GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

COMPANHIA DO METROPOLITANO DO DISTRITO FEDERAL

Superintendência de Planejamento e Projetos

Gerência de Projetos

FORMULÁRIO DE DOCUMENTOS TÉCNICOS

CÓDIGO DO DOCUMENTO	DESCRIÇÃO	Código SEI
MC.4/EX.99/10.601	Projeto Básico - Memória De Cálculo	55907865
PP.4/00.99/J4.001	Projeto Básico - Detalhes E Materiais	55910328
RT.4/EX.99/10.601	Projeto Básico - Relatório Técnico	55910453
RT.4/EX.99/10.603	Projeto Básico - Relatório Técnico	55910562
ENERGIA GERAL		
DE.4/EX.99/00.501	Projeto Básico - Padrões De Engenharia	55910651
DG.4/EX.99/00.507	Projeto Básico - Padrões De Engenharia	55910759
DG.4/EX.99/00.508	Projeto Básico - Padrões De Engenharia	55910857
DG.4/EX.99/00.509	Projeto Básico - Padrões De Engenharia	55910908
ET.3/EX.99/00.551	Projeto Básico - Especificação Técnica De Aplicação	55911123
ID.3/EX.99/00.501	Projeto Básico - Índice De Documentos	55911215
ID.3/EX.99/00.001	Projeto Básico - Índice De Documentos	55911386
DG.3/EX.99/00.552	Projeto Básico - Diagrama De Medição E Proteção	55911506
DG.3/EX.99/00.562	Projeto Básico - Diagrama De Medição E Proteção	55911668
ET.3/EX.99/00.502	Projeto Básico - Especificação Técnica	55911777
MC.3/EX.99/00.551	Projeto Básico - Memorial De Cálculo Transdutadas Das Ieds	55911911
MD.3/EX.99/00.551	Projeto Básico - Memorial Descritivo	55912081
DB.4/EX.99/00.501	Projeto Básico - Base De Dados	55912164
DG.4/EX.99/00.504	Projeto Básico - Arquitetura Geral	55912367
DG.4/EX.99/00.554	Projeto Básico - Arquitetura Geral	55912487
DG.4/EX.99/00.555	Projeto Básico - Diagrama Unifilar De Medição	55912563
ET.4/EX.99/00.553	Projeto Básico - Especificação Técnica	55912654
LC.4/EX.99/00.504	Projeto Básico - Lista De Cabos	55912720
LM.4/EX.99/00.501	Projeto Básico - Lista De Materiais	55912793
PT.4/EX.99/00.501	Projeto Básico - Padrões De Engenharia	55912981
RT.4/EX.99/00.008	Projeto Básico - Relatório Técnico Consolidado Estudo De Alternativas	55913518
RT.4/EX.99/00.016	Projeto Básico - Relatório Técnico	55914059
RT.4/EX.99/00.007	Projeto Básico - Relatório Técnico	55914398
RT.4/EX.99/00.010	Projeto Básico - Relatório Técnico	55933481
RT.4/EX.99/00.013	Projeto Básico - Relatório Técnico	55933526
RT.4/EX.99/00.014	Projeto Básico - Relatório Técnico	55933566
DG.4/EX.99/00.553	Diagrama Unifilar de Proteção dos Alimentadores de Serviços Auxiliares das SRs e dos Alimentadores das SAs	64792205
ET.3/EX.99/00.001	Especificação Técnica - Multimedidor	64814166
FILTRO DE HARMÔNICAS		
ID.3/EX.99/11.701	Projeto Básico - Índice De Documentos	55933635
MD.3/EX.99/11.701	Projeto Básico - Memorial Descritivo	55933681
DG.4/EX.10/11.701	Projeto Básico - Diagrama Unifiliar	55933723
ET.4/EX.99/11.702	Projeto Básico - Filtro De Harmônicas	55933752
LM.4/EX.10/11.701	Projeto Básico - Lista De Materiais	55933798
MC.4/EX.99/11.701	Projeto Básico - Memória De Cálculo	55933859
RT.4/EX.99/00.022	Projeto Básico - Estudo De Compensação De Reativos	55933905
RT.4/EX.99/11.701	Projeto Básico - Medições De Harmônicas	55933955
REDE DE ALIMENTAÇÃO		
ID.3/EE.99/00.101	Projeto Básico - Índice De Documentos	55934031
MC.3/EE.99/00.101	Projeto Básico - Estudo Dos Tcs E Tps	55934073
DE.4/EE.10/00.101	Projeto Básico - Desenho Pee Hípica	55934122
DE.4/EE.10/00.102	Projeto Básico - Desenho Pee Hípica	55934169
DG.4/EE.10/00.101	Projeto Básico - Diagrama Unifilar	55934200
DG.4/EE.99/00.101	Projeto Básico - Diagrama Geral	55934232
ET.4/EE.99/00.101	Projeto Básico - Especificação Técnica	55934258

ET.4/EE.99/00.102	Projeto Básico - Especificação Técnica	55934315
LC.4/EE.99/00.104	Projeto Básico - Lista De Cabos	55934413
LM.4/EE.99/00.104	Projeto Básico - Lista De Materiais	55934487
MC.3/EE.10/00.001	Projeto Básico - Memória De Cálculo	55934563
MD.4/EE.99/00.101	Projeto Básico - Memorial Descritivo	55934605
DE.8/EB.17/01.001	Projeto Eletromecânico Conjunto Blindado 15kV (SR-09)	64943165
DG.4/EE.99/00.101	Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação	64957968
ISOLAÇÃO DAS SRs		
DE.3/91.0Z/E1.001	Projeto Básico - Desenho Sala De Controle Das Subestações Retificadoras	55934713
DE.3/00.0Z.J1.001	Projeto Básico - Desenho Sala De Controle Das Subestações Retificadoras	55934808
ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE LICITAÇÃO		
ET.3/EX.99/00.001	Especificação Técnica de Licitação	64962611
ART´S DE PROJETO		
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 92221220150569913	55969677
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 0720150028807	55969807
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 92221220150615514	55969952
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 92221220141421819	55970062
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 92221220141105341	55970281
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 0720120058889	55970396
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 52093334	55970545
-	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 0720210007774	55970892
	Anotação de Responsabilidade Técnica - ART 0720210009949	55971010

Documento assinado eletronicamente por **EMMANUEL LUIS ANSELMO JOANITTI - Matr.0002544-5**, **Gerente de Projetos**, em 30/06/2021, às 18:32, conforme art. 6º do Decreto nº 36.756, de 16 de setembro de 2015, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal nº 180, quinta-feira, 17 de setembro de 2015.

A autenticidade do documento pode ser conferida no site: http://sei.df.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 verificador= **64962759** código CRC= **4C8F988D**.

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5N-MC-0601-0

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	PEE Hípica, SR 63 e ESTAÇÕES 28, 29, 35, 36 e 41
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	LORREINE IRIA LAUBE
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

LORREINE IRIA LAUBE CREA N° 071607-2

METRÔ - DF

SISTEMA	ENERGIA
SUB-SISTEMA	SISTEMA DE ATERRAMENTO
LOCAL	EXPANSÃO METRÔ - DF – PEE Hípica, SR 63, ESTAÇÕES 28, 29, 35, 36 e 41

VISTO	DATA 19/09/13	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO MEMÓRIA DE CÁLCULO	AREA DE CONST. -
APROVADO	DATA 08/01/15		
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/38	CODIFICAÇÃO **MC.4/EX.99/10.601**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER 0001/15-TPR	08/01/15	LIL	LBP	ITF			
0D	REVISÃO CONFORME PARECER 0533/14-TPSF-ENERGIA	18/12/14	LIL	LBP	ITF			
0C	REVISÃO CONFORME PARECER 022/14-TPSF-ENERGIA	21/08/14	LIL	LBP	ITF			
0B	REVISÃO CONFORME PARECER 066/13-TDME-ENERGIA	25/07/14	LIL	LBP	ITF			
0A	REVISÃO CONFORME PARECER 041/13-TDME	24/09/13	LIL	LBP	ITF			
0	EMISSÃO INICIAL	19/09/13	LIL	LBP	ITF			
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV	DATA	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**		
R E V I S Õ E S								

METRÔ - DF
MC.4/EX.99/10.601

MEMÓRIA DE CÁLCULO

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 6

2 REFERÊNCIAS 6

3 NORMAS TÉCNICAS 6

4 DADOS PARA O DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR DA MALHA DE ATERRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO - MT 7

4.1 Correntes de Defeito a Terra 7

4.2 Resistividade do Solo 7

4.3 Critérios de dimensionamento dos condutores principais das malhas de aterramento 7

4.4 Seção transversal dos condutores 8

5 DIMENSIONAMENTO DA MALHA DE ATERRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO - MT 10

5.1 Cálculo das tensões permissíveis 10

5.2 Estratificação do Solo 10

5.2.1 Dados de entrada para a estratificação 11

5.3 Tensão de Passo e Toque Permissível 16

5.3.1 Tensão de Passo Permissível 16

5.3.2 Tensão de Toque Permissível 18

5.4 Cálculo da resistividade aparente do solo 19

5.5 Cálculo da Resistência de Aterramento 22

5.6 Cálculo da Corrente de Malha 23

5.7 Cálculo das tensões de toque 26

5.8 Cálculo das tensões de passo 28

5.9 Projeto da malha 30

5.10 Potenciais de Passo e Toque Calculados 33

5.11 Verificação dos potencias 33

TENSÃO DE TOQUE 33

TENSÃO DE PASSO 34

6 CONCLUSÃO 34

7 TENSÃO DO CORPO E TENSÃO DE TOQUE EM SISTEMAS DE TRAÇÃO DE CORRENTE CONTÍNUA 34

8 PROTEÇÃO CONTRA OS PERIGOS DA ELEVAÇÃO DO POTENCIAL DO TERRA DE VIA (TV) EM RELAÇÃO AO (TEE) - PREMISSAS A SEREM VERIFICADAS E OBRIGATORIAMENTE OBEDECIDAS 36

9 CONCLUSÕES DO SISTEMA DE TRAÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA 37

1 OBJETIVO

O presente documento tem por objetivo apresentar o dimensionamento preliminar da malha de aterramento da média tensão da Expansão do Metrô - DF - Extensão Ceilândia (Subestações Auxiliares 28 e 29 nas Estações 28 e 29, respectivamente), Extensão Samambaia (Subestações Auxiliares 35 e 36 nas Estações 35 e 36, respectivamente e Subestação Retificadora 63), Extensão Asa Norte (Subestação Auxiliar 21 na Estação 41) e o Painel de Entrada de Energia (PEE) da Hípica. Determinam-se também a tensão acessível e de toque trilho-solo nas estruturas citadas.

A elaboração desta memória de cálculo contou com o suporte do Engenheiro e Consultor Galeno Lemos Gomes.

2 REFERÊNCIAS

[1]. RT.4/EX.99/00.015 - Estudo de Nível de Curto-circuito em Corrente Alternada – Trecho Expansão.
[2]. RT.4/EX.99/00.016 - Estudo de Nível de Curto-circuito em Corrente Alternada – Trecho Modernizado.
[3]. BRASMETRÔ – Projeto Conceitual do Sistema de Aterramento Geral do Metrô – DF.
[4]. RT.4/EX.99/10.603 – Sistema de Aterramento – Medição de Resistividade do Solo.
[5]. RT.4/EX.99/10.601 – Sistema de Aterramento – Estudo Técnico.
[6]. DG.4/EE.99/00.101 – Sistema de Energia – Rede Alimentação 13,8kV – Diagrama Unifilar.
[7]. NTD-1.05 – Norma Técnica da CEB Distribuição – Critérios de Projeto e Padrões de Construção de Estações Transformadoras.
[8]. NTD-1.04 – Norma Técnica da CEB Distribuição – Critérios de Projeto e Padrões de Construção de Rede de Distribuição Subterrânea.
[9]. DE.4/28.1N/E1.005 – Arquitetura – Estação 28 – Cortes Transversais AA e BB.
[10]. DE.4/29.1P/E1.010 - Arquitetura – Estação 29 – Cortes CC e DD.
[11]. DE.4/35.7G/E1.008 - Arquitetura – Estação 35 – Cortes Transversais AA e BB.
[12]. DE.4/36.7H/E1.005 - Arquitetura – Estação 35 – Cortes Transversais AA e BB.
[13]. DE.4/41.6M/E1.004 - Arquitetura – Estação 35 – Cortes Longitudinal CC.
[14]. DE.4/91.7G/E1.004 - Arquitetura – Subestação Retificadora 63 – Cortes.
[15]. DE.4/EE.10/00.102 – Rede de Alimentação 13,8 kV – PEE Hípica.

3 NORMAS TÉCNICAS

O dimensionamento do sistema de aterramento baseia-se nas recomendações das seguintes normas técnicas:

[1]. NBR 15751/2013 – Sistemas de Aterramento de Subestações – Requisitos.
[2]. EN 50122-1:2011 - Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock.

[3]. EN 50122-2:2010 - Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems.

[4]. NBR 7117-2012 – Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo.

4 DADOS PARA O DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR DA MALHA DE ATERRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO - MT

4.1 Correntes de Defeito a Terra

a) Barras de 13,8 kV das Subestações Retificadoras e PEE Hípica

As correntes de curto-circuito calculadas nas barras de 13,8 kV das Subestações Retificadoras e PEE Hípica são mostradas nos documentos das referências [1] e [2] respectivamente.

Considerou-se a maior corrente de curto-circuito fase-terra dos estudos supracitados, apresentada na Tabela 1/coluna If (kA) deste documento, para estabelecer a seção do condutor de cobre da malha de cada uma das subestações da expansão do Metrô - DF.

b) Barras de 750 Vcc das Subestações Retificadoras

Por se tratar de um sistema isolado, o Sistema de Corrente Contínua não contribui para um curto-circuito absorvido pelo sistema de aterramento das Subestações de Média Tensão, Retificadoras e Auxiliares.

4.2 Resistividade do Solo

As resistividades do solo (ρ) consideradas foram conforme medições realizadas e apresentadas na referência [4].

É obrigatória e imprescindível a realização de novas medições da resistividade na fase do Projeto Executivo, para que essas não sejam afetadas por elementos desconhecidos e reflitam o perfil real do solo, ou seja, sejam realizadas com o terreno terraplenado.

4.3 Critérios de dimensionamento dos condutores principais das malhas de aterramento

As malhas de aterramento englobam a Subestação Retificadora, Subestação Auxiliar, sala de controle, sala técnica e sala de baterias contidas nas estações de passageiros 28, 29, 35, 36, 41 e SR 63.

Foi prevista também, uma malha de aterramento para a PEE Hípica, onde estarão instalados os cubículos de medição CEB, cubículos dos alimentadores das SRs 03, 04, 05 e 06, os filtros de harmônicos e os cubículos de proteção destes filtros.

Para o cálculo da seção do condutor da malha de terra, foram adotados os parâmetros da norma técnica [1] e conceitos apresentados na referência [5].

Seguem abaixo os critérios adotados:

- O tempo de duração da corrente de curto-circuito adotado para o dimensionamento da seção transversal dos condutores e cálculo dos potenciais máximos permissíveis foi de 500 ms. Cabe ressaltar que este tempo de duração do curto-circuito estabelecido no Projeto Básico está baseado no tempo de atuação da proteção em 500ms, valor este considerado conservador. Valores menores podem ser verificados quando no Projeto Executivo for elaborado o Estudo de Coordenação e Seletividade;
- A temperatura ambiente adotada para o cálculo da seção transversal dos condutores foi de 40ºC. A temperatura ambiente de 40°C foi considerada de forma conservadora, pois quanto menor essa temperatura, menor seria a seção do condutor calculada. Dados históricos observados no INMET desde 1960 até 2014 nunca ultrapassaram os 40°C estabelecidos no Distrito Federal;
- A temperatura máxima adotada para o cálculo da seção transversal dos condutores foi de 850ºC (temperatura máxima suportável por conexões por solda exotérmica), conforme norma técnica [1];
- O valor da massa do corpo humano para cálculo dos máximos potenciais permissíveis foi para o peso de 50 Kg, condição mais conservativa, conforme norma técnica [1];
- A temperatura máxima adotada para o cálculo da seção transversal dos condutores de aterramento dos equipamentos foi igual a 250ºC (temperatura máxima suportável por conexões mecânicas), conforme norma técnica [1];
- Todos os condutores da malha de aterramento serão de cobre nu meio duro, conforme norma técnica [1].

4.4 Seção transversal dos condutores

Para o dimensionamento do condutor, será considerada a falha a terra em kA de maior contribuição, encontrada na referência [1] e [2], com o intuito de proteger o sistema para a situação mais grave.

Diante disto, o valor de corrente de curto-circuito será calculado com base na equação de Onderdonk da norma técnica [1]:

$$S = I_f * \sqrt{\frac{t * \alpha_r * \rho_t * 10^4}{TCAP * \ln(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a})}}$$

Onde:

- S é a seção, expressa em mm²;
- If é a corrente de falta fase-terra, expressa em kA, da referência [1], apresentada na Tabela 1;
- t é o tempo, expresso em s. t = 0,5s;
- α_r É o coeficiente térmico de resistividade do condutor a t °C (°C^{-1}), conforme norma técnica [1]. α_r =0,00381°C^{-1};

- ρ_t é a resistividade do condutor de aterramento a t °C, expressa em Ω.cm, conforme norma técnica [1]. ρ_t =1,777 Ω.cm;
- TCAP é o fator de capacidade térmica, expressa em J/cm³.°C, conforme norma técnica [1]. TCAP=3,422 J/cm³.°C;
- T_m é a temperatura máxima suportável, expressa em °C, conforme Tabela 2 da norma técnica [1]. T_m=250ºC (emenda mecânica) e T_m=850°C(emenda com solda exotérmica);
- T_a é a temperatura ambiente, expressa em °C T_a = 40°C;
- k_0 = 1/ α_0 = 242,13, conforme norma técnica [1] ;
- k_0 é o coeficiente térmico de resistividade do condutor a 0°C, conforme norma técnica [1].

Na Tabela 1 são apresentadas as dimensões adotadas para os condutores de cada malha de aterramento.

Tabela 1 - Dimensionamento da seção transversal dos condutores da malha de aterramento

ESTAÇÃO	SR - Subestação Retificadora	Tensão V	If [kA]	S [mm²] Tmáx=250°C	S [mm²] Tmáx=850°C
E28	SR15	13.800	3,50	14,76	9,46
E29	SR16	13.800	4,94	20,83	13,36
E35	SR64	13.800	1,99	8,39	5,38
E36	SR65	13.800	2,64	11,13	7,14
E41	SR21	13.800	2,35	9,91	6,35
SR63	SR63	13.800	1,79	7,55	4,84
PEE Hípica		13.800	8,50	35,84	22,98

Como o valor da seção calculada através da equação de Onderdonk para as estações 28, 29, 35, 36, 41, SR63 e PEE Hípica resultou num valor inferior ao estabelecido na norma técnica NBR 15751/2013 – Sistemas de Aterramento de Subestações – Requisitos, deve ser utilizada a seção mínima estabelecida de 50 mm² para os cabos da malha de aterramento.

Condutores de acesso à malha

Subestações Auxiliares – Equipamentos Principais

Para o aterramento da carcaça, neutro e terra do secundário dos Transformadores de Serviços Auxiliares, conexão do PNCA ao QA, QA ao TEE utilizar cabo isolado de cobre de 120 mm² conforme Memória de Cálculo MC.4/EC.XX/00.401e indicado nos diagramas esquemáticos DG.4/EX.XX/10.601.

A conexão da malha de aterramento aos cabos terra longitudinais deverá ser feita através de cabo isolado de cobre 120 mm² pelo fato de estar submetida ao mesmo curto-circuito quando de uma contingência nos transformadores de serviços auxiliares.

Para o completo detalhamento da conexão e seção dos condutores terra ao QA ver o estudo da referência [5] e os diagramas esquemáticos DG.4/EX.XX/10.601.

Subestações Retificadoras – Equipamentos Principais

Para conexão das partes metálicas dos transformadores de média tensão dos grupos retificadores de tração, das estruturas metálicas dos cubículos de média tensão utilizar cabo isolado de cobre de 120 mm² conforme Memória de Cálculo MC.4/EB.XX/00.201e indicado nos diagramas esquemáticos DG.4/EX.XX/10.602.

Para o completo detalhamento da conexão e seção dos condutores terra ao QA ver o estudo da referência [5] e os diagramas esquemáticos DG.4/EX.XX/10.602.

Sala de Controle e Sala Técnica

As seções dos condutores de aterramento de carcaça de painéis e quadros ao TEE estão conforme MC.4/EX.99/10.601 e indicadas nos diagramas esquemáticos DG.4/EX.XX/10.603.

PEE Hípica

Como a malha de aterramento da PEE Hípica foi calculada para a total corrente de curto-circuito(8,5 kA falta no 13,8 kV) neste local conforme referência [2], para conexão das partes metálicas dos filtros de harmônicos, parte metálica dos cubículos de proteção dos filtros e cubículos dos alimentadores das SRs 03, 04, 05 e 06 na PEE Hípica, utilizar o mesmo cabo de cobre isolado da malha de aterramento de seção 50 mm².

5 DIMENSIONAMENTO DA MALHA DE ATERRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO - MT

5.1 Cálculo das tensões permissíveis

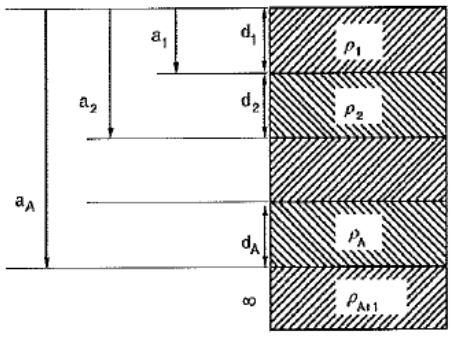
Conforme norma técnica [1], para um sistema de aterramento ser considerado seguro para qualquer condição de defeito, é necessário estabelecer os valores máximos permissíveis para a tensão de passo e toque.

Os potenciais toleráveis de passo e toque são estabelecidos em função do tempo de eliminação do defeito (t) e da resistividade da camada superficial do solo.

Os resultados das tensões de passo e toque permissíveis são apresentados no item 5.3.

5.2 Estratificação do Solo

Conforme a norma técnica [4], em geral, o solo é constituído por diversas camadas, cada uma apresentando certo valor de resistividade e uma espessura própria. A estratificação do solo é, portanto, a determinação dos valores dessas resistividades e dos números e espessuras destas camadas, conforme Figura 1:



Legenda

ρ_1	Resistividade da primeira camada	d_1	Espessura da primeira camada
ρ_2	Resistividade da segunda camada	d_2	Espessura da segunda camada
ρ_A	Resistividade da camada A	d_A	Espessura da camada A
ρ_{A+1}	Resistividade da camada A+1	∞	Infinito
a_1	Profundidade até a segunda camada	a_2	Profundidade até a terceira camada
a_A	Profundidade até a camada A + 1		

Figura A.6 – Estratificação do solo em *n* camadas

Figura 1 - Estratificação do Solo em n camadas

Com a auxílio do software TecAt Plus para cálculo da resistividade e estratificação do solo, obtém-se os valores correspondentes a resistividade aparente de cada camada e a profundidade das mesmas, procedemos ao ajuste da curva padrão correspondente a estratificação do solo em camadas, utilizando o método de ajuste de funções não lineares aos valores e resistividades calculados em cada profundidade e definindo os pontos de inflexão na curva ajustada das resistividades que definem as camadas representativas do solo.

5.2.1 Dados de entrada para a estratificação

- Medição de Resistividade do solo conforme item subitem 4.2 deste documento
- Profundidade da malha:

Estação 28: 1,5 m de concreto (laje de fundo + enchimento), conforme referência [9].

Estação 29: 1,5 m de concreto (laje de fundo + enchimento), conforme referência [10].

Estação 35: 0,7 m de concreto (laje de fundo + enchimento), conforme referência [11].

Estação 36: 0,7 m de concreto (laje de fundo + enchimento), conforme referência [12].

Estação 41: 0,75 m de concreto (laje de fundo + enchimento), conforme referência [13].

SR 63: 0,65 m de concreto (laje de fundo + enchimento), conforme referência [14]

PEE Hípica: 1,0 m de concreto (laje de fundo), conforme referência [15].

- Resistividade da camada superficial do concreto: ρs = 3000Ω.m (ver tabela 5 da norma técnica [1]).

Consideramos o valor acima da resistividade da camada superficial do concreto de forma conservadora, priorizando a segurança dos usuários do Metrô - DF, uma vez que este valor impacta diretamente nos cálculos de passo e toque permissíveis. Quanto maior este valor, maiores os valores permissíveis de passo e toque.

Nas figuras abaixo referente à estratificação do solo tem-se que:

Rho1 = ρ_1 -> Resistividade da primeira camada do solo
Rho2 = ρ_2 -> Resistividade da segunda camada do solo
Rho3 = ρ_3 -> Resistividade da terceira camada do solo

Os dados de saída do sowtware são apresentados nas figuras que seguem abaixo:

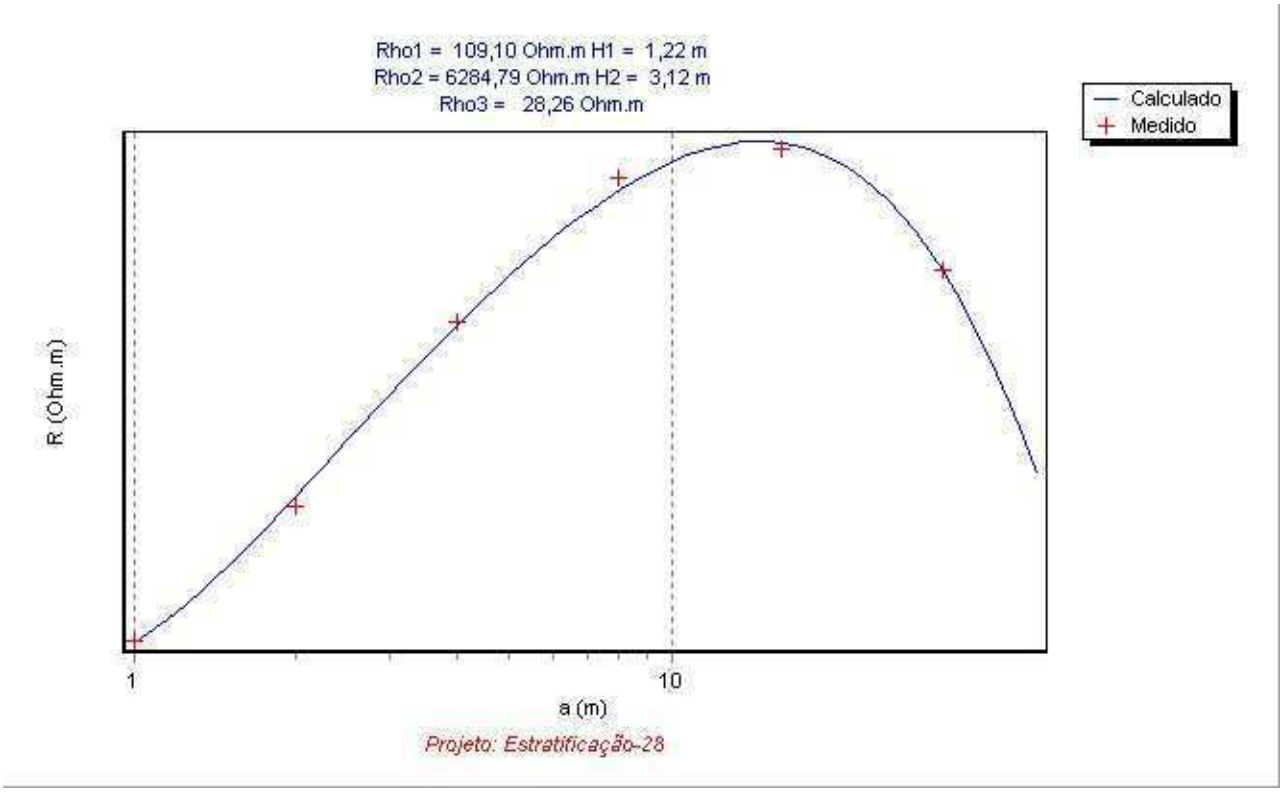


Figura 2 - Estratificação do solo Estação 28

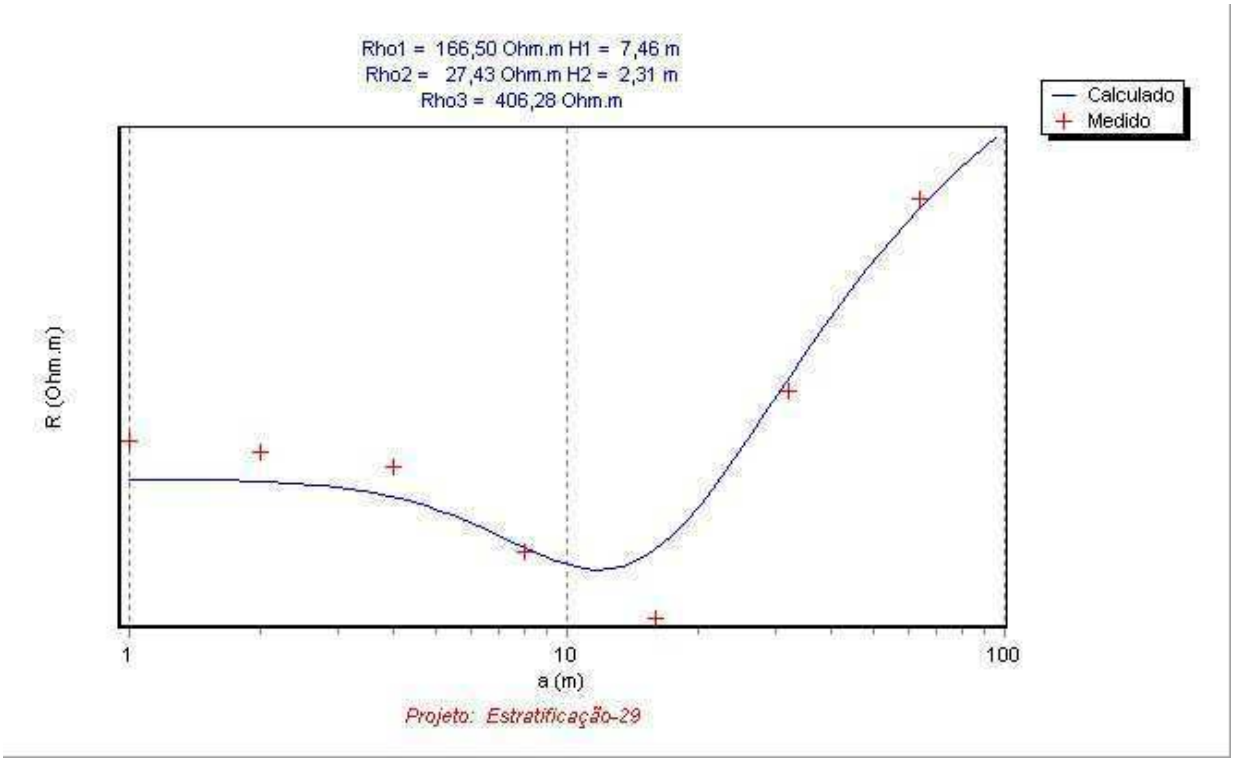


Figura 3 - Estratificação do solo Estação 29

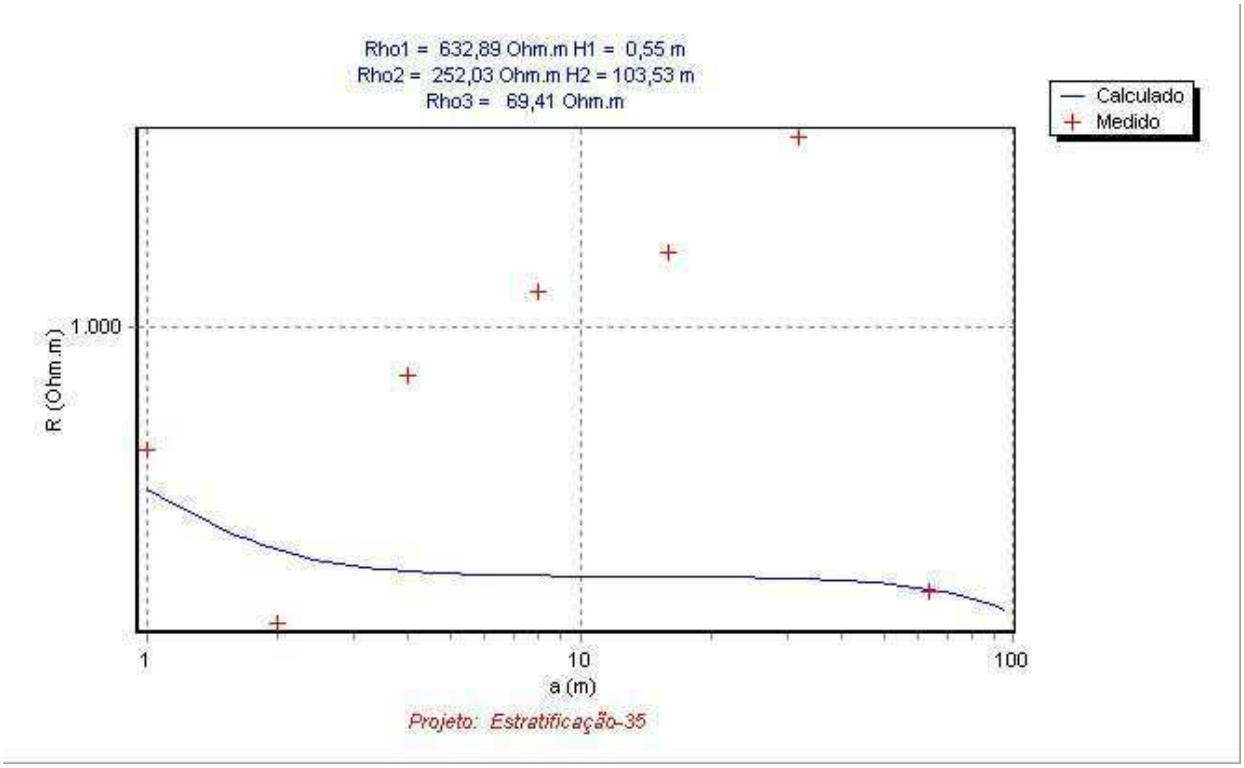


Figura 4 - Estratificação do solo Estação 35

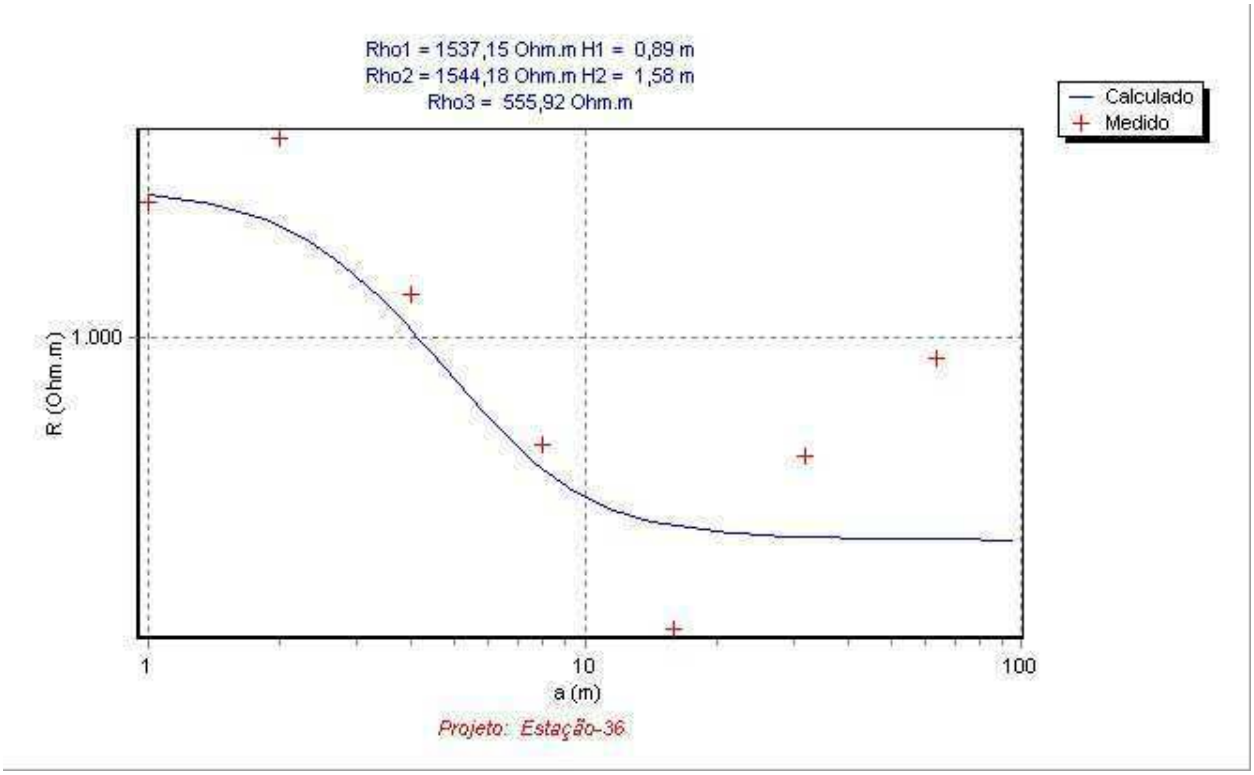


Figura 5 - Estratificação do solo Estação 36

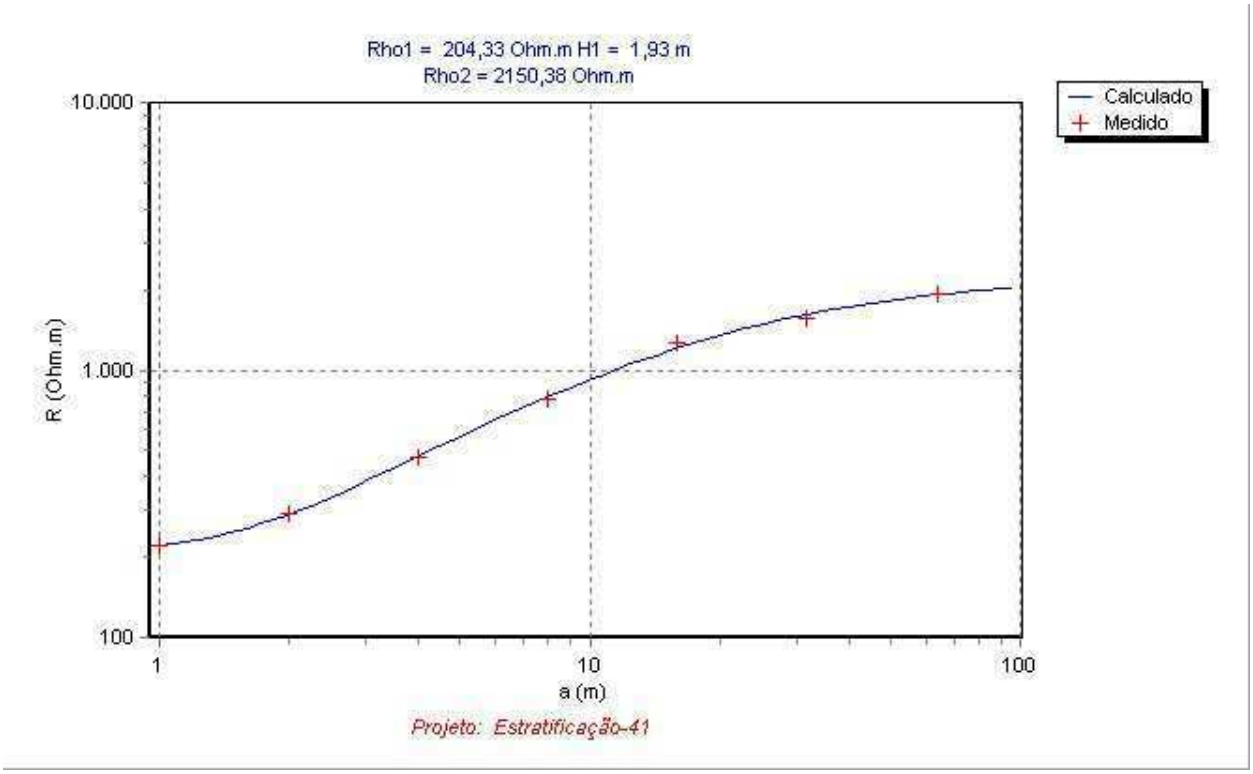


Figura 6 - Estratificação do solo Estação 41

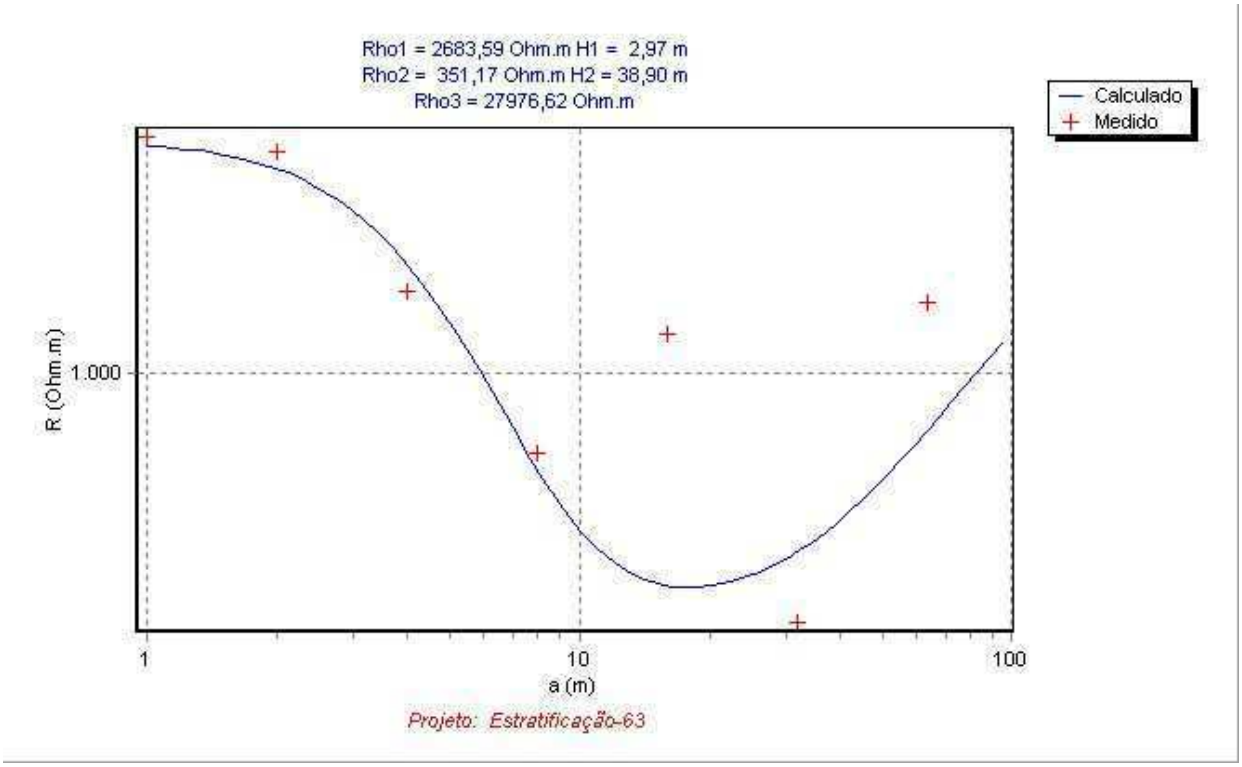


Figura 7 - Estratificação do solo SR 63

Para as estações 28, 29, 35, 36, 41 e SR 63, a partir da estratificação apresentada no item 5.2, foi realizada uma redução de camadas conforme metodologia descrita na referência [4]. Tem-se assim um solo estratificado (ρ_1 e ρ_2) em duas camadas conforme segue:

Tabela 2 - Estratificação do solo

Estação	ρ_s (resistividade do concreto superficial)	hs (profundidade do concreto)	ρ_1 (ohm.m)	d1 (m)	ρ_2 (ohm.m)	d2 (m)	ρ_3 (ohm.m)	d3 (m)
28	3000	1,50	109,10	1,22	6284,79	3,12	28,26	∞
29	3000	1,50	166,50	7,46	27,43	2,31	406,28	∞
35	3000	0,70	632,89	0,55	252,03	103,53	69,41	∞
36	3000	0,70	1537,15	0,89	1544,18	1,58	555,92	∞
41	3000	0,75	204,33	1,93	2150,38	∞		
SR 63	3000	0,65	2683,59	2,97	351,17	38,90	27796,62	∞

Conforme segue abaixo, de forma a efetuar a redução de camadas, calcula-se a resistividade média equivalente estimada vista pela terceira camada, utilizando a Fórmula de Hummel, que é a média harmônica ponderada da primeira e segunda camada:

$$\rho 1' = \frac{d1 + d2}{\frac{d1}{\rho 1} + \frac{d2}{\rho 2}}$$

e

$$d1' = d1 + d2$$

Tabela 3 - Redução de Camadas

Estação	ρ_1' (ohm.m)	d1' (m)	ρ_2' (ohm.m)	d2' (m)
28	371,61	4,34	28,26	∞
29	75,73	9,77	406,28	∞
35	252,83	104,08	69,41	∞
36	1541,64	2,47	555,92	∞
41	204,33	1,93	2150,38	∞
SR 63	374,24	41,87	27796,62	∞

5.3 Tensão de Passo e Toque Permissível

5.3.1 Tensão de Passo Permissível

A norma técnica [1], define a tensão de passo como a diferença entre dois pontos da superfície do solo separados pela distância de um passo de uma pessoa, considerada igual a 1m.

Conforme norma técnica citada no parágrafo acima, para uma pessoa de 50 kg, a máxima tensão de passo permissível pelo corpo humano é dada pela equação abaixo:

$$E_P = (R_{ch} + 6 * \rho_s * C) * I_{chcd} \text{ [V]}$$

Onde:

I_{chcd} é a corrente de choque de curta duração, determinada pelo sistema de proteção.

$I_{chcd} = \frac{0,116}{\sqrt{t}}$ [A] = 0,116/√0,5 = 0,1640A;

R_{ch} é a resistência do corpo humano, adotada como sendo 1000Ω, conforme norma técnica [1];

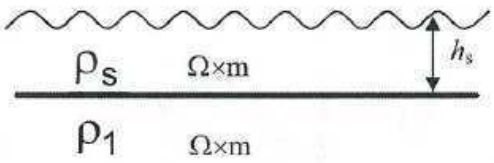
ρ_s é a resistividade do recobrimento da superfície do solo, expressa em Ω.m, adotado como sendo 3000 Ω.m conforme Tabela 5 da norma técnica [1];

C é o fator de redução que depende da espessura da camada de recobrimento e da primeira camada do solo estratificado em duas camadas, determinado através da equação abaixo:

$$C \cong 1 - a * \left[\frac{1 - \frac{\rho_1}{\rho_s}}{2 * h_s + a} \right]$$

Onde *a* é igual a 0,106m conforme norma técnica [1]

e



Legenda

ρ_1 é a resistividade da 1ª camada (Ω×m)

ρ_s é a resistividade do recobrimento da camada superficial (em Ω×m), conforme Tabela 5

h_s é a espessura da camada de revestimento superficial (m)

Figura 4 — Resistividade do recobrimento da camada superficial

Figura 8 - Resistividade de recobrimento da camada superficial da norma técnica [1]

Seguindo a metodologia acima apresentada calcula-se o fator de redução C:

Tabela 4 – Fator de Redução C

$$C \cong 1 - a * \left[\frac{1 - \frac{\rho_1}{\rho_s}}{2 * h_s + a} \right]$$

Estação	a (m)	ρs (Ω.m)	hs (m)	ρ1 (Ω.m)	C
28	0,106	3000	1,50	371,61	0,97
29	0,106	3000	1,50	75,73	0,97
35	0,106	3000	0,70	252,83	0,94
36	0,106	3000	0,70	1541,64	0,97
41	0,106	3000	0,75	204,33	0,94
SR 63	0,106	3000	0,65	374,24	0,93
Setor Hipica	0,106	3000	1,00	1541,64	0,98

E de acordo com a mesma metodologia, calculam-se as **tensões de passo permissíveis**:

Tabela 5 - Tensões de Passo Permissíveis

$$E_P = (R_{ch} + 6 * \rho_s * C) * I_{chcd}$$

Estação	Rch (Ω)	ρs (Ω.m)	C	Ichcd (A)	Epasso50 (V)
28	1000	3000	0,97	0,164	3028,64

29	1000	3000	0,97	0,164	3018,70
35	1000	3000	0,94	0,164	2926,60
36	1000	3000	0,97	0,164	3015,89
41	1000	3000	0,94	0,164	2935,30
SR 63	1000	3000	0,93	0,164	2922,08
Setor Hipica	1000	3000	0,98	0,164	3044,68

5.3.2 Tensão de Toque Permissível

Segundo a norma técnica [1], a tensão de toque é a diferença de potencial entre um objeto metálico aterrado ou não e um ponto da superfície do solo separado por uma distância horizontal equivalente ao alcance normal do braço de uma pessoa; essa distância é convencionada igual a 1,0m.

Conforme norma técnica citada no parágrafo acima, para uma pessoa de 50 kg, a máxima tensão de toque permissível pelo corpo humano é dada por:

- Curta duração

$$E_{tcd} = (R_{ch} + 1{,}5\rho_s * C) * I_{chcd} \quad [V]$$

- Longa duração

$$E_{tld} = (R_{ch} + 1{,}5\rho_s * C) * I_{chld}$$

Onde:

I_{chld} é a corrente de choque de longa duração apresentados na tabela 4 da norma técnica [1]:

Tabela 6 - Corrente de choque de longa duração da norma técnica [1]

Tabela 4 — Limites de corrente elétrica suportados pelos seres humanos

Corrente limite de largar de longa duração (I_{chld})		
Porcentagem da população que suporta	Homens	Mulheres
99,5%	9 mA	6 mA
50%	16 mA	10,6 mA

R_{ch} é a resistência do corpo humano, adotada como sendo 1000Ω;

ρ_s é a resistividade do recobrimento da superfície do solo, expressa em Ω.m, adotado como sendo 3000 Ω.m. conforme Tabela 5 da norma técnica [1];

C é o fator de redução que depende da espessura da camada de recobrimento, determinado através da equação:

$$C \cong 1 - a * \left[\frac{1 - \frac{\rho_1}{\rho_s}}{2 * h_s + a} \right]$$

Onde a é igual *a* 0,106m conforme norma técnica [1].

Seguindo a metodologia acima apresentada o fator de redução é o que segue na Tabela 4 e as **tensões de toque permissíveis**, são as que seguem na tabela abaixo:

Tabela 7 - Tensões de Toque Permissíveis

$$E_{tcd} = (R_{ch} + 1{,}5\rho_s * C) * I_{chcd}$$

Estação	Rch (Ω)	ρs (Ω.m)	C	Ichcd (A)	Etoque50 (V)
28	1000	3000	0,97	0,164	880,20
29	1000	3000	0,97	0,164	877,71
35	1000	3000	0,94	0,164	854,69
36	1000	3000	0,97	0,164	877,01
41	1000	3000	0,94	0,164	856,86
SR 63	1000	3000	0,93	0,164	853,56
Setor Hipica	1000	3000	0,98	0,164	884,21

Para o PEE Hípica, como não houve medições, utilizamos como premissa de forma conservativa e do ponto de vista de segurança, a resistividade do solo mais alta das medições realizadas, no caso, a da Estação 36.

5.4 Cálculo da resistividade aparente do solo

De acordo com Anexo A da norma técnica [1], para o cálculo da resistência da malha é necessária a avaliação da resistividade aparente do solo ρ_a.

Para a determinação desta resistividade, as seguintes etapas devem ser cumpridas:

a) Determinação do valor do raio *r* do círculo equivalente à área do sistema de aterramento constituído pelos eletrodos horizontais:

$$r(m) = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Onde A é a área da malha de aterramento em m²

Sendo assim:

Tabela 8 - Cálculo de r

Estação	Subestação Retificadora	Dimensões (lxc)	Áreas m²	r
28	SR 15	47,20 x 13,50	637,20	14,24
29	SR 16	47,21 x 13,50	637,34	14,24
35	SR 64	47,40 x 14,00	663,60	14,53
36	SR 65	47,4 x 13,85	656,49	14,46
41	SR 21	32,31 x 19,33	624,55	14,10
	SR 63	28,16 x 12,94	364,39	10,77
Setor Hípica		24x8,50	204,00	8,06

b) Definição da profundidade da malha de aterramento (*H* em m).
H = 0,8m

c) Determinação do fator α:
Se $\rho_2/\rho_1<1$ e $H/a_1 \geq 0{,}90$ então:

$$\alpha = \frac{r}{2 * a_1 * H}$$

Para as demais condições:

$$\alpha = \frac{r}{a_1}$$

Tabela 9 - Cálculo de α

Estação	ρ_1' (ohm.m)	d1' (m)	ρ_2' (ohm.m)	d2' (m)	$\rho 2'/\rho 1'$	H(m)	a1	H/a1	r	α
28	371,61	4,34	28,26	∞	0,08	0,80	4,34	0,18	14,24	2,05
29	75,73	9,77	406,28	∞	5,37	0,80	9,77	0,08	14,24	1,46
35	252,83	104,08	69,41	∞	0,27	0,80	104,08	0,01	14,53	0,09
36	1541,64	2,47	555,92	∞	0,36	0,80	2,47	0,32	14,46	3,66
41	204,33	1,93	2150,38	∞	10,52	0,80	1,93	0,41	14,10	7,31
SR 63	374,24	41,87	27796,62	∞	74,27	0,80	41,87	0,02	10,77	0,26
Setor Hipica	1541,64	2,47	555,92	∞	0,36	0,80	2,47	0,32	8,06	3,26

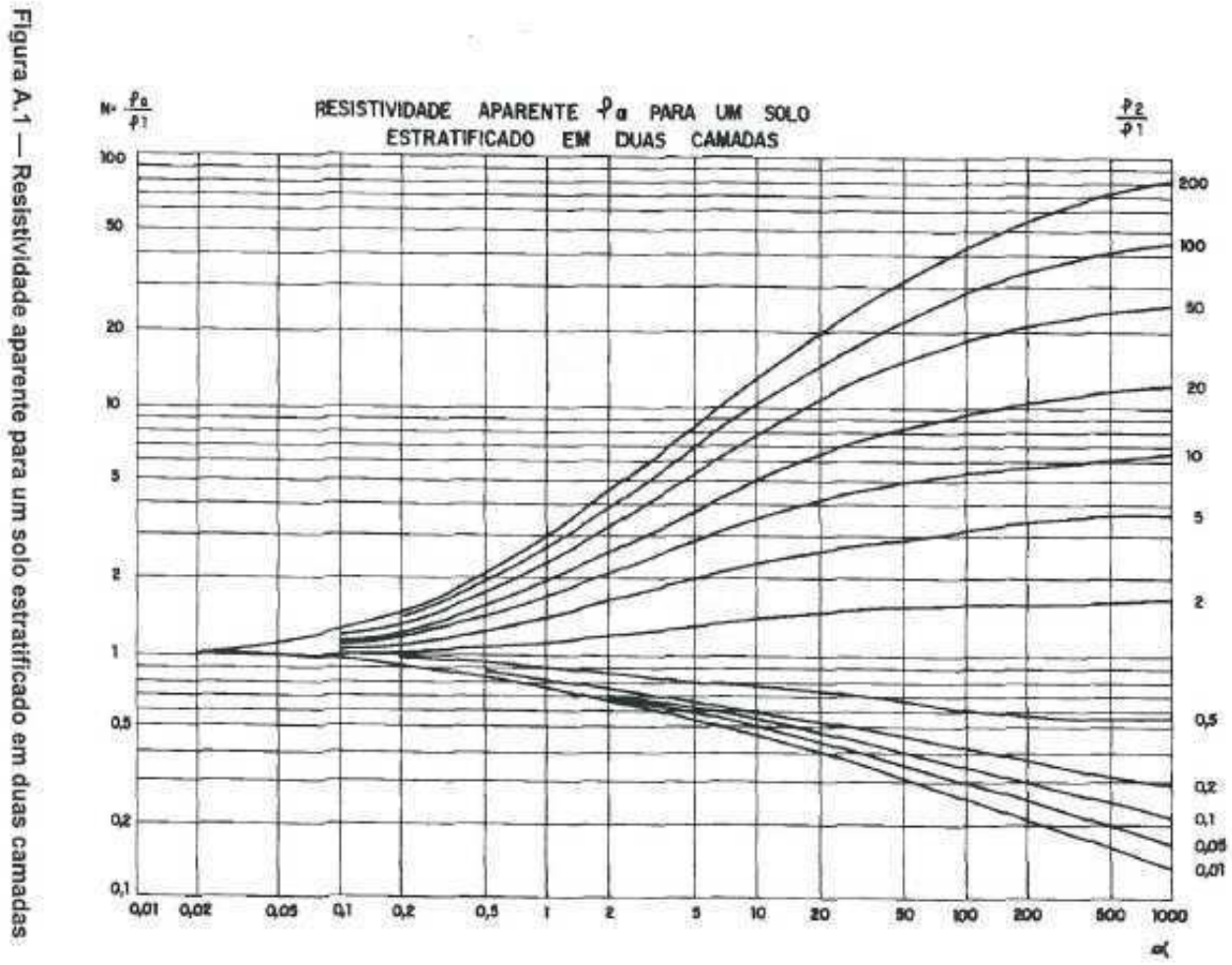


Figura 9 - Resistividade aparente para um solo estratificado em duas camadas

d) De posse do valor de α e da relação ρ_2/ρ_1 e com o auxílio da Figura 9, determina-se o valor de *N. O valor de* ρ_a é obtido pela equação:

$$\rho_a = N * \rho_1$$

Portanto, seguindo a metodologia apresentada acima, determina-se o valor N e o calcula-se a resistividade aparente conforme abaixo:

Tabela 10 - Determinação do valor de N

Estação	ρ2'/ρ1'	α	N
28	0,08	2,05	0,70
29	5,37	1,46	1,50
35	0,27	0,09	1,00
36	0,36	3,66	0,80
41	10,52	7,31	3,30
SR 63	74,27	0,26	1,80
Setor Hipica	0,36	3,26	0,80

Tabela 11 - Cálculo da Resistividade Aparente

$$\rho_a = N * \rho_1$$

Estação	Subestação Retificadora	ρ_1 ohm.m	N	ρ_a ohm.m
28	SR 15	371,61	0,70	260,13
29	SR 16	75,73	1,50	113,59
35	SR 64	252,83	1,00	252,83
36	SR 65	1541,64	0,80	1233,31
41	SR 21	204,33	3,30	674,29
	SR 63	374,24	1,80	673,64
PEE Hípica		1541,64	0,80	1233,31

Para o PEE Hípica, foi considerada como premissa a resistividade do solo de maior valor que no caso é igual a resistividade do solo da Estação 36.

5.5 Cálculo da Resistência de Aterramento

Conforme norma técnica [1] é recomendável calcular de forma aproximada a resistência de aterramento da malha, antes da geometria definitiva, o que é possível pela consideração inicial de que a resistência de aterramento é função da área ocupada pela malha de aterramento e da resistividade do solo.

Esta relação é expressa pela equação:

$$R = \frac{\rho_a}{4r}$$

Onde

R é a resistência de aterramento em Ω.

ρ_a é a resistividade aparente do solo em Ωm.

r é raio do círculo equivalente à área do sistema de aterramento constituído pelos eletrodos horizontais, expresso em metros (m).

A partir da geometria inicial da malha, o comprimento aproximado dos condutores a serem enterrados pode ser obtido pelo somatório das extensões dos eletrodos horizontais lançados, permitindo que a resistência de aterramento seja calculada pelas equações a seguir:

a) Para as malhas enterradas a uma profundidade de até 0,25m:

$$R = \frac{\rho_a}{4r} + \frac{\rho_a}{Lt}$$

b) Para as malhas enterradas numa profundidade compreendida entre 0,25 e 2,5m:

$$R = \rho_a \left\{ \left(\frac{1}{Lt} \right) + \left(\frac{1}{\sqrt{20 * A}} \right) * \left[1 + \left(\frac{1}{1 + H\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \right\}$$

Onde

L_t é o comprimento total de condutores enterrados em m;

H é a profundidade da malha em m;

A é a área ocupada pela malha em m².

Tabela 12 - Cálculo da Resistência de Aterramento

$$R = \rho_a \left\{ \left(\frac{1}{Lt} \right) + \left(\frac{1}{\sqrt{20 * A}} \right) * \left[1 + \left(\frac{1}{1 + H\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \right\}$$

Estação	ρa ohm.m	Lt (m)	A (m²)	H (m)	R (ohm)
28	260,13	249,60	637,20	0,80	5,36
29	113,59	249,63	637,34	0,80	2,34
35	252,83	254,20	663,60	0,80	5,12
36	1233,31	253,00	656,49	0,80	25,08
41	674,29	245,22	624,55	0,80	14,06
SR 63	673,64	149,18	364,39	0,80	19,05
Setor Hípica	1233,31	230,50	204,00	0,80	40,13

Para determinação de Lt, somar todos os comprimentos dos condutores das malhas estabelecidas no item 5.9.

A norma técnica [1] não estabelece valores mínimos de resistência de aterramento e salienta no item 10.1 que baixas resistências de aterramento não garantem um projeto seguro, e que altas resistências de aterramento não significam, necessariamente, um projeto inseguro. Ainda na mesma norma técnica no item 9, a mesma especifica que deve-se garantir a manutenção dos valores de passo e toque calculados para cada situação, em valores inferiores às respectivas tensões máximas permissíveis.

5.6 Cálculo da Corrente de Malha

Conforme norma técnica [1], o sistema de aterramento de uma subestação é tipicamente constituído por sua malha de aterramento e por todos os elementos metálicos a ela conectados. No caso da expansão do Metrô - DF temos conectados a malha de aterramento

das estações, SR63 e PEE Hípica, a blindagem dos cabos de energia subterrâneos da concessionária, os cabos de aterramento longitudinais lançados sob os bancos de dutos da sinalização e potência, neutro dos transformadores de serviços auxiliares e carcaça de equipamentos e quadros.

Quando da ocorrência de uma falta de curta duração para a terra na média tensão, a corrente de defeito I_f inicialmente injetada na malha de aterramento se divide por todo este sistema interligado, cabendo então a cada um de seus componentes a função de escoar uma fração da corrente de falta. Define-se na norma técnica [1] como corrente de malha I_m a parcela da corrente de falta que escoa para o solo através da malha de aterramento.

Os valores das correntes de falta 13,8 kV à terra para cada Subestação Retificadora e PEE Hípica são apresentados nas referências [1] e [2] respectivamente.

Como dados de entrada para esta simulação utilizamos os dados apresentados abaixo:

- As Subestações Retificadoras e Subestações Auxiliares possuem uma malha de aterramento com condutores de 50 mm², conforme item 4.4;
- A PEE Hípica possui uma malha de aterramento com condutores de 50 mm², conforme item 4.4;
- As malhas das Subestações Retificadoras são interligadas através de dois cabos de cobre nu seção 50 mm² conforme item 4.4, que por sua vez são interligados de 200 em 200m (premissa que não superou as tensões máximas de passo e toque);
- A interligação da SR 03, SR 04, SR 05 e SR 06 a PEE Hípica, foi feita através de dois cabos de cobre nu seção 50 mm² conforme item 4.4, que por sua vez são interligados de 200 em 200m(premissa que não superou as tensões máximas de passo e toque);
- A interligação das concessionárias que alimentam as Subestações Retificadoras é feita através de um cabo de cobre nu seção 120 mm² conforme [8];
- A resistência das malhas de aterramento das estações 28, 29, 35, 36, SR 63 e PEE Hípica foram calculadas e são apresentadas na Tabela 12;
- A resistência da malha de aterramento das subestações da concessionária foi considerada igual a 10 Ω, conforme referência [7];
- As malhas serão lançadas no solo a uma profundidade de 0,80m, conforme norma técnica [1].

Conforme referência [6], seguem abaixo as distâncias consideradas entre Subestações Retificadoras e entre a subestação da concessionária e Subestação Retificadora alimentada pela CEB:

Tabela 13 – Distâncias

De/Para	Distância (m)	Condutor de Aterramento (mm²)
CEB SE CN - PEE/CEI	900	1 x 120
CEB SE SO - PEE/SAM	2100	1 x 120
CEB SE EM - PEE/ANR	2500	1 x 120
SR 15 - SR 16	1250	2 x 50
SR 63 - SR 64	1400	2 x 50
SR 64 - SR 65	1200	2 x 50
SR 21 - SR 01	1210	2 x 50
SR 21 - SR 01	110	2 x 50
SR 21 - SR 01	250	2 x 50
PEE – SR 03	5650	1 x 95
PEE – SR 04	3250	1 x 95
PEE – SR 05	50	1 x 95
PEE – SR 06	2545	1 x 95

Conforme dados apresentados acima, para o cálculo das correntes de malha Im [A] apresentadas na Tabela 14, **o sistema foi modelado utilizando o software Alternative Transient Program – ATP** para um curto-circuito de uma fase 13,8 kV para cada nó do sistema de aterramento.

As correntes de malha calculadas a partir da modelagem descrita e curto-circuitos da referência [1] e [2], são as que seguem:

Tabela 14 - Im quando de uma falta fase-terra na SR e PEE Hípica

Estação	SR Subestação	Tensão kV	Im [A] calculada
E28	SR15	13,80	109,90
E29	SR16	13,80	437,70
E35	SR64	13,80	45,79
E36	SR65	13,80	17,59
E41	SR21	13,80	43,02
SR63	SR63	13,80	18,08
PEE Hípica		13,80	13,28

5.7 Cálculo das tensões de toque

A maior tensão de toque quando de correntes de curta duração entre a malha e o solo (Vt) pode ser calculada pela seguinte equação (ver anexo B da norma técnica [1]):

$$V_t = \frac{\rho * I_{mcd} * K_m * K_i}{L_t} \quad \text{(V)}$$

Onde:

ρ é a resistividade do solo homogêneo, ou seja, resistividade aparente do solo; expressa em Ω.m;

I_{mcd} é a máxima corrente de malha de curta duração, expressa em A;

K_m é o fator geométrico utilizado nos cálculos de tensão de toque que leva em consideração o espaçamento entre os condutores paralelos da malha, sua profundidade e o diâmetro dos condutores.

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{D^2}{16*H*d} + \frac{(D+2*H)^2}{8*D*d} - \frac{H}{4*d}\right) + \frac{k_{ii}}{\sqrt{1+H}} * \ln\frac{8}{\pi(2n-1)}\right]$$

Onde:

$k_{ii} = 1$ Para malhas com hastes de aterramento locadas na periferia. Para o sistema em questão, estão sendo previstas hastes nas periferias.

$k_{ii} = (2*n)^{-2/n}$ Para malhas que não possuam hastes de aterramento:

n é o número de condutores paralelos em uma determinada direção;

$$k_i = 0{,}656 + 0{,}172 * n$$

Lt é o comprimento total dos condutores enterrados, expresso em m.

Segue abaixo os valores de km, ki e a tensão de toque Vt (V) calculados conforme metodologia do item 5.7:

Cálculo de Km e Ki

Tabela 15 - Dados para cálculo de Km, Ks e Ki

	SR 15	SR 16	SR 64	SR 65	SR 21	SR 63	PEE Hipica
d [m] - diametro condutor da malha	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,0106
D[m] - espaçamento entre condutores paralelos ao longo da malha	6,74	6,75	6,77	6,77	6,46	7,04	2
H [m] - profundidade da malha	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,2
n - números de condutores paralelos na direção x	8	8	8	8	6	5	13
Kii - referente as hastes	1	1	1	1	1	1	1

Como $K_m = \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{D^2}{16*H*d} + \frac{(D+2*H)^2}{8*D*d} - \frac{H}{4*d}\right) + \frac{k_{ii}}{\sqrt{1+H}} * \ln\frac{8}{\pi(2n-1)}\right]$

e

$k_i = 0{,}656 + 0{,}172 * n$

Tabela 16 - Km e Ki calculados

Estação	Km	Ki
ESTAÇÃO 28	0,78	2,03
ESTAÇÃO 29	0,78	2,03
ESTAÇÃO 35	0,78	2,03
ESTAÇÃO 36	0,78	2,03
ESTAÇÃO 41	0,81	1,69
SR 63	0,86	1,52
PEE Hípica	0,64	2,89

Cálculo da Tensão de Toque

Tabela 17 - Tensões de toque calculadas Vt

$$V_t = \frac{\rho * I_{mcd} * K_m * K_i}{L_t}$$

Estação	Subestação Retificadora	Dimensões (lxc)	Lt (m)	ρa (ohm.m)	Imcd (A)	Km	Ki	Vt (V)
ESTAÇÃO 28	SR 15	47,20 x 13,50	249,60	260,13	109,90	0,91	4,17	436,89
ESTAÇÃO 29	SR 16	47,21 x 13,50	249,63	113,59	437,70	0,91	4,17	759,69
ESTAÇÃO 35	SR 64	47,40 x 14,00	254,20	252,83	45,68	0,92	4,17	175,18
ESTAÇÃO 36	SR 65	47,4 x 13,85	253,00	1233,31	17,58	0,92	4,17	329,30
ESTAÇÃO 41	SR 21	32,31 x 19,33	245,22	674,29	43,02	0,86	5,34	544,73
	SR 63	28,16 x 12,94	149,18	673,64	18,08	0,90	4,17	307,52
PEE Hípica		24,00 x 8,50	230,50	1233,31	13,28	0,73	1,83	94,59

5.8 Cálculo das tensões de passo

Os maiores valores de tensão de passo são encontrados fora da área da malha, próximo aos condutores periféricos.

A metodologia do anexo B da norma técnica [1], considera que a máxima tensão de passo é aquela encontrada a uma distância do condutor periférico igual à profundidade da malha.

A maior tensão de passo quando da circulação de correntes de malha de curta duração pode ser calculada pela seguinte equação:

$$V_p = \frac{\rho * I_{mcd} * K_s * K_i}{L_t} \quad \text{(V)}$$

Onde

I_{mcd} é a máxima corrente de malha de curta duração, expressa em A;

Ks é o fator geométrico utilizado nos cálculos de tensão de passo que leva em consideração o espaçamento entre os condutores paralelos da malha e sua profundidade;

Para 0,25m < H < 2,25m:

$$K_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2*H} + \frac{1}{D+H} + \frac{1}{D}\left(1-0{,}5^{n-2}\right)\right]$$

Onde:

n é o número de condutores paralelos em uma determinada direção;

Os valores de Km, Ki e Ks serão calculados em ambas as direções (x e y), e adotadas as tensões de passo e toque de maior valor.

Segue abaixo os valores de Ks, Ki e tensão de passo calculados conforme metodologia do item 5.8:

Cálculo de Ks e Ki

Dados para cálculo de Ks e Ki conforme Tabela 15.

Como $K_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2*H} + \frac{1}{D+H} + \frac{1}{D}\left(1-0{,}5^{n-2}\right)\right]$

e $k_i = 0{,}656 + 0{,}172 * n$

Estação	Ks	Ki
ESTAÇÃO 28	0,29	2,03
ESTAÇÃO 29	0,29	2,03
ESTAÇÃO 35	0,29	2,03
ESTAÇÃO 36	0,29	2,03
ESTAÇÃO 41	0,29	1,69
SR 63	0,28	1,52
PEE Hípica	0,31	2,89

Cálculo da Tensão de Passo

Tabela 18 - Tensões de passo calculadas

Estação	Subestação Retificadora	Dimensões (lxc)	Lt (m)	ρa (ohm.m)	Imcd (A)	Ks	Ki	Vp (V)
ESTAÇÃO 28	SR 15	47,20 x 13,50	249,60	260,13	109,90	0,29	2,03	66,95
ESTAÇÃO 29	SR 16	47,21 x 13,50	249,63	113,59	437,70	0,29	2,03	116,36
ESTAÇÃO 35	SR 64	47,40 x 14,00	254,20	252,83	45,68	0,29	2,03	26,52
ESTAÇÃO 36	SR 65	47,4 x 13,85	253,00	1233,31	17,58	0,29	2,03	50,03
ESTAÇÃO 41	SR 21	32,31 x 19,33	245,22	674,29	43,02	0,29	1,69	57,70
	SR 63	28,16 x 12,94	149,18	673,64	18,08	0,28	1,52	34,54
PEE Hípica		24,00 x 8,50	230,50	1233,31	13,28	0,31	2,89	63,13

5.9 Projeto da malha

Conforme mencionado anteriormente os maiores valores de toque e passo encontrados nas malhas encontram-se nas periferias.

A metodologia da norma técnica [1] determina o valor da tensão encontrada no centro dos reticulados situados nas quinas das malhas. Valores superiores são encontrados em pontos ligeiramente fora do centro do reticulado, mais próximos à periferia da malha, sendo pequena a diferença para os valores encontrados no centro do reticulado.

Sendo assim, foram projetadas as malhas de aterramento cuja geometria e dimensões seguem nas figuras abaixo:

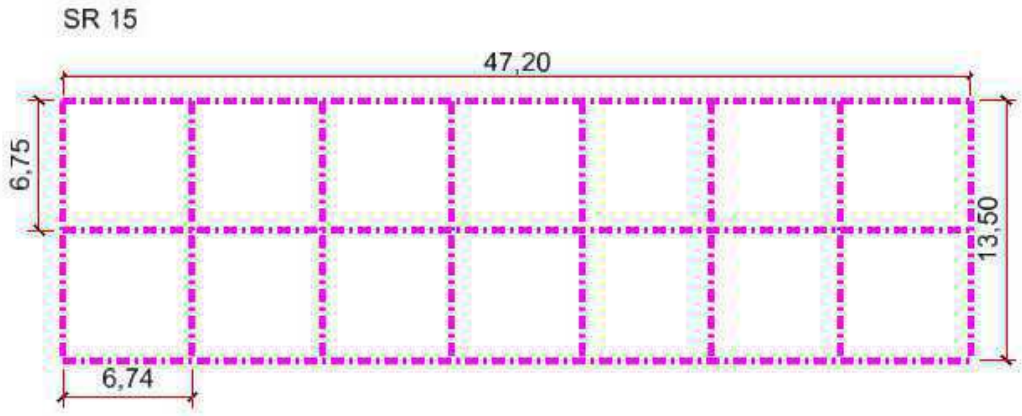


Figura 10 – Malha de Aterramento SR 15

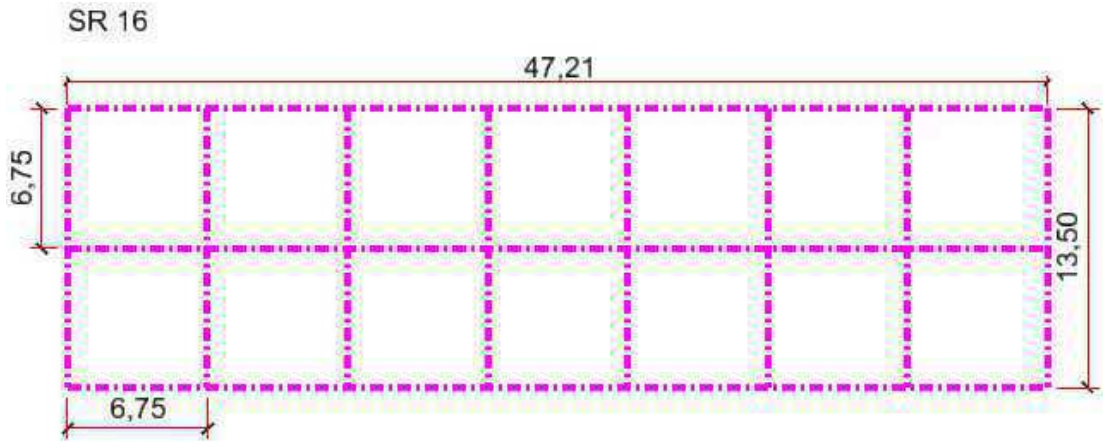


Figura 11 – Malha de Aterramento SR 16

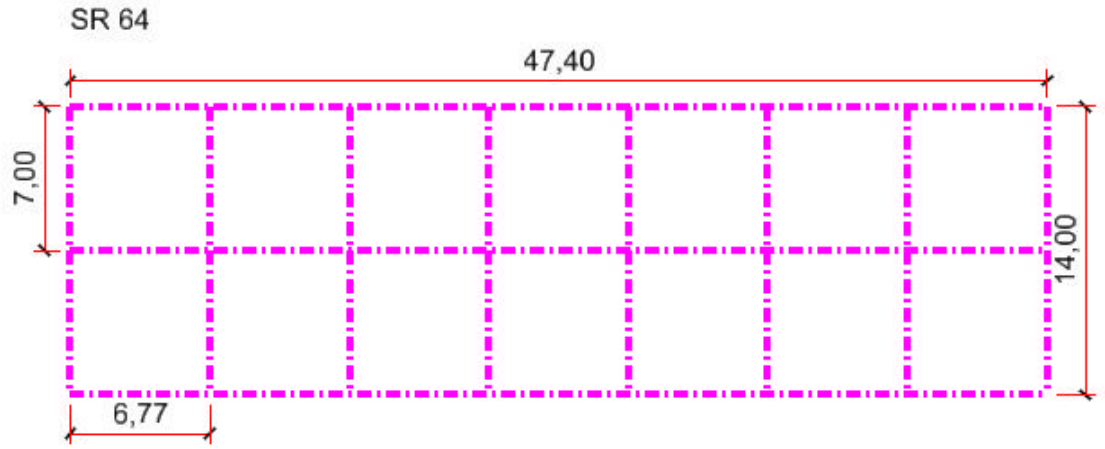


Figura 12 – Malha de Aterramento SR 64

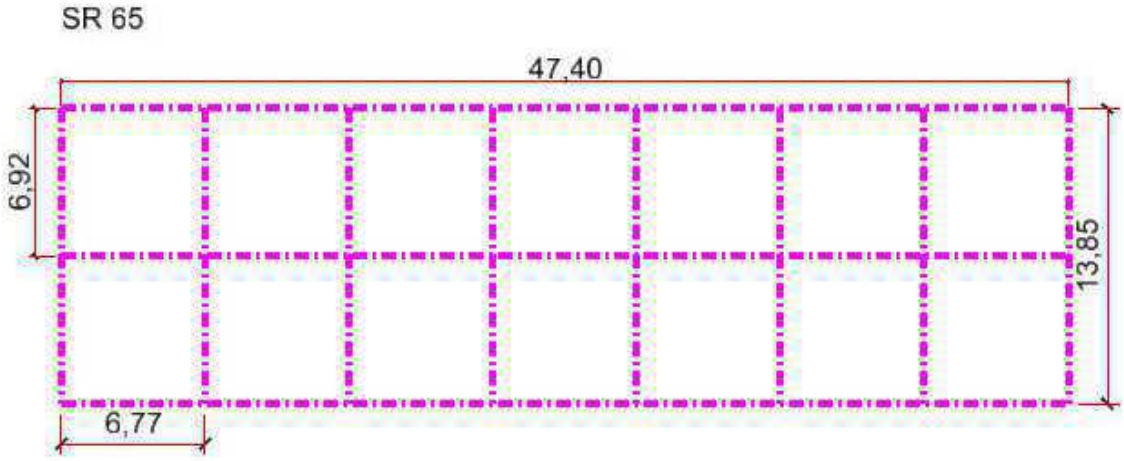


Figura 13 – Malha de Aterramento SR 65

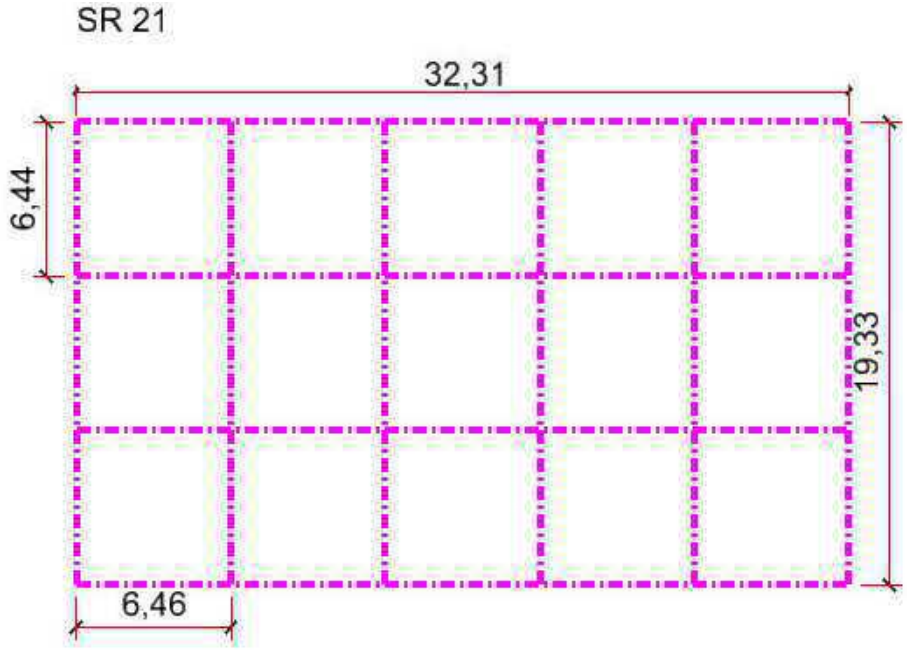


Figura 14 – Malha de Aterramento SR 21

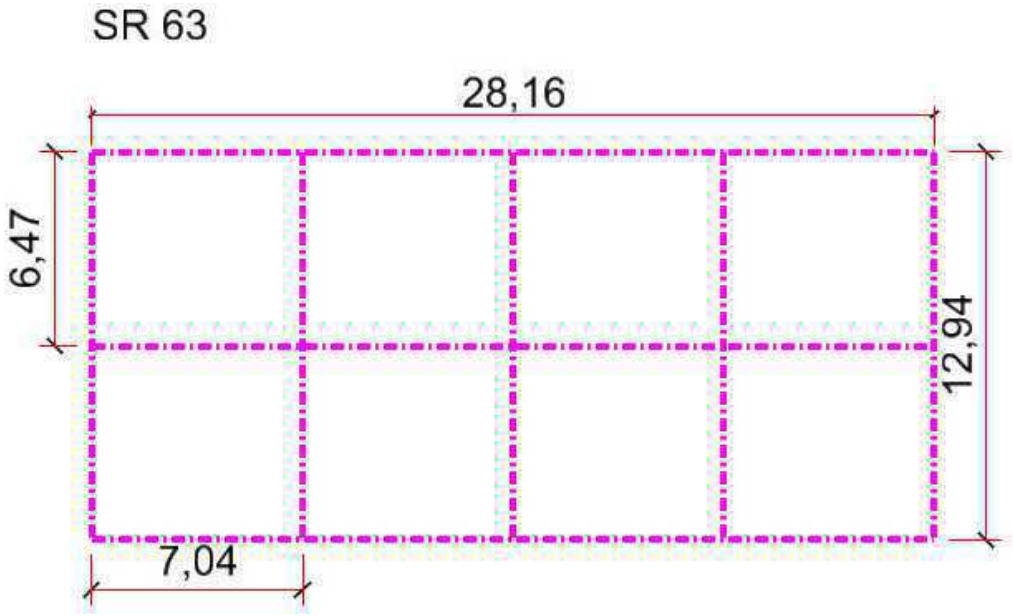


Figura 15 – Malha de Aterramento SR 63



Figura 16 - Malha de Aterramento PEE Hípica

5.10 Potenciais de Passo e Toque Calculados

5.11 Verificação dos potencias

TENSÃO DE TOQUE

Comparando o máximo valor da tensão de malha com o valor máximo admissível para tensão de toque, verifica-se que a malha projetada garante a segurança de pessoas nas áreas das estações, Subestações Auxiliares e Subestações Retificadoras contra tensões de toque decorrentes de dissipação de correntes de falta. Ver Tabela 19 - Verificação dos potenciais de toque.

Tabela 19 - Verificação dos potenciais de toque

Subestação Retificadora	Etoque50 permissível (V)	Vt calculado (V)
SR 15	880,20	436,89
SR 16	877,71	759,69
SR 64	854,69	175,18
SR 65	877,01	329,30
SR 21	856,86	544,73
SR 63	853,56	307,52
Setor Hipica	884,21	94,59

TENSÃO DE PASSO

Comparando o máximo valor da tensão de passo com o valor máximo admissível para esta tensão, verifica-se que a malha projetada garante a segurança de pessoas nas áreas das estações e Subestações Retificadoras contra tensões de passo decorrentes de dissipação de correntes de falta. Ver Tabela 20 - Verificação potenciais de passo.

Tabela 20 - Verificação potenciais de passo

Subestação Retificadora	Epasso50 permissível (V)	Vp calculado (V)
SR 15	3028,64	66,95
SR 16	3018,70	116,36
SR 64	2926,60	26,52
SR 65	3015,89	50,03
SR 21	2935,30	57,70
SR 63	2922,08	34,54
Setor Hipica	3044,68	63,13

6 CONCLUSÃO

As estações, Subestações Auxiliares e Subestações Retificadoras da expansão do Metrô - DF deverão possuir uma malha de aterramento com cabo de cobre nu de 50 mm², lançada no solo a uma profundidade de 0,80m. Esta malha por sua vez será recoberta por uma camada de concreto conforme especificado na Tabela 2 - Estratificação do solo.

A geometria deverá ser de acordo o item 5.9 PROJETO DA MALHA.

A PEE Hípica deverá possuir uma malha de aterramento com cabo de cobre nu 50 mm², lançada no solo a uma profundidade de 2,20m logo abaixo dos cubículos e 0,80m no restante da área, conforme geometria apresentada no item 5.9 PROJETO DA MALHA.

Para a elaboração do Projeto Executivo é imprescindível e obrigatória à realização de novas medições da resistividade do solo com o terreno terraplenado e projeto da rede da concessionária para alimentação das Subestações Retificadoras.

7 TENSÃO DO CORPO E TENSÃO DE TOQUE EM SISTEMAS DE TRAÇÃO DE CORRENTE CONTÍNUA

A norma técnica 50122-1:2011 defini como tensão do corpo (body voltage) como o produto da corrente através do corpo e a impedância do mesmo.

Os valores máximos permissíveis da tensão do corpo são apresentados na Tabela 21, abaixo:

Tabela 21 - Tensões do corpo máximas permissíveis da norma técnica 50122-1

Table 5 — Maximum permissible body voltages $U_{b,\,max}$ in d.c. traction systems as a function of time duration

t s	$U_{b,\,max}$ V
> 300	120
300	150
1	160
0,9	165
0,8	170
0,7	175
0,6	180
0,5	190
0,4	205
0,3	220
0,2	245
0,1	285
0,05	325
0,02	370

Key

t time duration

$U_{b,\,max}$ permissible body voltage

Já a tensão de toque é definida como a tensão entre partes condutoras quando tocadas simultaneamente por uma pessoa ou animal.

O caminho condutor através do corpo é convencionalmente da mão para os dois pés (distância horizontal de 1m).

Os valores efetivos das tensões de toque são influenciados pela impedância da pessoa ou animal em contato elétrico com as partes condutoras dos circuitos ou equipamentos.

A potencial tensão de toque é definida como a tensão simultaneamente acessível entre as partes condutoras, quando as mesmas não estão sendo tocadas por uma pessoa ou animal.

A norma técnica 50122-1:2011 defini também como potencial do Terra da Via, a diferença de potencial que ocorre entre os trilhos de rolamento e a terra.

Segundo a norma técnica supracitada, a fim de determinar quando uma tensão de toque inadmissível pode ocorrer, nas estações de passageiros e em outros pontos relevantes, o potencial do terra da via (TV) deve ser avaliado para ambas as situações, de operação normal e na ocorrência de faltas, com base na queda de tensão do circuito de retorno.

As tensões de toque admissíveis são distinguidas com relação ao tempo de duração: longa exposição para condições de operação normal de funcionamento do sistema metroviário e curta exposição para condições de falta.

Condições de longa exposição: t≥ 0,7s a tensão de toque efetiva não deve exceder os valores para a tensão do corpo mostradas na Tabela 22.

Condições de curta exposição: t< 0,7s as tensão do corpo são consideradas satisfeitas, se os valores para as tensões de toque da Tabela 22 não forem excedidos.

Tabela 22 - Máxima tensão de toque permissível da norma técnica 50122-1

EN 50122-1:2011 – 60 –

Table 6 — Maximum permissible effective touch voltages $U_{te, max}$ in d.c. traction systems as a function of time duration

t s	$U_{te, max}$ long-term V	$U_{te, max}$ short-term V
> 300	120	-
300	150	-
1	160	-
0,9	165	-
0,8	170	-
0,7	175	-
< 0,7	-	350
0,6	-	360
0,5	-	385
0,4	-	420
0,3	-	460
0,2	-	520
0,1	-	625
0,05	-	735
0,02	-	870

Key
t time duration
$U_{te, max}$ permissible effective touch voltage

Em oficinas e locais similares a efetiva tensão de toque não deve exceder o limite de 60V.

8 PROTEÇÃO CONTRA OS PERIGOS DA ELEVAÇÃO DO POTENCIAL DO TERRA DE VIA (TV) EM RELAÇÃO AO (TEE) - PREMISSAS A SEREM VERIFICADAS E OBRIGATORIAMENTE OBEDECIDAS

As premissas abaixo descritas devem ser verificadas em todas as estações, pois os aspectos que envolvem a segurança do usuário e do pessoal operativo são de vital importância em todas as instalações metroviárias. Devemos ter não só dispositivos de monitoração como também dispositivos de proteção que venham numa primeira fase operar alertando (emissão de alarme) e numa fase seguinte promovendo operação adequada da proteção para desta forma garantir a segurança dos usuários no caso de uma falha de isolação dos elementos envolvidos.

Métodos de medição da efetiva tensão de toque podem ser verificados no anexo E da norma técnica [2] EN 50122-1:2011 - Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock.

Segundo a norma técnica supracitada a efetiva tensão de toque é sempre menor do que a potencial tensão de toque. Portanto, uma avaliação simples é possível realizando uma medição da potencial tensão de toque, utilizando um voltímetro com uma resistência interna elevada e um apropriado eletrodo de terra.

As instalações de proteção do Metro-DF devem garantir que em locais acessíveis ao público, em todas as plataformas de estações onde possam surgir tensões de toque inadmissíveis para os usuários, devem ser previstos dispositivos que proporcionem a proteção dos mesmos, limitando os valores destas tensões sem, no entanto, agir sobre o desligamento do sistema elétrico.

Estes dispositivos são os chamados de “Curto - Circuitadores de Terra”. Este equipamento, nos casos que serão citados a seguir, onde as tensões de toque ultrapassem os valores máximos admissíveis, deverá colocar em curto-circuito o terra da via (TV) com o Terra Estrutural da Estação (TEE), nos tempos especificados pela Tabela 22 - Máxima tensão de toque permissível da norma técnica 50122-1.

Para as Especificações Técnicas do Curto-Circuitador de Terra ver ET.4/EX.99/00.502 e Diagrama Unifilar DG.3-EX.99-00.502.

As elevações de tensão em situação normal de operação ou em condições de defeito, que ultrapassam os valores máximos permitidos deverão ser eliminadas pelos “Curto-Circuitadores de Terra” que irão atuar basicamente nas seguintes situações:

a) Aumento da corrente e consequente elevação além dos limites permitidos da tensão de toque devido à partida de certo número de trens superior aquele previsto para a operação normal. Trata-se de uma situação excepcional e temporária, pois logo em seguida o trafego de trens é rapidamente normalizado, e em consequência as tensões de toque também.
b) Falha na proteção de corrente contínua para tração ou corrente alternada em baixa tensão, como por exemplo, o não desligamento de um disjuntor por defeito não franco fase-terra, em um equipamento qualquer, provocando tensões de toque além dos limites permissíveis.

9 CONCLUSÕES DO SISTEMA DE TRAÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA

Deve haver obrigatoriamente em todas as estações não só monitoramento das tensões entre o terra da via –TV e o terra externo estrutural -TEE através de voltímetro registrador, como também dispositivos de proteção que venham a operar dando primeiramente alarme e depois operando a proteção para evitar que os valores de elevação do (TV) em relação ao (TEE) superem os valores máximos admissíveis.

Durante a fase executiva do projeto, deve o projetista avaliar os itens contemplados, os dados e os resultados obtidos no Projeto Básico, de forma a possibilitar propor inclusões, alterações ou correções para o desenvolvimento do Projeto Executivo e possíveis ações complementares a serem adotadas na fase de implantação, bem como o de subsidiar as obras civis de forma a sintonizar e sincronizar as implantações tanto de obras civis com a infraestrutura elétrica, malhas elétricas, cordoalhas, pontos de acesso, pontos de passagens, valas, suportes, fixações, acessos a estruturas confinadas, facilidades ao

Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, correntes de fuga, equalização de potenciais elétricos entre via e estruturas e demais que se fizerem necessárias. Todas as alterações propostas devem ser justificadas e apresentadas previamente ao Metrô-DF.

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5N-PE-0600-0

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	SR63 E ESTAÇÕES 28, 29, 35, 36 e 41
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF		
AUTORES DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO	CREA N° 5060007017
RESPONSÁVEL TÉCNICO		CREA N°

METRÔ - DF

VISTO	DATA
APROVADO	DATA
ESCALA	ETAPA DO PROJ. **BÁSICO**
N MICROFILME	FOLHA **1/44**

SISTEMA
ENERGIA

SUB-SISTEMA
SISTEMA DE ATERRAMENTO

LOCAL
GERAL – SR63 E ESTAÇÕES 28, 29, 35, 36 e 41

TIPO/ ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO	AREA DE CONST.
DETALHES E MATERIAIS PADRONIZADOS.	
CODIFICAÇÃO **PP.4/00.99/J4 .001**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER 0198/14 - TEN	03/09/14	PVdJ	LIL	ITF		
0	EMISSÃO INICIAL	15/08/14	PVdJ	LIL	ITF		
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	DATA	APROVO
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ-DF
PP.4/00.99/J4.001

SISTEMA DE ATERRAMENTO – GERAL SR 63 e ESTAÇÕES 28, 29, 35, 36 e 41 DETALHES E MATERIAIS PADRONIZADOS

PROJETO BÁSICO

ÍNDICE PÁG.

1 - OBJETIVO 5

2 - LISTA DE CÓDIGOS DOS DETALHES EM ANEXO 6

3 - NOTAS GERAIS 9

4 - SIMBOLOGIA 11

5 - ANEXOS 12

6 - EAT – ATERRAMENTO, CABOS E ACESSÓRIOS 25

7 - ECO– CONECTORES, BORNES, TERMINAIS E ACESSÓRIOS 41

8 - EEL – ELETRODUTOS, CAIXAS E ACESSÓRIOS 43

1 - OBJETIVO

Padronização dos detalhes e dos materiais de aterramento para o projeto básico da expansão do metrô de Brasília – Extensão Ceilândia (Estação 28 e 29), Extensão Samambaia (SR63 e Estação 35 e 36) e Extensão Asa Norte (Estação 41).

Os detalhes e materiais padronizados contidos neste documento são utilizados nos seguintes desenhos:

DE.4/28.1N/J4.001 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta
DE.4/28.1N/J4.002 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta
DE.4/28.1N/J4.003 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta
DE.4/28.1N/J4.004 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta
DE.4/28.1N/J4.005 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta
DE.4/28.1N/J4.006 - Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Ceilândia - Estação 28 Planta de Cobertura
DE.4/29.1P/J4.001 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta
DE.4/29.1P/J4.002 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta
DE.4/29.1P/J4.003 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta
DE.4/29.1P/J4.004 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta
DE.4/29.1P/J4.005 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta
DE.4/29.1P/J4.006 - Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Ceilândia - Estação 29 Planta de Cobertura
DE.4/35.7G/J4.001 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 35 - Planta
DE.4/35.7G/J4.002 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Planta
DE.4/35.7G/J4.003 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Planta
DE.4/35.7G/J4.004 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Planta
DE.4/35.7G/J4.005 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Seção e Detalhes
DE.4/35.7G/J4.006 - Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Samambaia - Estação 35 Planta de Cobertura
DE.4/36.7H/J4.001 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta
DE.4/36.7H/J4.002 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta
DE.4/36.7H/J4.003 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta
DE.4/36.7H/J4.004 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta
DE.4/36.7H/J4.005 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Seção e Detalhes
DE.4/36.7H/J4.006 - Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Samambaia - Estação 36 Planta de Cobertura
DE.4/41.6M/J4.001 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta
DE.4/41.6M/J4.002 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta
DE.4/41.6M/J4.003 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta
DE.4/41.6M/J4.004 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta
DE.4/41.6M/J4.005 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Seção e Detalhes
DE.4/41.6M/J4.006 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Seção e Detalhes
DE.4/41.6M/J4.007 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Seção e Detalhes
DE.4/41.6M/J4.008 - Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Asa Norte - Estação 41 Planta de Cobertura
DE.4/91.7G/J4.001 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - SR 63 - Planta
DE.4/91.7G/J4.002 - Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Samambaia - SR 63 Planta de Cobertura

2 - LISTA DE CÓDIGOS DOS DETALHES EM ANEXO

A tabela abaixo está identificando os detalhes padronizados através de códigos alfanuméricos, existentes conforme detalhes padronizados para aterramento.

LISTA DE CÓDIGOS	DETALHES PADRONIZADOS – ATERRAMENTO
CÓDIGO	**DESCRIÇÃO**
A001	Conexão Exotérmica de Cabos em Emenda
A002	Conexão Exotérmica de Cabos Cruzados Sobrepostos
A003	Conexão Exotérmica de Cabos em Derivação
A009	Conexão Exotérmica de Cabo a Haste
A014	Conexão Exotérmica de Cabos a Tubos e Perfis Horizontais / Verticais

A057	Cabo Emergindo em Piso de Concreto para Continuação Futura
A060	Conexão de Cabo de Aterramento às barras de Aço Estrutural com Ø 6 a 16 mm e 20 a 32 mm
A066	Fixação de Chapa de Aço a Estruturas Metálicas
A070	Conexão de Cabo de Aterramento à Extremidade de Eletrodutos
A080	Afloramento em Piso ou Parede

A114	Passagem de Cabo de Aterramento por Junta de Expansão
A145	Passagem de Cabo de Aterramento 50mm² por Caixa de Passagem

3 – NOTAS GERAIS

1 – Dimensões em milímetro, exceto onde há indicação contrária.

2 – Todas as conexões embutidas ou enterradas deverão ser exotérmicas, exceto onde não for aplicável. Por exemplo: Tubos pequenos, guias, encaixes de ralos, esquadrias para tampas etc., nas quais poderá ser usada solda oxiacetileno com latão.

3 – Na execução de solda exotérmica deverá ser observado o seguinte:

- Usar molde e cartucho adequado.
- O molde deverá estar sem defeito, limpo e seco.
- Os cabos e/ou hastes a serem soldados deverão ser sem deformação, limpos e secos. Limpá-los sempre com escovas de aço e/ou detergente.
- A superfície de ferro e/ou aço a ser soldada deverá ser limpa e seca. Limpá-la sempre com escova de aço ou esmeril e/ou detergente.
- Os cabos a serem soldados, próximo ao molde, não deverão ser tencionados. Usar Grampo, se for necessário, para segurar os cabos.

4 – Na execução de conexões mecânicas deverá ser observado o seguinte:

- Os pontos de conexão devem ser limpos e recobertos com substância protetora contra oxidação (graxa a base de lítio) que melhore a conexão.
- A placa de aço (quando aplicada) deverá ser lixada, limpa e recoberta com substância protetora contra oxidação (graxa a base de lítio) que melhore a conexão.

5 – Os cabos de espera para aterramento, sem indicação de comprimento serão de 1 (um) metro.

6 – O lançamento de cabos em curva, sejam embutidos ou expostos, deverão ter como raio o mínimo de 6 (seis) vezes o diâmetro dos mesmos.

7 – Nas transições de cabos embutidos em concreto para cabo exposto, o cabo deverá ser protegido contra cisalhamento ou fadiga.

8 – A posição dos cabos de aterramento poderá ser obtida pela escala ou cota previamente indicadas.

9 – Todos os detalhes são típicos para uma certa bitola de cabos, parafusos, arruelas, conectores etc. As variações destas bitolas serão conhecidas nas plantas, onde houver indicação das mesmas.

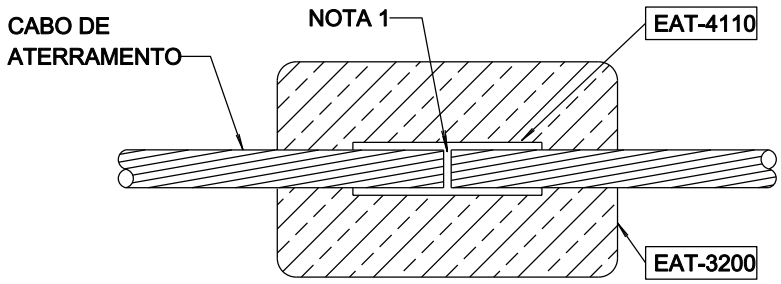
10 – As inscrições alfanuméricas em retângulos referem-se ao código dos materiais padronizados descritos neste documento**.**

4 - SIMBOLOGIA



5 - ANEXOS

A001 CONEXÃO EXOTÉRMICA DE CABOS EM EMENDA



A001

NOTAS:
1 - EMPURRAR OS DOIS CABOS ATÉ O CENTRO DO MOLDE SEM DEIXAR FOLGA.
2 - PARA EMENDA DE CABOS DE BITOLAS DIFERENTES, USAR FITA DE COBRE (EAT-4700) PARA ADAPTAÇÃO.

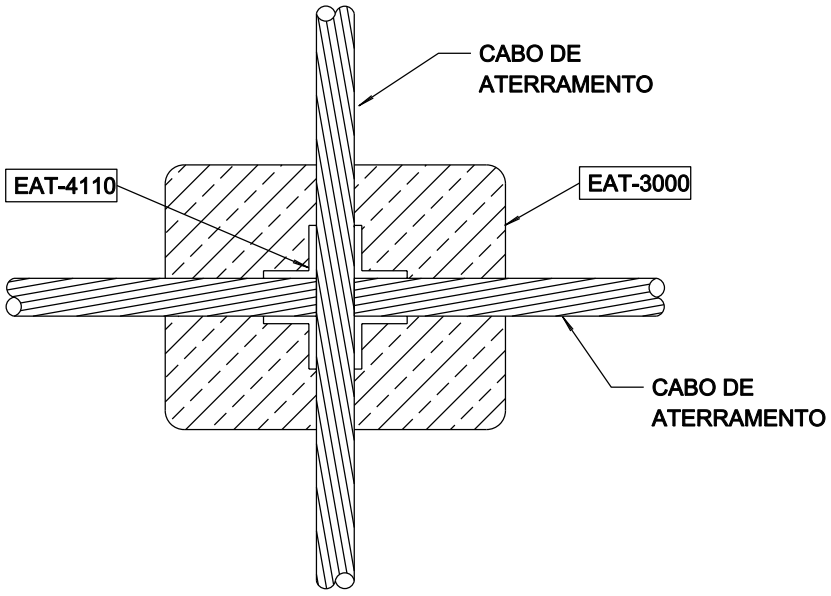
CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
EAT-4110	01	CARTUCHO TIPO PADRÃO, PARA SOLDA EXOTÉRMICA (VER TABELA)
EAT-3200	01	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO EMENDA (VER TABELA)

VARIANTE	CABO	BITOLA (mm²)	CARTUCHO	MOLDE
a	EAT-1000-01	25	EAT-4110-01	EAT-3200-01
b	EAT-1000-02	35	EAT-4110-01	EAT-3200-02
c	EAT-1000-03	70	EAT-4110-03	EAT-3200-03
d	EAT-1000-04	95	EAT-4110-05	EAT-3200-04
e	EAT-1000-05	120	EAT-4110-06	EAT-3200-05
f	EAT-1000-09	50	EAT-4110-01	EAT-3200-09

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

Projeto Básico - Detalhes E Materiais (PP.4/00.99/J4.001) (55910328) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 53

A002 CONEXÃO EXOTÉRMICA DE CABOS CRUZADOS SOBREPOSTOS



A002

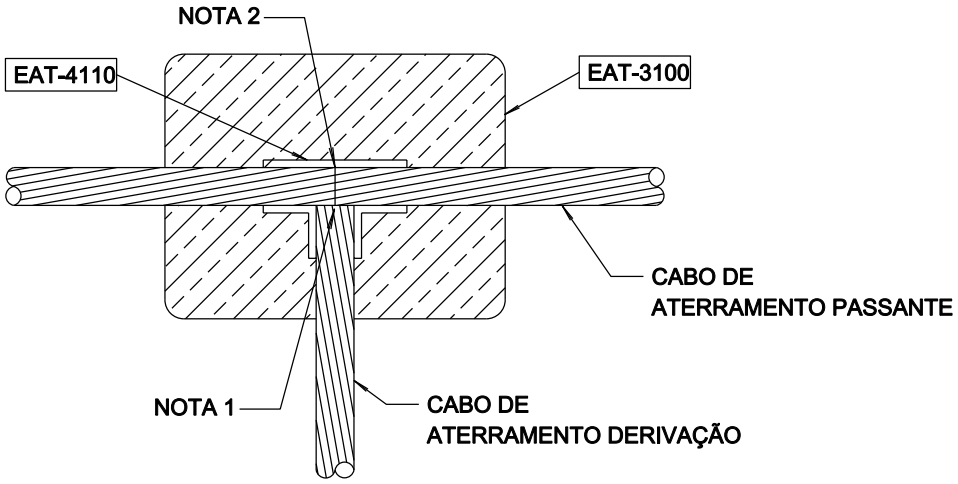
CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
EAT-4110	01 / 02	CARTUCHO TIPO PADRÃO, PARA SOLDA EXOTÉRMICA (VER TABELA)
EAT-3000	01	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO CRUZAMENTO (VER TABELA)

VARIANTE	CABO	BITOLA (mm²)	CARTUCHO	MOLDE
a	EAT-1000-01 / 01	25 - 25	EAT-4110-03	EAT-3000-01
b	EAT-1000-02 / 01	35 - 25	EAT-4110-03	EAT-3000-02
c	EAT-1000-02 / 02	35 - 35	EAT-4110-05	EAT-3000-03
d	EAT-1000-03 / 02	70 - 35	EAT-4110-07	EAT-3000-04
e	EAT-1000-03 / 03	70 - 70	EAT-4110-08	EAT-3000-05
f	EAT-1000-04 / 02	95 - 35	EAT-4110-07	EAT-3000-06
g	EAT-1000-04 / 03	95 - 70	EAT-4110-08	EAT-3000-07
h	EAT-1000-04 / 04	95 - 95	EAT-4110-09	EAT-3000-08
i	EAT-1000-05 / 03	120 - 70	EAT-4110-09	EAT-3000-09
j	EAT-1000-05 / 04	120 - 95	EAT-4110-07 (2 x)	EAT-3000-10
k	EAT-1000-05 / 05	120 - 120	EAT-4110-07 (2 x)	EAT-3000-11
l	EAT-1000-09 / 01	50 - 25	EAT-4110-05	EAT-3000-29
m	EAT-1000-09 / 02	50 - 35	EAT-4110-05	EAT-3000-28
n	EAT-1000-09 / 09	50 - 50	EAT-4110-05	EAT-3000-27
p	EAT-1000-03 / 09	70 - 50	EAT-4110-08	EAT-3000-30

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

Projeto Básico - Detalhes E Materiais (PP.4/00.99/J4.001) (33910328) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 34

A003 CONEXÃO EXOTÉRMICA DE CABOS EM DERIVAÇÃO



A003

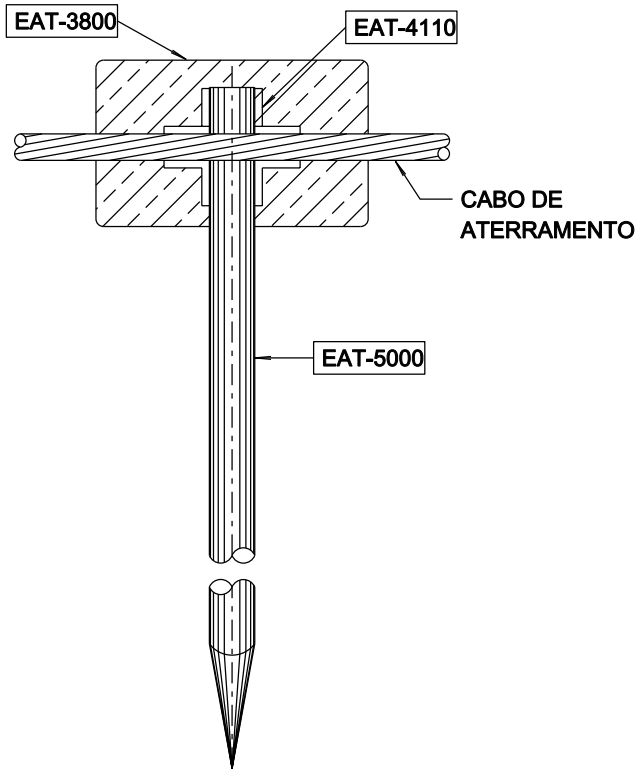
NOTAS:
1 - EMPURRAR O CABO DERIVAÇÃO CONTRA O LADO DO CABO PASSANTE SEM DEIXAR FOLGA.
2 - PARA O CASO DE EMENDA DO CABO PASSANTE NA MESMA CONEXÃO, AS SUAS PONTAS DEVERÃO FICAR AFASTADAS APROXIMADAMENTE 3 mm.

CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
EAT-4110	01	CARTUCHO TIPO PADRÃO, PARA SOLDA EXOTÉRMICA (VER TABELA)
EAT-3100	01	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO DERIVAÇÃO (VER TABELA)

VARIANTE	CABO PASSANTE	CABO DERIVAÇÃO	BITOLA (mm²)	CARTUCHO	MOLDE
a	EAT-1000-01	EAT-1000-01	25 - 25	EAT-4110-01	EAT-3100-01
b	EAT-1000-02	EAT-1000-01	35 - 25	EAT-4110-02	EAT-3100-02
c	EAT-1000-02	EAT-1000-02	35 - 35	EAT-4110-02	EAT-3100-03
d	EAT-1000-03	EAT-1000-02	70 - 35	EAT-4110-02	EAT-3100-04
e	EAT-1000-03	EAT-1000-03	70 - 70	EAT-4110-05	EAT-3100-05
f	EAT-1000-04	EAT-1000-02	95 - 35	EAT-4110-02	EAT-3100-06
g	EAT-1000-04	EAT-1000-03	95 - 70	EAT-4110-05	EAT-3100-07
h	EAT-1000-04	EAT-1000-04	95 - 95	EAT-4110-06	EAT-3100-08
i	EAT-1000-05	EAT-1000-02	120 - 35	EAT-4110-05	EAT-3100-09
j	EAT-1000-05	EAT-1000-03	120 - 70	EAT-4110-05	EAT-3100-10
k	EAT-1000-05	EAT-1000-04	120 - 95	EAT-4110-07	EAT-3100-11
l	EAT-1000-05	EAT-1000-05	120 - 120	EAT-4110-07	EAT-3100-12
m	EAT-1000-09	EAT-1000-01	50 - 25	EAT-4110-02	EAT-3100-30
n	EAT-1000-09	EAT-1000-02	50 - 35	EAT-4110-02	EAT-3100-28
p	EAT-1000-09	EAT-1000-09	50 - 50	EAT-4110-05	EAT-3100-29
q	EAT-1000-03	EAT-1000-09	70 - 50	EAT-4110-05	EAT-3100-31

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

A009 CONEXÃO EXOTÉRMICA DE CABO A HASTE



A009

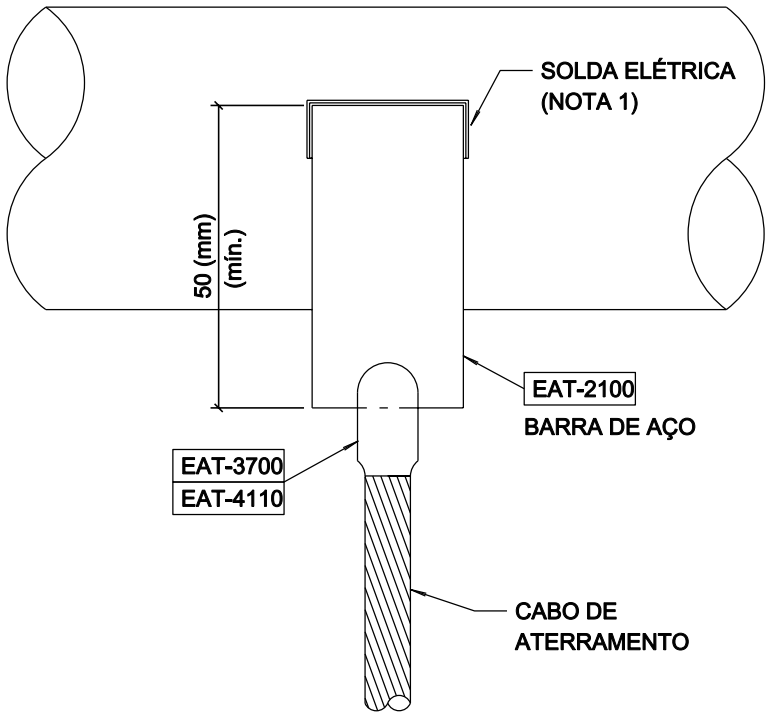
CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
EAT-5000	01	HASTE DE TERRA, TIPO COPPERWELD (VER TABELA)
EAT-4110	01	CARTUCHO TIPO PADRÃO, PARA SOLDA EXOTÉRMICA (VER TABELA)
EAT-3800	01	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO HASTES (VER TABELA)

VARIANTE	HASTE	Ø x COMP.	CABO	BITOLA (mm²)	CARTUCHO	MOLDE
a	EAT-5000-01	3 / 4" x 3 m	EAT-1000-03	70	EAT-4110-06	EAT-3800-01
b	EAT-5000-02	1" x 3 m	EAT-1000-03	70	EAT-4110-06	EAT-3800-02
c	EAT-5000-01	3 / 4" x 3 m	EAT-1000-04	95	EAT-4110-07	EAT-3800-03
d	EAT-5000-02	1" x 3 m	EAT-1000-04	95	EAT-4110-07	EAT-3800-04
e	EAT-5000-01	3 / 4" x 3 m	EAT-1000-09	50	EAT-4110-06	EAT-3800-13
f	EAT-5000-01	3 / 4" x 3 m	EAT-1000-02	35	EAT-4110-05	EAT-3800-16

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

Projeto Básico - Detalhes E Materiais (PP.4/00.99/J4.001) (35910328) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 56

A014 CONEXÃO EXOTÉRMICA DE CABOS A TUBOS E PERFIS HORIZONTAIS / VERTICAIS



A014

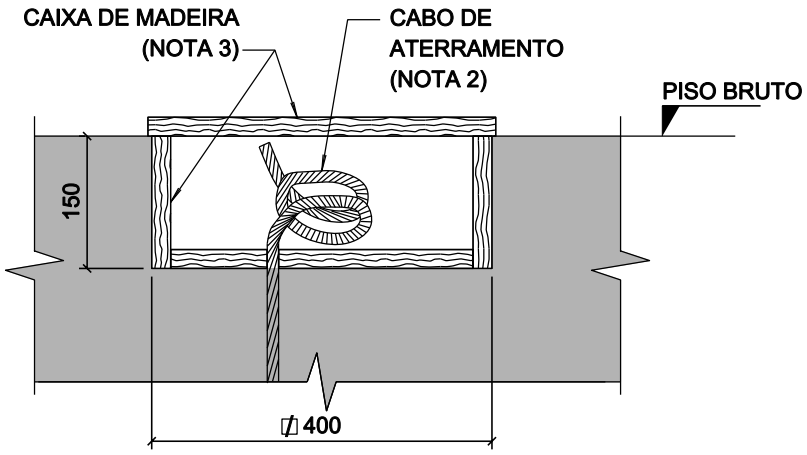
NOTAS:
1 - O ELETRODO USADO PARA SOLDA ELÉTRICA NÃO SERÁ INCLUIDO NA LISTA DE MATERIAIS POR SER CONSIDERADO MATERIAL DE CONSUMO DE OBRA.
2 - A BARRA DEVERÁ SER CORTADA NA OBRA, DEVENDO SER OBSERVADA A DIMENSÃO MÍNIMA.

CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
EAT-2100	01	BARRA CHATA DE AÇO (VER TABELA)
EAT-4110	01	CARTUCHO TIPO PADRÃO, PARA SOLDA EXOTÉRMICA (VER TABELA)
EAT-3700	01	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO BARRA TERMINAL (VER TABELA)

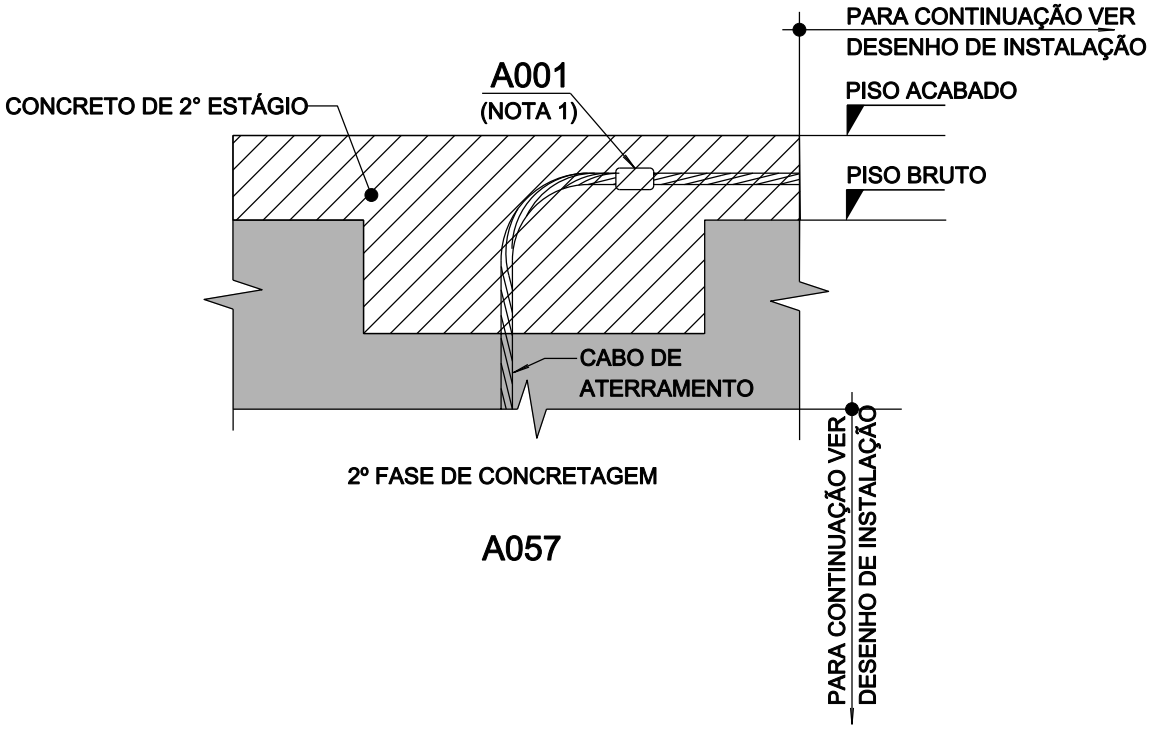
VARIANTE	BARRA	DIM. (POL.)	CABO	BITOLA (mm²)	CARTUCHO	MOLDE
a	EAT-2100-01	1 / 8" x 1"	EAT-1000-02	35	EAT-4110-03	EAT-3700-01
b	EAT-2100-01	1 / 8" x 1"	EAT-1000-03	70	EAT-4110-04	EAT-3700-02
c	EAT-2100-01	1 / 8" x 1"	EAT-1000-04	95	EAT-4110-04	EAT-3700-04
d	EAT-2100-02	1 / 4" x 1"	EAT-1000-03	70	EAT-4110-04	EAT-3700-03
e	EAT-2100-02	1 / 4" x 1"	EAT-1000-04	95	EAT-4110-05	EAT-3700-05
f	EAT-2100-01	1 / 8" x 1"	EAT-1000-09	50	EAT-4110-03	EAT-3700-12

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

A057 CABO EMERGINDO EM PISO DE CONCRETO PARA CONTINUAÇÃO FUTURA



1º FASE DE CONCRETAGEM



2º FASE DE CONCRETAGEM

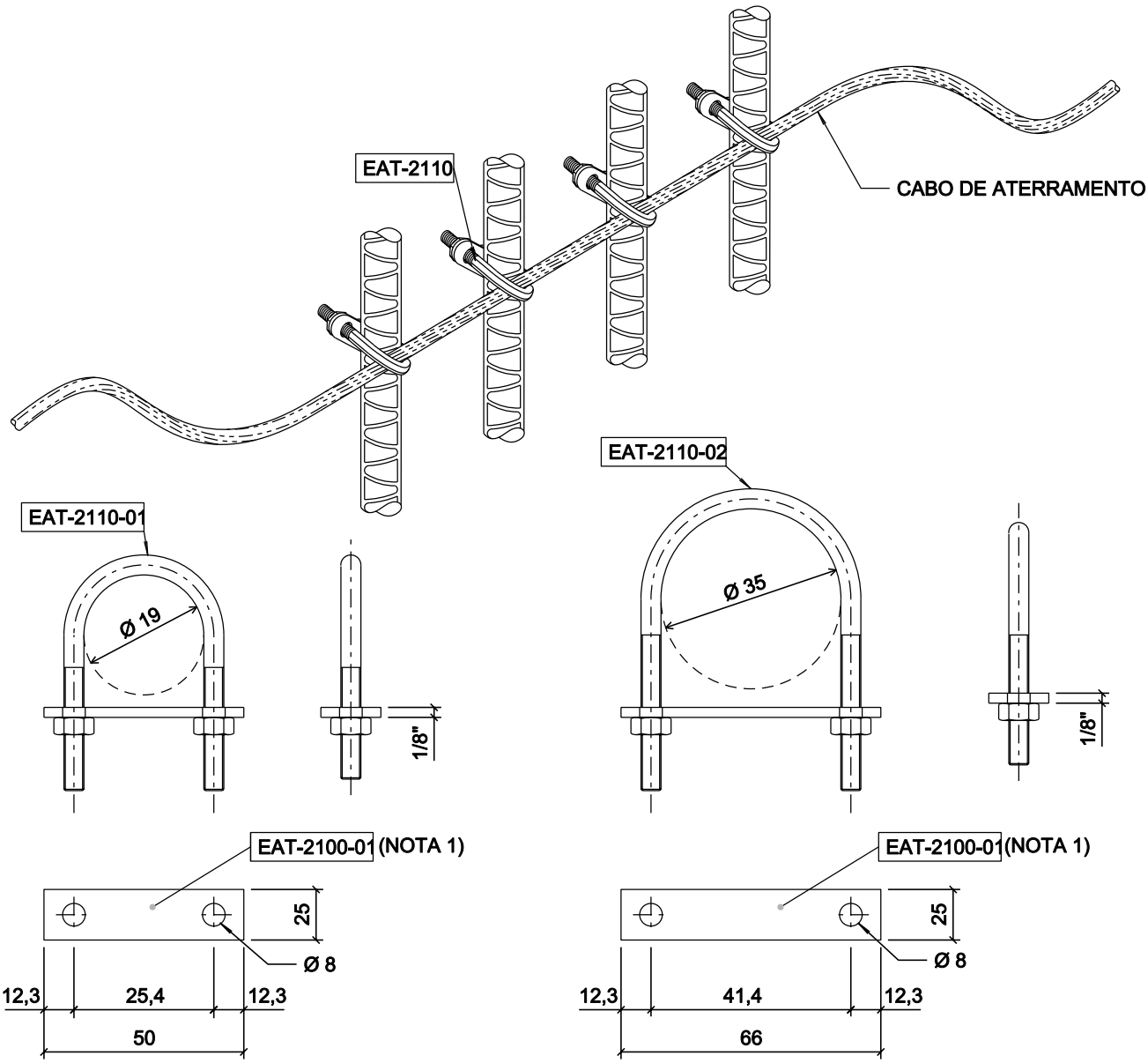
A057

NOTAS:
1 - A IDENTIFICAÇÃO DA CONEXÃO E A BITOLA DO CABO SERÃO IDENTIFICADAS NO DESENHO DE INSTALAÇÃO.
2 - DEIXAR 500 mm DE CABO NA CAIXA PARA CONEXÃO FUTURA.
3 - PREENCHER A CAIXA DE MADEIRA COM SERRAGEM.

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

Projeto Básico - Detalhes E Materiais (PP.4/00.99/J4.001) (35910328) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 58

A060 CONEXÃO DE CABO DE ATERRAMENTO ÀS BARRAS DE AÇO ESTRUTURAL COM Ø 6 a 16 mm E 20 a 32 mm



NOTAS:

1 - CORTAR E FURAR NA OBRA.

2 - QUANDO INDICADA A ELEVAÇÃO JUNTO AO DETALHE, A CONEXÃO DEVERÁ SER FEITA NAS BARRAS DE AÇO MAIS PRÓXIMAS A ELA.

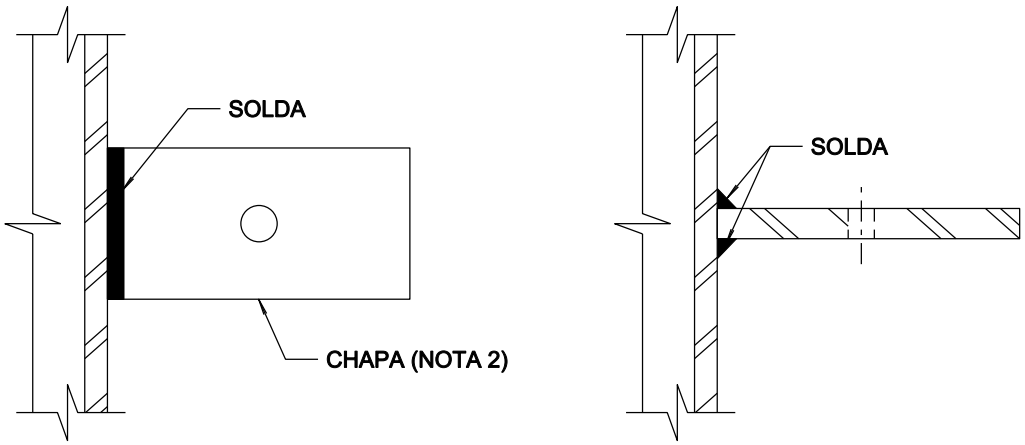
CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
EAT-2100	300 mm	BARRA CHATA DE AÇO
EAT-2110	04	BRAÇADEIRA ESTRUTURAL

VARIANTE	BRAÇADEIRA	BARRA CHATA DE AÇO	BARRA DE AÇO ESTRUTURAL (Ø mm)
a	EAT-2110-01	EAT-2100-01	6 a 16
b	EAT-2110-02	EAT-2100-01	20 a 32

CLIENTE METRO-DF | ENGEVIX | CODIFICAÇÃO PP.4/00.99/J4.001

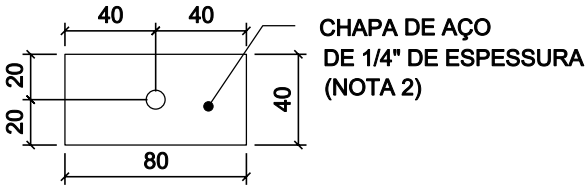
ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

A066 FIXAÇÃO DE CHAPA DE AÇO A ESTRUTURAS METÁLICAS



PLANTA PERFIL

A066



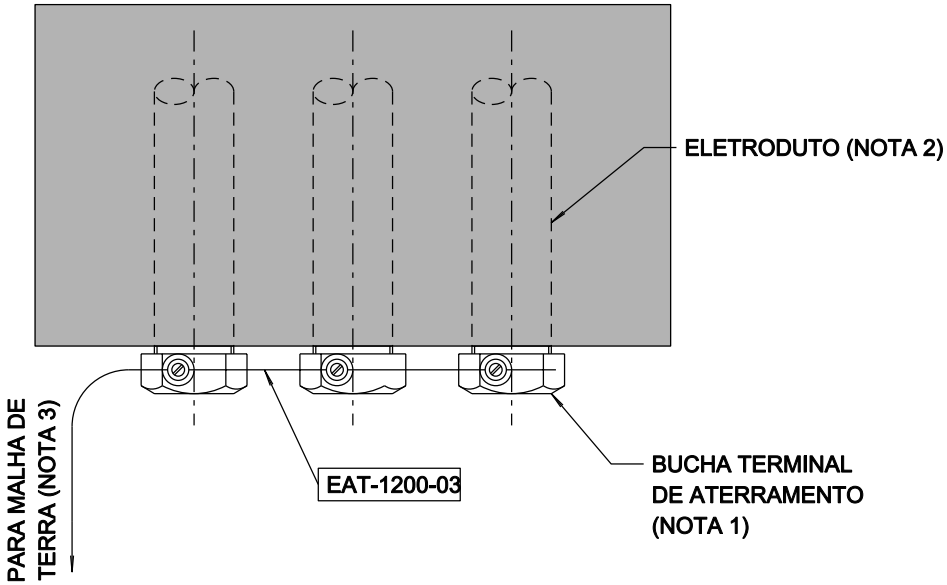
NOTAS:

1 - ESTE DETALHE PODE SER APLICADO A PASSADIÇOS, PASSARELAS, CORRIMÕES DE ESCADAS, GUARDA-CORPOS TUBULAÇÕES DE AÇO, TRILHOS E OUTROS.

2 - A CHAPA DE AÇO (FORNECIDA PELA OBRA) DEVERÁ SER LIXADA E RECOBERTA COM SUBSTÂNCIA PROTETORA CONTRA CORROSÃO (PODERÁ SER GRAXA A BASE DE LÍTIO) QUE MELHORE A CONEXÃO.

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

A070 CONEXÃO DE CABO DE ATERRAMENTO À EXTREMIDADE DE ELETRODUTOS



A070

NOTAS:

1 - AS BUCHAS TERMINAIS DE ATERRAMENTO SERÃO DETERMINADAS NO DESENHO DE INSTALAÇÃO DE ACORDO COM A BITOLA DOS ELETRODUTOS.

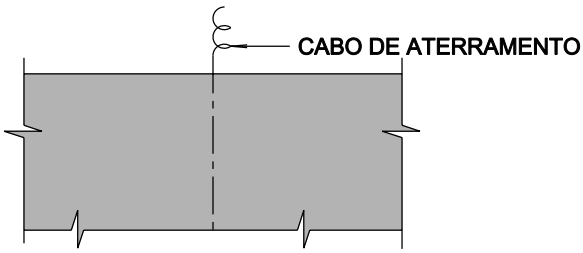
2 - OS ELETRODUTOS SERÃO DETERMINADOS NOS DESENHOS DE INSTALAÇÃO E PODERÃO SER EMBUTIDOS OU APARENTES.

3 - A BITOLA DO CABO DE ATERRAMENTO SERÁ DETERMINADA NO DESENHO DE INSTALAÇÃO.

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

Projeto Básico - Detalhes E Materiais (PP.4/00.99/J4.001) (55910328) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 61

A080 AFLORAMENTO EM PISO OU PAREDE



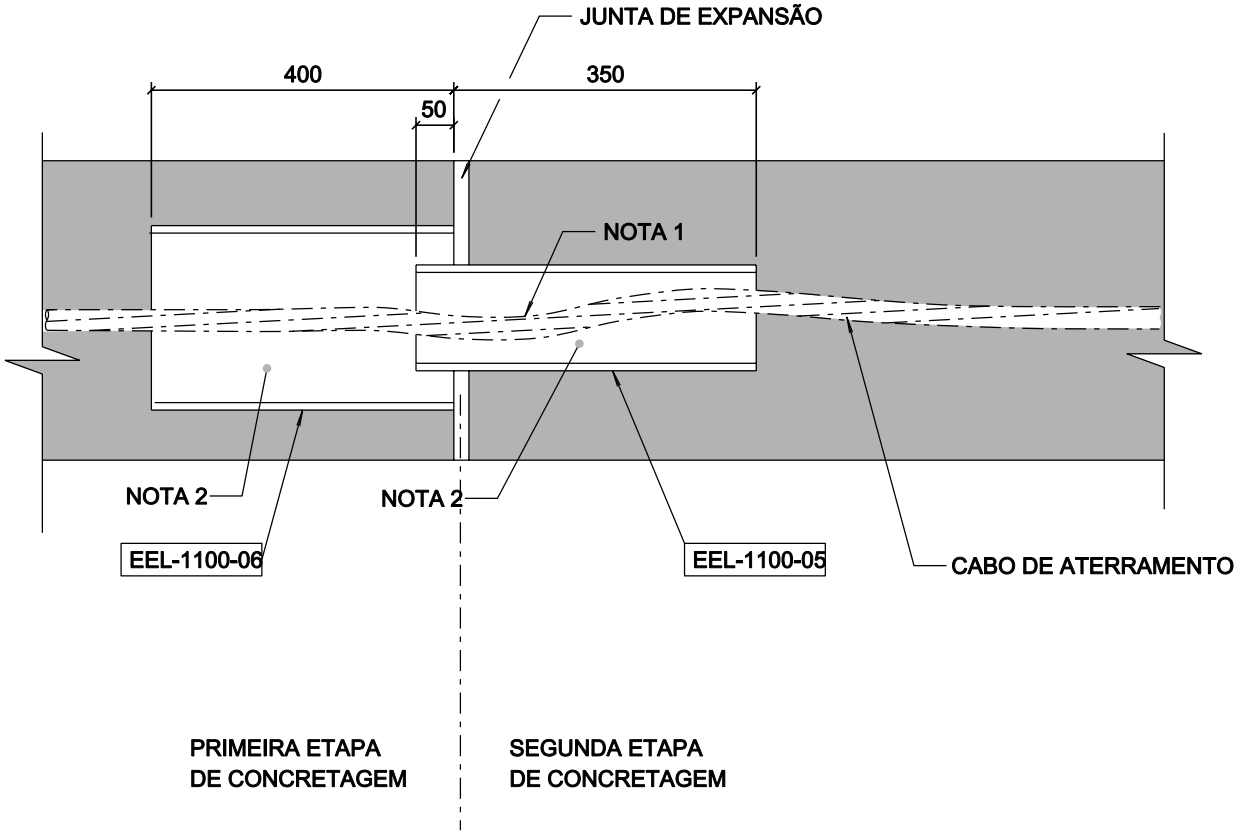
A080

VARIANTE	CABO	BITOLA (mm²)
a	EAT-1000-01	25
b	EAT-1000-02	35
c	EAT-1000-03	70
d	EAT-1000-04	95
e	EAT-1000-09	50
f	EAT-1000-05	120
g	EAT-1000-06	150

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

Projeto Básico - Detalhes E Materiais (PP.4/00.99/J4.001) (55910328) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 62

A114 PASSAGEM DE CABO DE ATERRAMENTO POR JUNTA DE EXPANSÃO



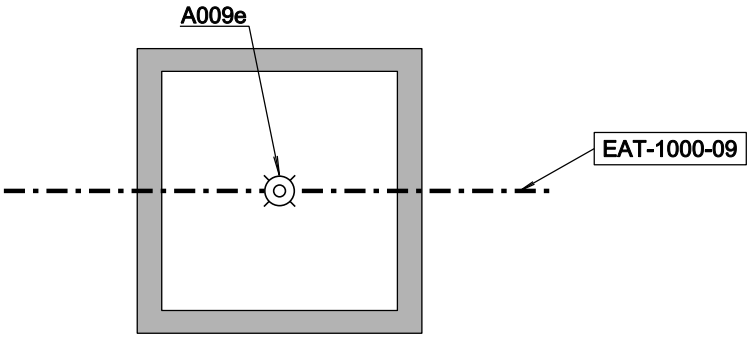
NOTAS:
1 - DEIXAR O CABO FROUXO COM FOLGA PARA MOVIMENTO DA JUNTA
2 - ESTOPA E ALGODÃO

CÓDIGO	QUANT.	DESCRIÇÃO
EEL-1100-05	400 mm	ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO GALVANIZADO
EEL-1100-06	400 mm	ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO GALVANIZADO

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

Projeto Básico - Detalhes E Materiais (PP.4/00.99/J4.001) (33910328) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 63

A145 PASSAGEM DE CABO DE ATERRAMENTO 50mm² POR CAIXA DE PASSAGEM



CLIENTE		CODIFICAÇÃO
METRO-DF	ENGEVIX	PP.4/00.99/J4.001

ESTE DESENHO É DE PROPRIEDADE DA ENGEVIX - NÃO PODE SER TRANSFERIDO OU USADO PARA OUTROS FINS SEM AUTORIZAÇÃO ESCRITA

6 - EAT - ATERRAMENTO, CABOS E ACESSÓRIOS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
EAT-1000	CABO DE COBRE NU, TÊMPERA MEIO DURO
EAT-1200	FIO DE COBRE NU, TÊMPERA MEIO DURO
EAT-1300	CORDOALHA CHATA DE COBRE ESTANHADA
EAT-1400	CORDOALHA FLEXÍVEL DE COBRE ESTANHADO
EAT-1405	CORDOALHA FLEXÍVEL DE COBRE ESTANHADO
EAT-1640	MALHA DE ATERRAMENTO PRÉ-FABRICADA, EM FIOS DE COBRE NÚ - SEÇÃO 35mm²
EAT-1650	MALHA DE ATERRAMENTO PRÉ-FABRICADA, EM FIOS DE COBRE NÚ - SEÇÃO 50mm²
EAT-1800	TELA SOLDADA NERVURADA
EAT-2000	BARRA CHATA DE COBRE
EAT-2100	BARRA CHATA DE AÇO
EAT-2110	BRAÇADEIRA ESTRUTURAL TIPO "U"
EAT-3000	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO CRUZAMENTO, SOBREPOSTA
EAT-3100	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO DERIVAÇÃO
EAT-3200	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO EMENDA
EAT-3500	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO TRILHO
EAT-3700	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO BARRA TERMINAL
EAT-3800	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO HASTES
EAT-3930	MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO DE MALHA PRÉ-FABRICADA COM CABO.
EAT-4110	PÓ DE SOLDA PADRÃO
EAT-4120	PÓ DE SOLDA LIGA ESPECIAL
EAT-4700	FITA DE COBRE PARA ADAPTAÇÃO DE CABOS
EAT-5000	HASTE DE ATERRAMENTO DE AÇO-COBRE.
EAT-5100	MASTRO SIMPLES COM REDUÇÃO.
EAT-5200	BASES DE ALUMÍNIO FUNDIDO PARA MASTROS.
EAT-6000	PÁRA-RAIO DE BRONZE SILICIOSO COM PONTAS
EAT-6100	PARA RAIOS TIPO FRANKLIN DE 4 PONTAS.
EAT-6200	TERMINAIS ÁEREOS H = 600 MM Ø 3/8" C/ BANDEIRINHA
EAT-6300	TERMINAIS ÁEREOS H = 600 MM Ø 3/8" S/ BANDEIRINHA
EAT-6400	TERMINAIS ÁEREOS H = 350 MM Ø 3/8" C/ BANDEIRINHA
EAT-6500	TERMINAIS ÁEREOS Ø 3/8" S/ BANDEIRINHA
EAT-7000	SUPORTE GUIA TIPO REFORÇADO
EAT-7050	SUPORTE GUIA TIPO SIMPLES
EAT-7100	ABRAÇADEIRA GUIA PARA MASTRO.
EAT-7150	ABRAÇADEIRAS PARA ATERRAMENTO DE MASTROS
EAT-7300	SUPORTE GUIA TIPO CURTO
EAT-7400	ABRAÇADEIRA PARA ELETRODUTO, H= 200 MM
EAT-7610	CAIXA DE INSPEÇÃO PARA ATERRAMENTO
EAT-7620	TAMPA PARA CAIXA DE INSPEÇÃO PARA ATERRAMENTO

CABO DE COBRE NU, TÊMPERA MEIO DURO — EAT-1000

Cabo de cobre nu, eletrolítico, têmpera meio duro, secão nominal em mm², encordoamento simples. (Referência: SIEMENS, PIRELLI ou similar).

CÓDIGO	SEÇÃO NOMINAL (mm²)	CLASSE DE ENCORDOAMENTO
EAT-1000-01	25	2A
EAT-1000-02	35	2A
EAT-1000-03	70	3A
EAT-1000-04	95	3A
EAT-1000-05	120	3A
EAT-1000-06	150	3A
EAT-1000-07	185	3A
EAT-1000-08	240	3A
EAT-1000-09	50	3A
EAT-1000-10	16	2A
EAT-1000-11	10	2A
EAT-1000-12	6	2A
EAT-1000-13	4	2A

FIO DE COBRE NU, TÊMPERA MEIO DURO — EAT-1200

Fio de cobre nu, eletrolítico, de seção circular, têmpera meio duro, diâmetro nominal em mm.(Referência: SIEMENS, PIRELLI ou Similar).

CÓDIGO	DIÂMETRO NOMINAL (mm)	SEÇAÕ NOMINAL EQUIVALENTE mm²
EAT-1200-01	2.24	4
EAT-1200-02	2.80	6
EAT-1200-03	3.55	10
EAT-1200-04	4.50	16
EAT-1200-05	5.60	25

CORDOALHA CHATA DE COBRE ESTANHADA — EAT-1300

Cordoalha chata de cobre estanhada para ligação a terra de equipamentos elétricos. (Referência: SAME ou similar).

CÓDIGO	LARGURA (pol)	DIM.EXT. APROX.-mm	SEÇÃO (mm²)
EAT-1300-01	3/8	9.5 x 1.6	5.8
EAT-1300-02	1/2	13.0x1.6	9.8
EAT-1300-03	3/4	19.0x2.0	18.0

CORDOALHA FLEXÍVEL DE COBRE ESTANHADO — EAT-1400

Cordoalha flexível de cobre estanhado com encapamento de chapa de cobre nas extremidades com 2 furos de 11 mm, largura de 35 mm, espessura do encapamento de 8,5 mm, capacidade mínima de 190A. (Referência: BURNDY ou similar).

CÓDIGO	COMPRIMENTO (m)	REF. FABRICANTE
EAT-1400-01	0.30	
EAT-1400-02	0.40	BD12
EAT-1400-03	0.60	BD12
EAT-1400-04	0.80	BD12
EAT-1400-05	1.00	BD12

CORDOALHA FLEXÍVEL DE COBRE ESTANHADO — EAT-1405

Cordoalha flexível de cobre estanhado, contendo 2 furos com diâmetro de 14mm, largura de 40mm, espessura de 10mm, comprimento (VER TABELA), capacidade mínima de 300A. (REF.: LOGAN ou similar)

CÓDIGO	COMPRIMENTO (mm)	REFERÊNCIA FABRICANTE
EAT-1405-01	220	LOGAM

MALHA DE ATERRAMENTO PRÉ-FABRICADA DE FIO DE COBRE NÚ SEÇÃO 35mm² — EAT-1640

Malha de aterramento pré-fabricada, formada por fios de cobre nú seção 35mm² fabricados e fornecidos de acordo com a NBR 5111, reticulado quadrado com espaçamento conforme indicado abaixo.(Ref. ERITECH ERICO, FASTWELD ou Similar).

CÓDIGO	RETICULADO	DIMENSÃO	REF.FABRICANTE
EAT-1640-01	30 x 30 cm	2,5 x 7,0 m	Sob encomenda
EAT-1640-02	50 x 50 cm	2,5 x 7,0 m	Sob encomenda

MALHA DE ATERRAMENTO PRÉ-FABRICADA DE FIO DE COBRE NÚ SEÇÃO 50mm² — EAT-1650

Malha de aterramento pré-fabricada, formada por fios de cobre nú seção 50mm² fabricados e fornecidos de acordo com a NBR 5111, reticulado quadrado com espaçamento conforme indicado abaixo.(Ref. ERITECH ERICO, FASTWELD ou Similar).

CÓDIGO	RETICULADO	DIMENSÃO	REF.FABRICANTE
EAT-1650-01	50 x 50 cm	2,5 x 7,0 m	Sob encomenda

TELA SOLDADA NERVURADA — EAT-1800

Tela soldada nervurada, em aço CA-60, soldada em todos os pontos de cruzamento. Ref.: GERDAU ou similar.

CÓDIGO	ESPAÇAMENTO ENTRE FIOS (cm)	Ø DO FERRO (mm)	DIMENSÕES LARGURA (m)	REF. FABRICANTE
EAT-1800-01	15 x 15	3,4	2,45	GERDAU
EAT-1800-02	15 x 15	3,8	2,45	GERDAU
EAT-1800-03	15 x 15	4,2	2,45	GERDAU
EAT-1800-04	10 x 10	3,8	2,45	GERDAU
EAT-1800-05	10 x 10	4,2	2,45	GERDAU

BARRA CHATA DE COBRE — EAT-2000

Barra chata de cobre eletrolítico com cantos vivos, comprimento de 2,50 m. (Referência: ELUMA ou similar).

CÓDIGO	ESPESSURA (pol)	LARGURA (pol)
EAT-2000-01	1/4	1
EAT-2000-02	1/4	2
EAT-2000-03	3/8	2
EAT-2000-04	1/2	2
EAT-2000-05	1/8	1

BARRA CHATA DE AÇO — EAT-2100

Barra chata de aço ASTM A-36, comprimento 1,00 m. (Referência: AÇOS VILLARES, CSN ou similar).

CÓDIGO	ESPESSURA (pol)	LARGURA (pol)
EAT-2100-01	1/8	1
EAT-2100-02	1/4	1

BRAÇADEIRA ESTRUTURAL TIPO "U" — EAT-2110

Braçadeira para fixação de cabo de aterramento à barra de aço estrutural. Fabricada de barra redonda Ø 1/4" (6,35mm) em aço ABNT 1020 fornecida com duas porcas sextavadas, do mesmo material.(Ref. HOME ELETRIC ou Similar)

CÓDIGO	DIÂMETRO INTERNO	REF. FABRICANTE
EAT-2110-01	3/4" 19mm	1.750
EAT-2110-02	1" 35mm	1.753
EAT-2110-03	1 1/2" 51mm	1.755
EAT-2110-04	2" 62mm	1.756
EAT-2110-05	3" 91mm	1.758
EAT-2110-06	4" 117mm	1.760
EAT-2110-07	2.1/2" 75mm	1.757

MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO CRUZAMENTO, SOBREPOSTA — EAT-3000

Molde de grafite para solda exotérmica tipo padrão para conexão elétrica de cabos de cobre cruzados, sobrepostos na horizontal. (Referência: ERITECH ERICO, FASTWELD ou similar).

CÓDIGO	SEÇÃO NOMINAL DOS CABOS(mm²)	REF. FABRICANTE ERICO	FASTWELD
EAT-3000-01	25 - 25	XBC-Y1YPlus	X2B-25/25
EAT-3000-02	35 - 25	XBC-Y2Y1Plus	X2B-35/25
EAT-3000-03	35 - 35	XBC-Y2Y2Plus	X2C-35/35
EAT-3000-04	70 - 35	XBC-Y4Y2Plus	X2C70/35
EAT-3000-05	70 - 70	XBC-Y4Y4Plus	X2C-70/70
EAT-3000-06	95 - 35	XBM-Y5Y2Plus	X2C-95/35
EAT-3000-07	95 - 70	XBM-Y5Y4Plus	X2C-95/70
EAT-3000-08	95 - 95	XBM-Y5Y5Plus	X2C-95/95
EAT-3000-09	120 - 70	XBM-Y6Y4Plus	X2C-120/70
EAT-3000-10	120 - 95	XBM-Y6Y5Plus	X2M-120/95
EAT-3000-11	120 - 120	XBM-Y6Y6Plus	X2M-120/120
EAT-3000-12	150 - 70	XBM-Y7Y4Plus	
EAT-3000-13	150 - 95	XBM-Y7Y5Plus	
EAT-3000-14	150 - 120	XBM-Y7Y6Plus	
EAT-3000-15	150 - 150	XBM-Y7Y7Plus	
EAT-3000-16	185 - 70	XBM-Y8Y4Plus	
EAT-3000-17	185 - 95	XBM-Y8Y5Plus	
EAT-3000-18	185 - 120	XBM-Y8Y6Plus	
EAT-3000-19	185 - 150	XBM-Y8Y7Plus	
EAT-3000-20	185 - 185	XBM-Y8Y8Plus	
EAT-3000-21	240 - 70	XBM-Y9Y4Plus	
EAT-3000-22	240 - 95	XBM-Y9Y5Plus	
EAT-3000-23	240 - 120	XBM-Y9Y6Plus	
EAT-3000-24	240 - 150	XBM-Y9Y7Plus	
EAT-3000-25	240 - 185	XBM-Y9Y8Plus	
EAT-3000-26	240 - 240	XBM-Y9Y9Plus	
EAT-3000-27	50 - 50	XBC-Y3Y3Plus	X2C-50/50
EAT-3000-28	50 - 35	XBC-Y3Y2Plus	X2C-50/35
EAT-3000-29	50 - 25	XBC-Y3Y1Plus	X2C-50/25
EAT-3000-30	70 - 50	XBC-Y4Y3Plus	X2C-70/50
EAT-3000-31	95 - 50	XBM-Y5Y3Plus	X2C-95/50
EAT-3000-32	120 - 50	XBM-Y6Y3Plus	X2C-120/50
EAT-3000-33	150 - 35	XBM-Y7Y2Plus	
EAT-3000-34	150 - 50	XBM-Y7Y3Plus	
EAT-3000-35	185 - 35	XBM-Y8Y2Plus	
EAT-3000-36	185 - 50	XBM-Y8Y3Plus	
EAT-3000-37	240 - 35	XBM-Y9Y2Plus	
EAT-3000-38	240 - 50	XBM-Y9Y3Plus	
EAT-3000-39	120 - 35	XBM-Y6Y2Plus	

MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO DERIVAÇÃO — EAT-3100

Molde de grafite para solda exotérmica tipo padrão para conexão elétrica de cabos de cobre, em derivação na horizontal. (Referência: ERITECH ERICO, FASTWELD ou similar).

CÓDIGO	CABO PASSANTE SEÇÃO NOM(mm²)	CABO EM DERIV. SEÇÃO NOM. (mm²)	REF. FABRICANTE ERICO	FASTWELD
EAT-3100-01	25	25	TAC-Y1Y1Plus	T1B-25/25
EAT-3100-02	35	25	TAC-Y2Y1Plus	T1B-35/25
EAT-3100-03	35	35	TAC-Y2Y2Plus	T1B-35/35
EAT-3100-04	70	35	TAC-Y4Y2Plus	T1B-70/35
EAT-3100-05	70	70	TAC-Y4Y4Plus	T1C-70/70
EAT-3100-06	95	35	TAC-Y5Y2Plus	T1B-95/35
EAT-3100-07	95	70	TAC-Y5Y4Plus	T1C-95/70
EAT-3100-08	95	95	TAC-Y5Y5Plus	T1C-95/95
EAT-3100-09	120	35	TAC-Y6Y2Plus	T1C-120/35
EAT-3100-10	120	70	TAC-Y6Y4Plus	T1C-120/70
EAT-3100-11	120	95	TAC-Y6Y5Plus	T1C-120/95
EAT-3100-12	120	120	TAC-Y6Y6Plus	T1C-120/120
EAT-3100-13	150	70	TAC-Y7Y4Plus	----------
EAT-3100-14	150	95	TAC-Y7Y5Plus	----------
EAT-3100-15	150	120	TAC-Y7Y6Plus	----------
EAT-3100-16	150	150	TAC-Y7Y7Plus	----------
EAT-3100-17	185	70	----------	----------
EAT-3100-18	185	95	----------	----------
EAT-3100-19	185	120	TAC-Y8Y6Plus	----------
EAT-3100-20	185	150	TAC-Y8Y7Plus	----------
EAT-3100-21	185	185	TAC-Y8Y8Plus	----------
EAT-3100-22	240	70	----------	----------
EAT-3100-23	240	95	----------	----------
EAT-3100-24	240	120	TAC-Y9Y6Plus	----------
EAT-3100-25	240	150	TAC-T9Y7Plus	----------
EAT-3100-26	240	185	TAC-Y9Y8Plus	----------
EAT-3100-27	240	240	TAD-Y9Y9Plus	----------
EAT-3100-28	50	35	TAC-Y3Y2Plus	T1B-50/35
EAT-3100-29	50	50	TAC-Y3Y3Plus	T1C-50/50
EAT-3100-30	50	25	TAC-Y3Y1Plus	T1B-50/25
EAT-3100-31	70	50	TAC-Y4Y3Plus	T1C-70/50
EAT-3100-32	95	50	TAC-Y5Y3Plus	T1C-95/50
EAT-3100-33	120	50	TAC-Y6Y3Plus	T1C-120/50
EAT-3100-34	150	35	TAC-Y7Y2	
EAT-3100-35	150	50	TAC-Y7Y3	
EAT-3100-36	185	35	TAC-Y8Y2	
EAT-3100-37	185	50	TAC-Y8Y3	
EAT-3100-38	240	35	TAC-Y9Y2	
EAT-3100-39	240	50	TAC-Y9Y3	

MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO EMENDA — EAT-3200

Molde de grafite para solda exotérmica, tipo padrão, para conexão elétrica de cabos de cobre em emenda na horizontal. (Referência: ERITECH ERICO, FASTWELD ou similar).

CÓDIGO	SEÇÃO NOMINAL DOS CABOS(mm²)	REF. FABRICANTE ERICO	FASTWELD
EAT-3200-01	25	SSC-Y1 PLUS	S1B-25
EAT-3200-02	35	SSC-Y2 PLUS	S1B-35
EAT-3200-03	70	SSC-Y4 PLUS	S1B-70
EAT-3200-04	95	SSC-Y5 PLUS	S1C-95
EAT-3200-05	120	SSC-Y6 PLUS	S1C-120
EAT-3200-06	150	SSC-Y7 PLUS	----------
EAT-3200-07	185	SSC-Y8 PLUS	----------
EAT-3200-08	240	SSC-Y9 PLUS	----------
EAT-3200-09	50	SSC-Y3 PLUS	S1C-50

MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO TRILHO — EAT-3500

Molde de grafite para solda exotérmica, tipo padrão, para conexão elétrica de cabo de cobre com trilho de aço na horizontal. (Referência: ERITECH ERICO ou similar).

CÓDIGO	SEÇÃO NOMINAL DOS CABOS(mm²)	REF. FABRICANTE ERICO
EAT-3500-01	35	STR-1V-PLUS RH
EAT-3500-02	70	STR-2G-PLUS RH
EAT-3500-03	120	----------
EAT-3500-04	35	STR-1V-PLUS LH
EAT-3500-05	70	STR-2G-PLUS LH
EAT-3500-06	120	----------
EAT-3500-07	50	STR-2C-PLUS RH

MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO BARRA TERMINAL — EAT-3700

Molde de grafite para solda exotérmica, tipo padrão, para conexão elétrica de cabo de cobre com barra terminal na horizontal. (Referência: ERITECH ERICO, FASTWELD ou similar).

CÓDIGO	SEÇÃO NOMINAL DOS CABOS(mm²)	BARRA TERMINAL (mm)	REF. FABRICANTE ERICO	FASTWELD
EAT-3700-01	35	3 x 25	LAC-Y2 QQ	L2B-TA 35
EAT-3700-02	70	3 x 25	LAC-Y4 QQ	L2B-TA 50
EAT-3700-03	70	6 x 25	LAC-Y4 TQ	L2B-SA 70
EAT-3700-04	95	3 x 25	LAC-Y5 QQ	L2B-TA 95
EAT-3700-05	95	6 x 25	LAC-Y5 TQ	L2C-SA 95
EAT-3700-06	120	6 x 25	LAC-Y6 TQ	----------
EAT-3700-07	120	6 x 40	LAC-Y6 TT	----------
EAT-3700-08	150	6 x 25	LAC-Y7 TQ	----------
EAT-3700-09	150	6 x 40	LAC-Y7 TT	----------
EAT-3700-10	185	6 x 25	LAC-Y8 TQ	----------
EAT-3700-11	240	6 x 40	LAC-Y9 TT	----------
EAT-3700-12	50	3 x 25	LAC-Y3 QQ	LAB-TA 50
EAT-3700-13	50	6 x 25	LAC-Y3 TQ	LAB-SA 50

MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO HASTES — EAT-3800

Molde de grafite para solda exotérmica, tipo padrão, para conexão elétrica de cabo de cobre com haste. (Referência: ERITECH ERICO, FASTWELD ou similar).

CÓDIGO	SEÇÃO NOMINAL DOS CABOS(mm²)	DIÂMETRO DAS HASTES (Pol)	REF. FABRICANTE ERICO	FASTWELD
EAT-3800-01	70	3/4	GYE-18Y4Plus	G3R-34 70
EAT-3800-02	70	1	GYE-22Y4Plus	----------
EAT-3800-03	95	3/4	GYE-18Y5Plus	G3R-34 95
EAT-3800-04	95	1	GYE-22Y5Plus	----------
EAT-3800-05	120	3/4	GYE-18Y6Plus	G3R-34 120
EAT-3800-06	120	1	GYE-22Y6Plus	----------
EAT-3800-07	150	3/4	GYE-18Y7Plus	----------
EAT-3800-08	150	1	GYE-22Y7Plus	----------
EAT-3800-09	185	3/4	GYJ-18Y8Plus	----------
EAT-3800-10	185	1	GYJ-22Y8Plus	----------
EAT-3800-11	240	3/4	GYJ-18Y9Plus	----------
EAT-3800-12	240	1	GYJ-22Y9Plus	----------
EAT-3800-13	50	3/4	GTE-18Y3Plus	G3R-34 50
EAT-3800-14	50	1	----------	----------
EAT-3800-15	35	5/8	GYE-16Y2Plus	G3R-58 35
EAT-3800-16	35	3/4	GYE-18Y2Plus	G3R-34 35
EAT-3800-17	120	3/4	GTC-18Y6 Plus	

MOLDE DE GRAFITE, CONEXÃO DE MALHA PRÉ-FABRICADA COM CABO. — EAT-3930

Molde de grafite para solda exotérmica, tipo padrão para conexão elétrica entre fio de cobre e cabo de cobre.(Ref. ERICO DO BRASIL ou similar).

CÓDIGO	SEÇÃO DO CABO (mm²)	REF. FABRICANTE
EAT-3930-01	16	PTB-R1W3
EAT-3930-02	25	PTB-R1Y1
EAT-3930-03	35	PTB-R1Y2
EAT-3930-04	50	PTC-R1Y3
EAT-3930-05	70	PTC-R1Y4
EAT-3930-06	70	PTC-R2Y4

PÓ DE SOLDA PADRÃO — EAT-4110

Pó de solda padrão para conexão exotérmica em mistura de óxido de cobre e alumínio, acondicionado em cartucho de plástico resistente a umidade, deverá ser fornecido com seu disco metálico correspondente. (Referência: ERITECH ERICO, FASTWELD ou similar).

CÓDIGO	TAMANHO DO CARTUCHO	REF. FABRICANTE ERICO	FASTWELD
EAT-4110-01	25 g	25 PLUS F20	25
EAT-4110-02	32 g	32 PLUS F20	32
EAT-4110-03	45 g	45 PLUS F20	45
EAT-4110-04	65 g	65 PLUS F20	65
EAT-4110-05	90 g	90 PLUS F20	90
EAT-4110-06	115 g	115 PLUS F20	115
EAT-4110-07	150 g	150 PLUS F20	150
EAT-4110-08	200 g	200 PLUS F20	200
EAT-4110-09	250 g	250 PLUS F20	250
EAT-4110-10	500 g	500 PLUS F20	
EAT-4110-11	300 g	300 PLUS F20	
EAT-4110-12	400g	400PLUS F20	
EAT-4110-13	600g	600 PLUS F20	
EAT-4110-14	750g	750 PLUS F20	

PÓ DE SOLDA LIGA ESPECIAL — EAT-4120

Pó de solda liga especial para conexão exotérmica em mistura de óxido de cobre e alumínio, acondicionado em cartucho de plástico resistente a umidade, deverá ser fornecido com seu disco metálico correspondente. (Referência: ERITECH ERICO ou similar).

CÓDIGO	TAMANHO DO CARTUCHO	REF. FABRICANTE
EAT-4120-01	45 g	----------
EAT-4120-02	65 g	PB 65 PLUS F80
EAT-4120-03	90 g	PB 90 PLUS F80
EAT-4120-04	115 g	PB 115 PLUS F80

FITA DE COBRE PARA ADAPTAÇÃO DE CABOS — EAT-4700

Fita de cobre eletrolítico, condutibilidade 98%, para adaptação de cabos de bitola menor a maior para uso em conexão exotérmica. (Referência: ERITECH ERICO ou similar).

CÓDIGO	ESPESSURA (pol)	LARGURA (pol)	COMPRIM. (pol)	QUANTIDADE POR CAIXA	REF. FABRICANTE
EAT-4700-01	0,0126	1 1/2	3	100	B-140-A

HASTE DE ATERRAMENTO DE AÇO-COBRE. EAT-5000

Haste de aterramento, composta de um nucleo de aço SAE-1045, revestido com uma espessura mínima de 0,6 mm de cobre eletrolítico unido ao núcleo pelo processo de fusão. Numa extremidade a haste será ponte-aguda e na outra será chanfrada. (Referência: ERITECH ERICO, FASTWELD ou similar).

CÓDIGO	DIÂMETRO (pol)	COMPRIM. (m)	REF. FABRICANTE ERICO	FASTWELD
EAT-5000-01	3/4	3.00	613400	FW-1034
EAT-5000-02	1	3.00	614400	----------
EAT-5000-03	5/8	2.00	655800	FW-1058

MASTRO SIMPLES COM REDUÇÃO. EAT-5100

Mastro simples, galvanizado a quente, com redução para 3/4", com estaiamento para sua aplicação. (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	DIMENSÕES		REF. FABRICANTE
EAT-5100-01	3m x 1 1/2"		TEL-460
EAT-5100-02	4m x 1 1/2"	(3+1)	TEL-464
EAT-5100-03	5m x 1 1/2"	(3+2)	TEL-465
EAT-5100-04	6m x 1 1/2"	(3+3)	TEL-461
EAT-5100-05	3m x 2"		TEL-470
EAT-5100-06	4m x 2"	(3+1)	TEL-474
EAT-5100-07	5m x 2"	(3+2)	TEL-475
EAT-5100-08	6m x 2"	(3+3)	TEL-471

BASES DE ALUMÍNIO FUNDIDO PARA MASTROS. EAT-5200

Base de alumínio fundido para mastros, com 4 furos de ø 5/16" para fixação. (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar).

CÓDIGO	DIMENSÕES diâmetro	REF. FABRICANTE
EAT-5200-01	1 1/2"	TEL-065
EAT-5200-02	2"	TEL-075

PÁRA-RAIO DE BRONZE SILICIOSO COM PONTAS EAT-6000

Para-raio FRANKLIN, construído em liga de bronze silicioso, com corpo de dim. 1 1/4" e 3 pontas de dim. 3/8", tendo na parte inferior do corpo, rosca gás externa para eletroduto de dim. 3/4". Deverá ser fixado ao corpo do para-ráio um conector de aterramento em liga de bronze silicioso para cabo de 70 mm² a 150 mm². (Referência: SPIG S.A. ou similar).

CÓDIGO	COMPRIMENTO DO PÁRA-RAIO (mm)	REF. FABRICANTE
EAT-6000-01	170	CF-23

PARA RAIOS TIPO FRANKLIN DE 4 PONTAS. EAT-6100

Para raios tipo FRANKLIN, galvanizado a quente, 4 pontas com rosca externa ø 3/4". (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MATERIAL			ALTURA (H = mm)	REF. FABRICANTE
EAT-6100-01	LATÃO CROMADO.			250	TEL-010
EAT-6100-02	AÇO CROMADO .			250	TEL-011
EAT-6100-03	LATÃO CROMADO.			350	TEL-020
EAT-6100-04	AÇO CROMADO .			350	TEL-021
EAT-6100-05	AÇO INOXIDÁVEL			350	TEL-030
EAT-6100-06	P.INÓX B.LATÃO			250	TEL-032
EAT-6100-07	PONTA DE INÓX	BASE DE	LATÃO	350	TEL-033

TERMINAIS ÁEREOS H = 600 mm Ø 3/8" C/ BANDEIRINHA EAT-6200

Terminais áereos h = 600 mm Ø 3/8" c/ bandeirinha (REFERÊNCIA: TERMOTÉCNICA,STARTEC ou similar)

CÓDIGO	MÉTODO PARA	FIXAÇÃO	POSIÇÃO BAND.	COMPRIMENTO DA BASE (mm)	REF. FABRICANTE
EAT-6200-01	Horizontal	2 furos	20 cm		TEL - 040
EAT-6200-02	Vertical	2 furos	20 cm		TEL - 050
EAT-6200-03	Rosca Mecânica	2 porcas	20 cm		TEL - 051
EAT-6200-04	Rosca Soberba	Ø 3/8"	20 cm		TEL - 052
EAT-6200-05	HORIZONTAL	2 FUROS	20 cm	100	GTP-TAH
EAT-6200-06	VERTICAL	2 FUROS	20 cm		GTP-TAV
EAT-6200-07	ROSCA MECÂNICA	2 PORCAS	20 cm		GTP-TAM
EAT-6200-08	ROSCA SOBERBA		20 cm		GTP-TAS

TERMINAIS ÁEREOS H = 600 mm Ø 3/8" S/ BANDEIRINHA EAT-6300

Terminais àereos h = 600 mm Ø 3/8" s/ bandeirinha (REFERÊNCIA: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MÉTODOS PARA	FIXAÇÃO	REF. FABRICANTE
EAT-6300-01	Horizontal	2 furos Ø 3/8"	TEL - 056
EAT-6300-02	Vertical	2 furos Ø 3/8"	TEL - 057
EAT-6300-03	Rosca Métrica	2 porcas M 10	TEL - 058
EAT-6300-04	Rosca Soberba	Ø 3/8"	TEL - 059

TERMINAIS ÁEREOS H = 350 mm Ø 3/8" C/ BANDEIRINHA — EAT-6400

Terminais áereos h = 350 mm Ø 3/8" c/ bandeirinha (REFERÊNCIA: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MÉTODOS PARA	FIXAÇÃO	POSIÇÃO BAND.	REF. FABRICANTE
EAT-6400-01	Horizontal	2 furos	5 cm	TEL - 043
EAT-6400-02	Horizontal	2 furos	20 cm	TEL - 042
EAT-6400-03	Vertical	2 furos	20 cm	TEL - 053
EAT-6400-04	Rosca Mecânica	2 porcas	20 cm	TEL - 054
EAT-6400-05	Rosca Soberba	Ø 3/8"	20 cm	TEL - 055

TERMINAIS ÁEREOS Ø 3/8" S/ BANDEIRINHA — EAT-6500

Terminais àereos Ø 3/8" s/ bandeirinha (REFERÊNCIA: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MÉTODOS PARA	FIXAÇÃO	ALTURA (H)	REF. FABRICANTE
EAT-6500-01	Horizontal	1 furo	250 mm	TEL - 044
EAT-6500-02	Horizontal	2 furos	350 mm	TEL - 045
EAT-6500-03	Vertical	2 furos	350 mm	TEL - 046
EAT-6500-04	Rosca Mecânica	2 porcas M 10	350 mm	TEL - 047
EAT-6500-05	Rosca Soberba	Ø 3/8"	350 mm	TEL - 048

SUPORTE GUIA TIPO REFORÇADO — EAT-7000

Suporte guia tipo reforçado de altura igual a 200 mm. (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MÉTODOS PARA	FIXAÇÃO			REF. FABRICANTE
EAT-7000-01	P/APARAFUSAR .	C\2 FUROS			TEL-280
EAT-7000-02	TIPO 90 GRAUS.	C\2 FUROS	PARA	APARAFUSAR	TEL-290
EAT-7000-03	P/TELHA ONDUL.				TEL-310
EAT-7000-04	ROSCA MECÂNICA	C/4P.M-10			TEL-250
EAT-7000-05	P/CHUMBAR .	ø 3/8" .			TEL-260
EAT-7000-06	ROSCA SOBERBA.	ø3/8"+M.F			TEL-270

SUPORTE GUIA TIPO SIMPLES — EAT-7050

Suporte guia tipo simples (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA,STARTEC ou similar)

CÓDIGO	MÉTODO PARA	FIXAÇÃO	ALTURA (mm)	COMPRIMENTO DA BASE (mm)	REF. FABRICANTE
EAT-7050-01	ROSCA MECÂNICA	C/ 2 PORCAS	200		TEL-210
EAT-7050-02	P/CHUMBAR		200		TEL-220
EAT-7050-03	ROSCA SOBERBA	Ø 5/16"	200		TEL-230
EAT-7050-04	P/ APARAFUSAR	C/ 2 FUROS	200	130	TEL-240
EAT-7050-05	P/ TELHA ONDULADA		300		TEL-300
EAT-7050-06	ROSCA MECÂNICA	C/ 2 PORCAS	200		GTP-1M
EAT-7050-07	P/ CHUMBAR		200		GTP-1C
EAT-7050-08	ROSCA SOBERBA		200		GTP-1S
EAT-7050-09	P/ APARAFUSAR	C/ 2 FUROS	200	100	GTP-2
EAT-7050-10	P/ TELHA ONDULADA				GTP-113

ABRAÇADEIRA GUIA PARA MASTRO. — EAT-7100

Abraçadeira guia para mastro. (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	DIMENSÕES diâmetro	REF. FABRICANTE
EAT-7100-01	Simples 1 desc	1 1/2"	TEL-320
EAT-7100-02	Simples 1 desc	2"	TEL-330
EAT-7100-03	Reforç. 1 desc	1 1/2"	TEL-340
EAT-7100-04	Reforc. 1 desc	2"	TEL-350
EAT-7100-05	Simples 2 desc	1 1/2"	TEL-360
EAT-7100-06	Simples 2 desc	2"	TEL-370
EAT-7100-07	Reforç. 2 desc	1 1/2"	TEL-380
EAT-7100-08	Reforç. 2 desc	2"	TEL-390

ABRAÇADEIRAS PARA ATERRAMENTO DE MASTROS — EAT-7150

Abraçadeiras para aterramento de mastros, diâmetro do mastro (VER TABELA), quantidade de descida (VER TABELA),fornecida com conector para cabos de 35 a 70mm².(REF.: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	DIÂMETRO DO MASTRO (Pol.)	QUANTIDADE DE DESCIDAS	REF. FABRICANTE
EAT-7150-01	Ø 1.1/2	1	TEL 803
EAT-7150-02	Ø 1.1/2	2	TEL 804
EAT-7150-03	Ø 2	1	TEL 805
EAT-7150-04	Ø 2	2	TEL 806

SUPORTE GUIA TIPO CURTO — EAT-7300

Suporte guia tipo curto de altura igual a 50mm. (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MÉTODO PARA	FIXAÇÃO	REF. FABRICANTE
EAT-7300-01	ROSCA MECÂNICA	C/ 2 PORCAS	TEL-211
EAT-7300-02	P/ APARAFUSAR	C/ 2 FUROS	TEL-241
EAT-7300-03	90 GRAUS	C/ 2 FUROS	TEL-291
EAT-7300-04	P/ TELHA ONDULADA		TEL-301

ABRAÇADEIRA PARA ELETRODUTO, H= 200 mm — EAT-7400

Abraçadeira para eletroduto bitola (VER TABELA), H = 200 mm. (REFERÊNCIA: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	TIPO	BITOLA ELETROD. (pol.)	REF. FABRICANTE
EAT-7400-01	APARAFUSADA	1 1/2"	TEL-122
EAT-7400-02	APARAFUSADA	2"	TEL-120
EAT-7400-03	CHUMBADA	1 1/2"	TEL-132
EAT-7400-04	CHUMBADA	2"	TEL-130
EAT-7400-05	ROSCA SOBERBA	1 1/2"	TEL-152
EAT-7400-06	ROSCA SOBERBA	2"	TEL-150
EAT-7400-07	ROSCA MECÂNICA	1 1/2"	TEL-142
EAT-7400-08	ROSCA MECÂNICA	2"	TEL-140

CAIXA DE INSPEÇÃO PARA ATERRAMENTO — EAT-7610

Caixa de inspeção para aterramento. (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MATERIAL	DIMENSÕES	REF. FABRICANTE
EAT-7610-01	PVC	Ø300 x 300 mm	TEL 552
EAT-7610-02	PVC	Ø300 x 250 mm	TEL 555
EAT-7610-03	PVC	Ø300 x 600 mm	TEL 557
EAT-7610-04	Tubo de cerâmica	Ø300 x 600 mm (sem bolsa)	TEL 553
EAT-7610-05	Cimento agregado	Ø300 x 300 mm	TEL 513
EAT-7610-06	PVC	Ø250 x 250 mm	TEL 527
EAT-7610-07	Polipropileno	Ø300 x 400 mm	TEL 505

TAMPA PARA CAIXA DE INSPEÇÃO PARA ATERRAMENTO

EAT-7620

Tampa para caixa de inspeção para aterramento. (REFERÊNCIA FABRICANTE: TERMOTÉCNICA ou similar)

CÓDIGO	MATERIAL	DIMENSÕES	REF. FABRICANTE
EAT-7620-01	Ferro Fundido	Ø300 mm (com garras)	TEL 551
EAT-7620-02	Ferro Fundido Reforçada	Ø300 mm (com escotilha)	TEL 536
EAT-7620-03	Ferro Fundido	Ø250 mm (com garras)	TEL 526
EAT-7620-04	Ferro Fundido	Ø300 mm (aba larga)	TEL 506

7 - ECO - CONECTORES, BORNES TERMINAIS E ACESSÓRIOS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ECO-1030	CONETOR BIMETÁLICO PARA FIXAÇÃO DE CABO DE ATERRAMENTO

CONETOR BIMETÁLICO PARA FIXAÇÃO DE CABO DE ATERRAMENTO

ECO-1030

Conetor de terra em liga de bronze tipo parafuso fendido, com separador, para ligar dois cabos paralelos de bitola (VER TABELA). (Referência: BURNDY ou similar).

CÓDIGO	BITOLA DO CABO PASSANTE (mm²)	BITOLA DO CABO DERIVAÇÃO (mm²)	REF. FABRICANTE
ECO-1030-01	3,3 a 13,3	3,3 a 13,3	KSU-17
ECO-1030-02	70 a 95	70 a 95	KSU-28
ECO-1030-03	10 a 21,15	10 a 21,5	KSU-20
ECO-1030-04	10 a 33,63	10 a 33,63	KSU-22
ECO-1030-05	8,4 a 33,63	8,4 a 33,63	KSU-23
ECO-1030-06	33,63 a 53,51	5,3 aa 53,51	KSU-25
ECO-1030-07	33,63 a 67,44	8,4 a 67,44	KSU-26

8 - EEL - ELETRODUTOS, CAIXAS E ACESSÓRIOS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
EEL-1100	ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO GALVANIZADO

ELETRODUTO RÍGIDO DE AÇO GALVANIZADO — EEL-1100

Eletroduto rígido de aço carbono, zincado por imersão a quente, tipo com ou sem costura, diâmetro nominal (VER ABAIXO), série pesada, rosca BSP (NBR-NM-ISO-7-1), fornecido com uma luva, comprimento 3.000 mm, normas técnicas aplicáveis ABNT NBR 5598. (Referência: CARBINOX ou similar).

CÓDIGO	DIÂMETRO NOM.
EEL-1100-02	20 - 3/4"
EEL-1100-03	25 - 1"
EEL-1100-04	40 - 1 1/2"
EEL-1100-05	50 - 2"
EEL-1100-06	80 - 3"
EEL-1100-07	100 - 4"
EEL-1100-08	125 - 5"

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5N-RL-0601-0

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	LORREINE IRIA LAUBE/ GALENO LEMOS GOMES (CONSULTORIA)
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

LORREINE IRIA LAUBE CREA N° 071607-2

METRÔ - DF

		SISTEMA GERAL	
		SUB-SISTEMA PROJETO DE ATERRAMENTO	
VISTO ELJ/RJF	DATA 19/12/2013	LOCAL GERAL	
APROVADO OOP	DATA 08/01/15	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO ESTUDO TÉCNICO - SISTEMA DE ATERRAMENTO	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/41	CODIFICAÇÃO RT.4/EX.99/10.601	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER 0001/15-TPR	08/01/15	LIL	LBP	ITF	ELJ/RJF	OOP
0C	REVISÃO CONFORME PARECER 0518/14 - TEN	09/12/14	LIL	LBP	ITF	ELJ/RJF	OOP
0B	REVISÃO CONFORME PARECER EM AVANÇO – ANÁLISE ATERRAMENTO	12/11/14	LIL	LBP	ITF	ELJ/RJF	OOP
0A	REVISÃO CONFORME PARECER Nº0007/14 – TPSF	02/09/14	LIL	LBP	ITF	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	19/12/13	AMOF	LBP	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ - DF
RT.4/EX.99/10.601

ESTUDO TÉCNICO - SISTEMA DE ATERRAMENTO

PROJETO DE ATERRAMENTO
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS 5

3 REFERÊNCIAS 6

4 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS 11

5 CONCEITO GERAL DO SISTEMA DE ATERRAMENTO DA EXPANSÃO DO METRÔ - DF 12

5.1 ATERRAMENTO DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO E CONTROLE 15

5.1.1 Aterramento de Equipamentos com Componentes Eletrônicos Sensíveis 15

5.1.2 Aterramento da Blindagem de Cabos 17

5.2 ATERRAMENTO PARA O SISTEMA DE BAIXA TENSÃO 18

5.2.1 Aterramento para os Circuitos de Baixa Tensão (Tensão Nominal ≤ 1000V) 18

5.3 ATERRAMENTO PARA O SISTEMA DE ENERGIA E TRAÇÃO 21

5.3.1 Malhas das Edificações (SR 15, 16, 63, 64, 65 e 21) 21

5.3.2 Equipamentos das Subestações Retificadoras 25

5.3.3 Aterramento dos transformadores de Serviços Auxiliares das SR's (SR-15, 16, 63, 64, 65 e 21) 30

5.3.4 Aterramento dos equipamentos do SPCS (Sistema de Proteção, Controle e Supervisão) 30

5.3.5 Aterramento PEE Hípica 30

5.4 ATERRAMENTO PARA AS ESTAÇÕES DE PASSAGEIROS (28, 29, 35, 36 E 41) E OUTRAS EDIFICAÇÕES 31

5.5 ATERRAMENTO PARA O SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA 31

5.5.1 Proteção Primária 32

5.6 ATERRAMENTO DAS CERCAS METÁLICAS DE VEDAÇÃO DAS VIAS 39

1 OBJETIVO

O presente estudo técnico tem como objetivo consolidar o conceito básico e as diretrizes que permitam o desenvolvimento do projeto executivo do Sistema de Aterramento da Expansão do Metrô DF – compreendendo as vias, Extensão Ceilândia (Estação 28 e 29), Extensão Samambaia (Estação 34 {prevista} e Estação 35 e 36) e Extensão Asa Norte (Estação 41), bem como Subestações Retificadoras 15, 16, 63, 64, 65 e 21, compatibilizando as necessidades entre os Sistemas de Energia, das Edificações e de Sinalização e Controle.

A Memória de Cálculo MC.4/EX.99/10.601 elaborada com base nas medições de resistividade do solo realizadas em campo confirma as seções dos cabos utilizados neste estudo e o dimensionamento das malhas de aterramento das edificações.

O presente estudo foi elaborado com o suporte e consultoria do engenheiro Galeno Lemos Gomes.

2 DEFINIÇÕES E SIGLAS

TEE - Terra Externo Estrutural: No sistema de dois terras pode ser associado ao terra geral. Sendo que o TEE é composto pelas armaduras estruturais das edificações das Estações, tendo como principais elementos constituintes, um conjunto de fitas ou barras chatas de aço, cabos de cobre ou de aço, soldados às armaduras de forma a garantir a continuidade elétrica.

QA - Quadro de Aterramento: Localizado um na Subestação Retificadora e outro na Subestação Auxiliar e destinado a abrigar as barras de equipotencialização dos circuitos 1kVcc, circuitos de corrente contínua 125Vcc e circuitos de baixa tensão em corrente alternada.

BT - Baixa Tensão: No presente projeto a BT é 220/380V.

PNCA - Painel de distribuição em Corrente Alternada: Painel de distribuição em corrente alternada localizado nas Subestações Auxiliares.

QDF-ST - Quadro de distribuição de Força da Sala Técnica

SPCS - Sistema de Proteção, Controle e Supervisão: Composto por painéis e quadros elétricos localizados na Sala de Controle.

SR – Subestação Retificadora: Tem como função receber a energia da concessionária e distribuir esta energia em tensão adequada aos retificadores dos circuitos de tração. Composta pelos cubículos de Média Tensão, retificadores e equipamentos de tração.

SA – Subestação Auxiliar: Tem como função receber a energia das subestações retificadoras e distribuir em tensão adequada para os serviços auxiliares CA e CC do sistema.

PE – condutor de proteção: Tem como função o aterramento e a equipotencialização de modo a proporcionar o bom funcionamento, a proteção de todos os circuitos e equipamentos da instalação e a segurança das pessoas.

N – condutor Neutro

TN-S – Terra e Neutro Separados: O esquema TN possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção. O esquema TN-S o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos.

IT – partes vivas isoladas da terra, neutro aterrado através de uma impedância: Neste esquema de aterramento o ponto de alimentação é aterrado através de uma alta impedância. As massas são aterradas através de um condutor comum (PE) para todos os equipamentos ao longo da via e conectadas na origem da alimentação.

(+CC) – polo positivo do circuito de tração

(-CC) – polo negativo do circuito de tração

DSI - Dispositivo Supervisor de Isolamento: Segundo NBR 5410 deve ser previsto um dispositivo supervisor de isolamento (DSI), para indicar a ocorrência de uma primeira falta à massa ou à terra. Esse dispositivo deve acionar um sinal sonoro e/ou visual, que deve perdurar enquanto a falta persistir. Caso existam as duas sinalizações, sonora e visual, admite-se que o sinal sonoro possa ser cancelado, mas não o visual, que deve perdurar até que a falta seja eliminada.

3 REFERÊNCIAS

[1]. RT.4/EX.99/00.015 - Estudo de Nível de Curto Circuito em Corrente Alternada – Trecho Expansão

[2]. RT.4/EX.99/00.010 - Relatório Técnico Consolidado - Estudos de Curto Circuito em Corrente Continua 750 Vcc

[3]. RT.6/EX.99/00.001 - BRASMETRÔ – Projeto Conceitual do Sistema de Aterramento Geral do Metrô – DF

[4]. RT.4/EX.99/10.603 – Sistema de Aterramento – Medição de Resistividade do Solo

[5]. MC.4/EX.99/10.601 – Sistema de Aterramento – Estações 28, 29, 35, 36, 41 e SR 63 - Memória de Cálculo

[6]. DG.4/EE.99/00.101 – Sistema de Energia – Rede Alimentação 13,8kV – Diagrama Unifilar

[7]. RT.4/EX.99/10.602 – Sistema de Aterramento – Proteção Contra Corrente de Fuga – Relatório Técnico

[8]. PP.4/00.99/J4.001 - Sistema de Aterramento - Geral - SR 63 e Estações 28, 29, 35, 36 e 41 - Detalhes Padronizados

[9]. DG.4/EX.99/10.600 - Sistema de Aterramento - Estações 28/29/35/36/41 e SR 63- Diagrama Geral - Fl. 1/2 E 2/2

[10]. DG.4/EX.99/10.601 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar

[11]. DG.4/EX.99/10.602 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora

[12]. DG.4/EX.99/10.603 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de Controle

[13]. DG.4/EX.99/10.611 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar

[14]. DG.4/EX.99/10.612 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora

[15]. DG.4/EX.99/10.613 - Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de Controle

[16]. DG.4/EX.99/10.621 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar

[17]. DG.4/EX.99/10.622 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora

[18]. DG.4/EX.99/10.623 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de Controle

[19]. DG.4/EX.99/10.631 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar

[20]. DG.4/EX.99/10.632 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora

[21]. DG.4/EX.99/10.633 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de Controle

[22]. DG.4/EX.99/10.641 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar

[23]. DG.4/EX.99/10.642 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora

[24]. DG.4/EX.99/10.643 - Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de Controle

[25]. DG.4/EX.99/10.651 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - SR 63 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora

[26]. DG.4/EX.99/10.652 - Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - SR 63 - Diagrama Esquemático - Sala de Controle

[27]. DE.4/28.1N/J4.001 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta

[28]. DE.4/28.1N/J4.002 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta

[29]. DE.4/28.1N/J4.003 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta

[30]. DE.4/28.1N/J4.004 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta

[31]. DE.4/28.1N/J4.005 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta

[32]. DE.4/28.1N/J4.006 Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Planta de Cobertura

[33]. DE.4/29.1P/J4.001 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta

[34]. DE.4/29.1P/J4.002 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta

[35]. DE.4/29.1P/J4.003 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta

[36]. DE.4/29.1P/J4.004 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta

[37]. DE.4/29.1P/J4.005 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta

[38]. DE.4/29.1P/J4.006 Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Planta de Cobertura

[39]. DE.4/35.7G/J4.001 Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 35 - Planta

[40]. DE.4/35.7G/J4.002 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Planta

[41]. DE.4/35.7G/J4.003 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Planta

[42]. DE.4/35.7G/J4.004 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Planta

[43]. DE.4/35.7G/J4.005 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Seção e Detalhes

[44]. DE.4/35.7G/J4.006 Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Samambaia - Estação 35 - Planta de Cobertura

[45]. DE.4/36.7H/J4.001 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta

[46]. DE.4/36.7H/J4.002 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta

[47]. DE.4/36.7H/J4.003 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta

[48]. DE.4/36.7H/J4.004 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta

[49]. DE.4/36.7H/J4.005 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Seção e Detalhes

[50]. DE.4/36.7H/J4.006 Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Samambaia - Estação 36 - Planta de Cobertura

[51]. DE.4/41.6M/J4.001 Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta

[52]. DE.4/41.6M/J4.002 Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta

[53]. DE.4/41.6M/J4.003 Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta

[54]. DE.4/41.6M/J4.004 Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta

[55]. DE.4/41.6M/J4.005 Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Seção e Detalhes

[56]. DE.4/41.6M/J4.006 Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Seção e Detalhes

[57]. DE.4/41.6M/J4.007 Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Seção e Detalhes

[58]. DE.4/41.6M/J4.008 Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Planta de Cobertura

[59]. DE.4/91.7G/J4.001 Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - SR 63 - Planta

[60]. DE.4/91.7G/J4.002 Sistema de Aterramento e SPDA - Extensão Samambaia - SR 63 - Planta de Cobertura

[61]. DE.4/EX.99/10.600 - Sistema de Aterramento – Quadro de Aterramento

[62]. NTD-1.04 – Norma Técnica da CEB Distribuição – Critérios de Projeto e Padrões de Construção de Rede de Distribuição Subterrânea

[63]. DE.4/EB.28/00.201 - SUBESTAÇÃO RETIFICADORA 15 (ESTAÇÃO 28) - DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS – PLANTA

[64]. DE.4/EB.29/00.201 - SUBESTAÇÃO RETIFICADORA 16 (ESTAÇÃO 29) - DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS – PLANTA

[65]. DE.4/EB.41/00.201 - SUBESTAÇÃO RETIFICADORA 21 (ESTAÇÃO 41) - DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS – PLANTA

[66]. DE.4/EB.63/00.201 - SUBESTAÇÃO RETIFICADORA 63 - DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS – PLANTA

[67]. DE.4/EB.35/00.201 - SUBESTAÇÃO RETIFICADORA 64 (ESTAÇÃO 35) - DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS – PLANTA

[68]. DE.4/EB.36/00.201 - SUBESTAÇÃO RETIFICADORA 65 (ESTAÇÃO 36) - DISPOSIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS – PLANTA

[69]. DE.4/EC.28/00.402 - SUBESTAÇÃO AUXILIAR - ESTAÇÃO 28 (CEILÂNDIA) - DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS – PLANTA

[70]. DE.4/EC.29/00.402 - SUBESTAÇÃO AUXILIAR - ESTAÇÃO 29 (CEILÂNDIA) - DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS - PLANTA

[71]. DE.4/EC.35/00.402 - SUBESTAÇÃO AUXILIAR - ESTAÇÃO 35 (SAMAMBAIA) - DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS – PLANTA

[72]. DE.4/EC.36/00.402 - SUBESTAÇÃO AUXILIAR - ESTAÇÃO 36 (SAMAMBAIA) - DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS – PLANTA

[73]. DE.4/EC.41/00.402 - SUBESTAÇÃO AUXILIAR - ESTAÇÃO 41 (ASA NORTE) - DISPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS – PLANTA

[74]. OR.4/28.1N/Z3.027– PROJETO DE ATERRAMENTO – ESTAÇÃO 28 - PLANILHA DE SERVIÇO E QUANTIDADE – PSQ

[75]. OR.4/29.1N/Z3.001 - PROJETO DE ATERRAMENTO – ESTAÇÃO 29 - PLANILHA DE SERVIÇO E QUANTIDADE – PSQ

[76]. OR.4/35.7G/Z3.027 PROJETO DE ATERRAMENTO – ESTAÇÃO 35 - PLANILHA DE SERVIÇO E QUANTIDADE – PSQ

[77]. OR.4/36.7H/Z3.027 PROJETO DE ATERRAMENTO – ESTAÇÃO 36 - PLANILHA DE SERVIÇO E QUANTIDADE – PSQ

[78]. OR.4/41.6M/Z3.027 PROJETO DE ATERRAMENTO – ESTAÇÃO 41 - PLANILHA DE SERVIÇO E QUANTIDADE – PSQ

[79]. OR.4/91.7G/Z3.027 PROJETO DE ATERRAMENTO – SUBESTAÇÃO RETIFICADORA 63 - PLANILHA DE SERVIÇO E QUANTIDADE – PSQ

[80]. ATA DE REUNIÃO DO DIA 28/08/2014 – ANÁLISE ESTUDO TÉCNICO RT.4/EX.99/10.601 E DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

4 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

[1]. NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão

[2]. 5419:2005 - Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas

[3]. NBR 7117-2012 – Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo

[4]. NBR 15751/2013 – Sistemas de Aterramento de Subestações – Requisitos

[5]. ABNT NBR 13571:2006-Hastes de Aterramento de Aço-cobreado e Acessórios

[6]. ABNT NBR 16254-1:2013-Materiais de Aterramento

[7]. ABN NBR 15749:2009 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento

[8]. EN 50122-1:2011 - Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock

[9]. EN 50122-2:2010 - Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems

5 CONCEITO GERAL DO SISTEMA DE ATERRAMENTO DA EXPANSÃO DO METRÔ - DF

A solução que será adotada para os trechos da expansão do Metrô-DF, irá basear-se conforme [3] RT.6/EX.99/00.001 onde aplicável, as adaptações que porventura forem aplicadas serão justificadas neste estudo.

Com relação ao sistema de aterramento, será utilizado o de “dois terras”, por tratar-se da ampliação de um sistema já em operação.

Segundo este projeto conceitual, a adoção do sistema integrado de aterramento apresenta como vantagens principais: redução dos custos do sistema de aterramento, diminuição da resistência de terra global do sistema e redução do risco de flutuação de potencial entre sistemas independentes.

O “terra da via” é composto pelos trilhos de rolamento que servem de retorno da corrente contínua ao barramento negativo das Subestações Retificadoras (SRs).

O “terra geral" ou sistema de aterramento é formado por toda a malha de terra sob a edificação, bem como pelos cabos de cobre nu de 50 mm² que deverão ser lançados ao longo das vias, sendo um enterrado a 30 cm sob o banco de dutos dos cabos de energia e outro a 30 cm sob banco de dutos dos cabos de sinalização e interligados entre si a cada 200 m. Estes cabos deverão ser instalados sob o banco de dutos na parte interna mais próxima das vias conforme figura abaixo:

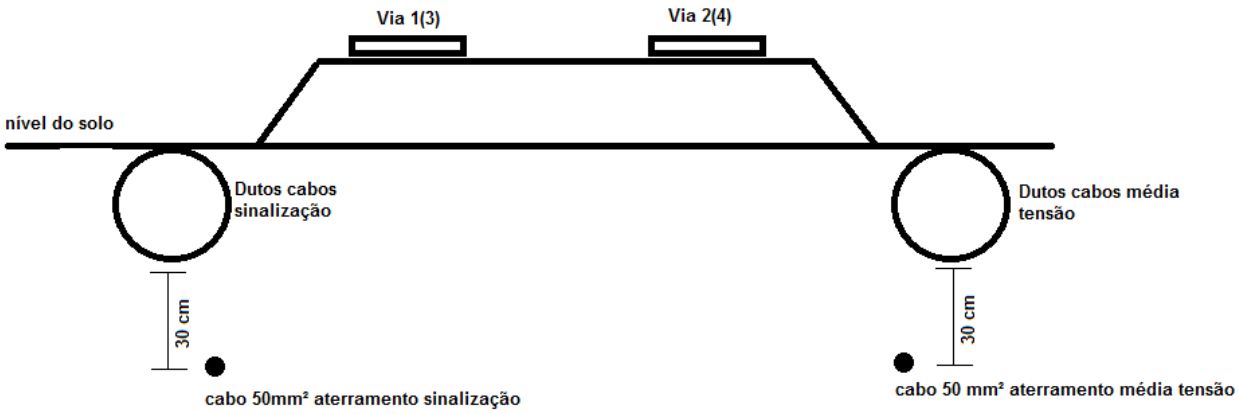


Figura 1 - Instalação cabos terra longitudinais

Apesar de o sistema atual adotar seções de cabo de 35 mm² e 25 mm² sob os bancos de dutos de potência e sinalização, esta solução difere da referência [3] com relação à seção destes cabos, em função de simulações realizadas na Memória de Cálculo do Sistema de Aterramento [5], que levam em conta níveis de curto-circuito do sistema atuais.

Esta interligação dos cabos longitudinais a cada 200 m tem como objetivo equalizar o potencial do solo em ambos os lados da via e servir de blindagem para os cabos de sinalização, reduzindo também a impedância longitudinal proporcionando um caminho de escoamento das correntes de falha entre SRs e foram verificados através da referência [5].

Estes cabos longitudinais deverão ser conectados ao Terra Externo Estrutural (TEE) e não deverão ser diretamente conectados a malha de aterramento das edificações, de modo que de forma alguma seja permitida a transferência de potenciais perigosos para pontos remotos, através destes condutores.

Em função da simulação da referência [5], diferentemente do sistema atual que utiliza apenas um cabo-terra instalado no interior de túneis, deverá ser considerada a interligação de dois cabos longitudinais de cobre nu 50 mm² às ferragens estruturais dos mesmos de 30 em 30m. Deverão ser previstos acessos às cambotas treliçadas, que ficam sob o concreto secundário dos túneis a cada 30m.

Nos túneis, recomenda-se a separação dos condutores relativos aos circuitos de baixa tensão dos de média tensão, localizando-os em perfilados separados, perfilados do lado da Via 1(3) para os cabos de baixa tensão e os de média tensão nos perfilados do lado da Via 2(4).

Conforme Figura 2 - Aterramento em túnel, deverão ser instalados dois cabos longitudinais de aterramento 50 mm², um sob os perfilados dos cabos de baixa tensão e interligado ao (TEE) do túnel e o outro sob os perfilados destinados aos cabos de média tensão, sendo este cabo de aterramento também ligado ao (TEE) do túnel.

A conexão dos cabos-terra longitudinais ao TEE deverá ser executada conforme conexão A060 – Conexão de cabo de aterramento às barras de aço estrutural. Ver detalhe em [8]PP.4/00.99/J4.001 - Sistema de Aterramento - Geral - SR 63 e Estações 28, 29, 35, 36 e 41 - Detalhes Padronizados.

Estes cabos não podem ter contato elétrico com as barras chatas destinadas ao confinamento das correntes de fuga.

Para orientar as instalações dos equipamentos de ventilação (PV – Poço de Ventilação), deve ser observado o aterramento das estruturas dos mesmos, com conexão à carcaça do motor e quadro de comando, por meio de conexão apropriada (mínimo bitola de 25 mm²), derivada a partir do cabo longitudinal de seção 50 mm², proveniente dos acessos alocados a cada de 30 nos túneis.

Nos trechos em túnel utilizar também a alimentação dos equipamentos de baixa tensão de acordo com o esquema TN-S.

Nos trechos sob viadutos não interligar os cabos longitudinais as ferragens dos mesmos, de modo a não transferir potenciais perigosos do sistema metroviário ao viaduto.

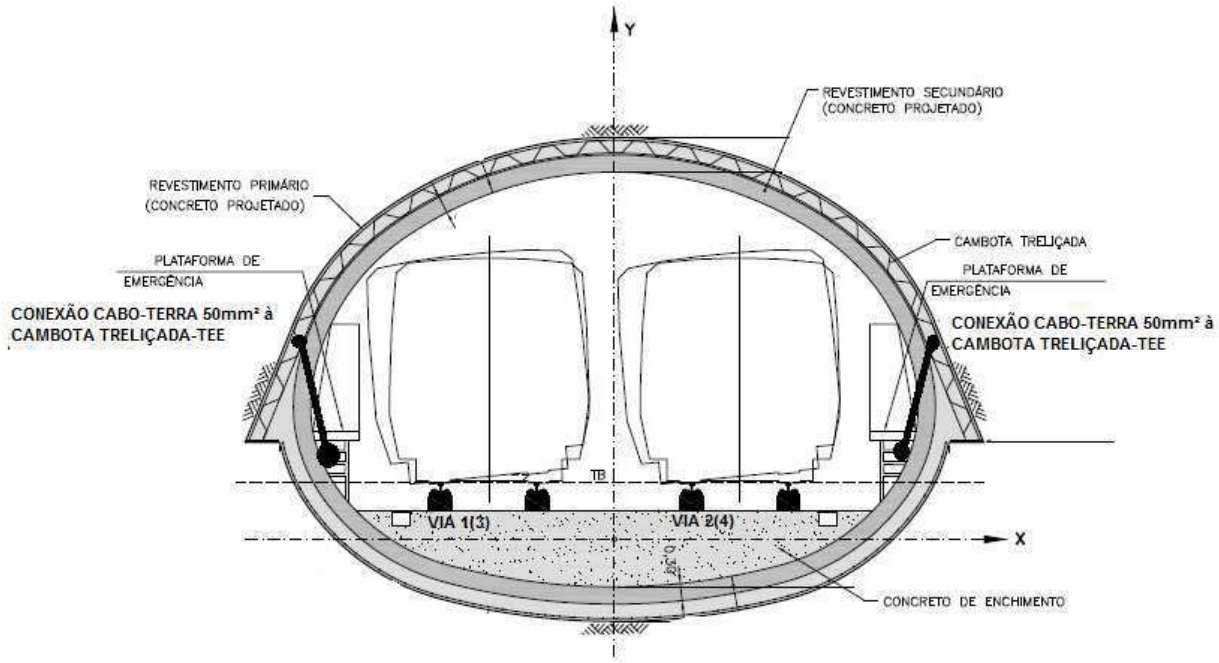


Figura 2 - Aterramento em túnel

Todas as esquadrias metálicas (portas, janelas), eletrodutos metálicos e coberturas metálicas localizadas nas edificações deverão ser conectadas ao TEE. A conexão deverá ser realizada conforme A014 – Conexão exotérmica de cabos a tubos e perfis horizontais/verticais. Ver detalhe em [8]PP.4/00.99/J4.001 - Sistema de Aterramento - Geral - SR 63 e Estações 28, 29, 35, 36 e 41 - Detalhes Padronizados

Este estudo foi realizado com base nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas e recomendações específicas para o sistema metroviário conforme item 4.

No documento [8] PP.4/00.99/J4.001 - Sistema de Aterramento - Geral - SR 63 e Estações 28, 29, 35, 36 e 41 - Detalhes Padronizados, apresentamos os materiais padronizados que são compostos por códigos que serão utilizados em todos os desenhos do projeto para identificação dos componentes/materiais e servirão para elaboração das listas de materiais dos respectivos desenhos.

Os condutores deverão ser fornecidos conforme o seguinte padrão:

Cabo	Cor
Aterramento BT	Verde
Aterramento MT	Amarela
Neutro	Azul
Fase	Preta

5.1 Aterramento do Sistema de Sinalização e Controle

As carcaças de equipamentos como máquinas de chave, sinaleiros, caixas à margem de via deverão ser conectados ao cabo longitudinal de 50 mm² lançado ao longo da via e enterrado sob o banco de dutos de sinalização, conforme apresentado no diagrama esquemático [9] DG.4/EX.99/10.600 - Sistema de Aterramento - Estações 28/29/35/36/41 e SR 63- Diagrama Geral - Fl. 1/2 E 2/2.

Para todos os equipamentos instalados ao longo da via colocar uma camada de pelo menos 10 cm de pedra britada nº 3 (38 a 50 mm), 1m além da área ocupada pelo equipamento.

Nos itens subsequentes descreveremos o aterramento e blindagem dos painéis e cabos do Sistema de Sinalização e Controle.

5.1.1 Aterramento de Equipamentos com Componentes Eletrônicos Sensíveis

Todo painel ou quadro elétrico deverá possuir uma barra de aterramento conectada na carcaça e outra barra para o neutro, a qual deve ser isolada de partes metálicas. Desta forma, garante-se a alimentação dos sistemas de sinalização e controle internos às estações através do esquema de aterramento TN-S.

Para os equipamentos externos (instalados a céu aberto nas vias operacionais), que devam ter alto grau de confiabilidade tais como sinaleiros, máquinas de chave e circuitos de via, utilizar esquema de aterramento IT (ver Figura 3). Neste esquema de aterramento o ponto de alimentação é aterrado através de uma alta impedância. As massas são aterradas através de um condutor comum (PE) para todos os equipamentos ao longo da via e conectadas na origem da alimentação. Cabe ressaltar que todos os circuitos de alimentação do tipo esquema IT, deverão possuir um Dispositivo Supervisor de Isolamento (DSI), pois nestes esquemas como o circuito não será desligado na primeira falta, o DSI irá sinalizar à manutenção que irá atuar e eliminar o defeito.

Tal proposição neste projeto básico deverá ser avaliada pelo projetista do sistema de sinalização e controle para sua utilização/alteração, conforme as características do sistema a vir a ser implantado.

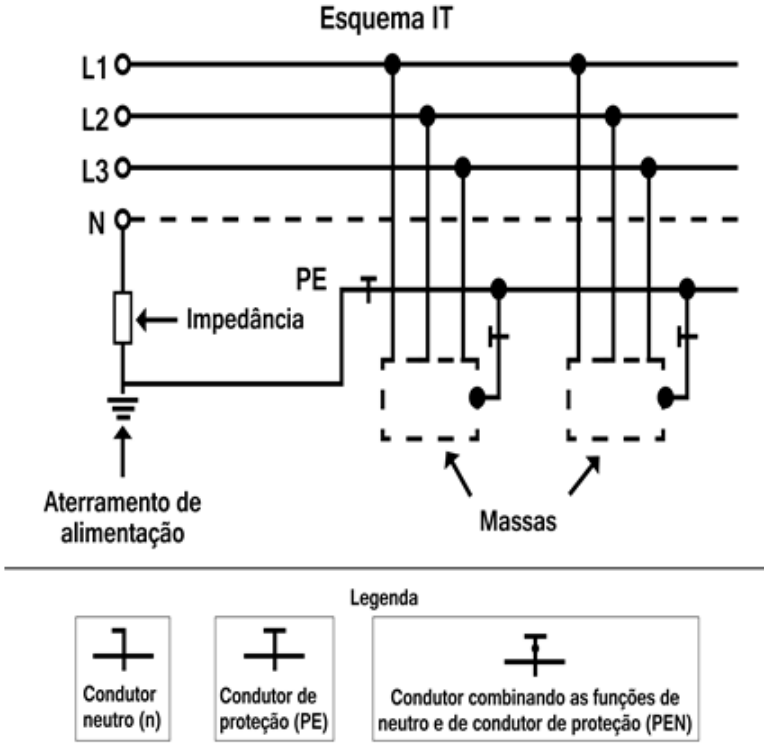


Figura 3 - Esquema de aterramento IT

O sistema de aterramento destes equipamentos deverão seguir o diagrama esquemático [9] DG.4/EX.99/10.600 - Sistema de Aterramento - Estações 28/29/35/36/41 e SR 63-Diagrama Geral - Fl. 1/2 E 2/2, onde as carcaças dos equipamentos ao longo da via (máquinas de chave, sinaleiros e caixas à margem de via) são conectados ao Terra Externo Estrutural (TEE), composto pelo cabo longitudinal de 50mm² lançados ao longo das vias.

Todas as partes metálicas que compõem os equipamentos (gavetas, perfis de sustentação, chapas de instalação, portas, laterais etc.) que não estão sujeitas a potencial elétrico devem ser montadas de forma a proporcionar um caminho elétrico eficaz para a terra.

Nas salas técnicas conectar a barra de aterramento do QDF-ST (Quadro de Distribuição e Força da Sala Técnica) a carcaça metálica do quadro e a ferragem estrutural mais próxima (TEE) através de um cabo de cobre isolado na cor verde com seção mínima de 50 mm². Para detalhamento do sistema de aterramento da sala técnica ver diagramas esquemáticos [12], [15], [18], [21], [24] e [26].

Os painéis e quadros elétricos devem possuir na sua parte inferior interna uma barra de cobre, com seção mínima de 50 mm², ou igual a das barras das fases, para conexão da fiação de aterramento e da blindagem dos cabos de controle. Esta barra deve ser dotada de dois conectores próprios para cabos de cobre nu com seção de 16 a 50 mm² localizados nas extremidades da barra.

Internamente ao quadro e próximo ao local de acesso dos cabos externos, deve existir outra barra de terra de cobre, destinada à conexão das blindagens dos cabos de sinal. Esta barra deve ser isolada do gabinete e ligada, em um único ponto, diretamente à barra de aterramento do quadro.

A barra utilizada para ligação das blindagens deve estar bem conectada (superfície de grande contato e condutora) mecânica e eletricamente à estrutura do painel ou quadro.

5.1.2 Aterramento da Blindagem de Cabos

Para os cabos de sinalização e controle devem-se utilizar cabos preferencialmente com dupla blindagem objetivando atenuação das interferências eletromagnéticas.

A blindagem externa dos cabos, ou seja, a blindagem comum a todos os condutores deverá ser conectada à barra de aterramento de sinal no painel de aquisição do sinal.

A blindagem do par ou trio, ou seja, a blindagem que abrange somente um par ou trio dos cabos, será conectada à barra de aterramento de sinal somente no lado do painel de aquisição do sinal.

Todas as veias não utilizadas de cabos multicondutores, sejam elas condutores singelos, pares ou trios, deverão ser conectadas à barra de aterramento de sinal no lado do painel de aquisição do sinal referente àquele cabo.

A continuidade da blindagem deve ser mantida ao longo de todo o percurso do cabo, inclusive nas caixas de passagem ou de junção e internamente aos painéis até os bornes dos dispositivos.

Os cabos com blindagem simples (única blindagem externa) devem ser aterrados em ambas as extremidades.

Os cabos com blindagem dupla, blindagem para o par/trio (interna que envolve cada par/trio individualmente) e blindagem coletiva (externa que envolve todos os pares/trios) devem ser aterrados conforme indicado a seguir:

- As blindagens internas devem ser aterradas somente no ponto de chegada ao sistema de controle;

- A blindagem externa deve ser aterrada em ambas as extremidades do cabo.

O fabricante deve aterrar a blindagem externa na barra de aterramento de blindagens. As blindagens internas (individuais) devem ser aterradas próximo aos bornes dos dispositivos. A distância entre os bornes dos dispositivos e o ponto de aterramento das blindagens não deve ser mais que 5 cm.

No caso do sistema de Sinalização e Controle (SC), durante a fase de desenvolvimento do projeto executivo, fica a cargo do projetista propor e com prévia autorização do Metrô-DF,

alterações na solução proposta no projeto básico de aterramento, que melhor atenda à tecnologia que vier a ser adotada, ficando os custos de alterações a cargo da proponente.

5.2 Aterramento para o Sistema de Baixa Tensão

5.2.1 Aterramento para os Circuitos de Baixa Tensão (Tensão Nominal ≤ 1000V)

Todos os circuitos de distribuição de energia deverão possuir obrigatoriamente um condutor de proteção (PE), que deverá ser instalado no mesmo eletroduto ou bandejamento, e posicionado próximo dos condutores das fases e neutro do circuito em questão.

O PE deverá ter uma isolação compatível com a tensão nominal do circuito, sendo esta isolação na cor verde.

Preferencialmente deverão ser utilizados cabos multipolares, sendo uma das veias dos mesmos utilizada para o PE, outra para o neutro (N) e as demais para as fases (R, S e T).

Cabe observar que esta é uma configuração que pode ser considerada como a ideal, principalmente em relação ao retorno da maior parcela possível de corrente de curto-circuito fase-terra pelo condutor de proteção (PE).

O esquema de aterramento dos circuitos de distribuição de Baixa Tensão a ser implantado nas Subestações Auxiliares, Subestações Retificadoras, Sala de Controle e Sala Técnica deverão ser obrigatoriamente do tipo TN-S, isto é com os condutores neutro e de proteção (PE) distintos e aterrados no quadro de aterramento (QA) das Subestações Retificadora e Subestação Auxiliar, que por sua vez estão conectados ao TEE, através de um condutor de 120 mm², conforme figura abaixo:

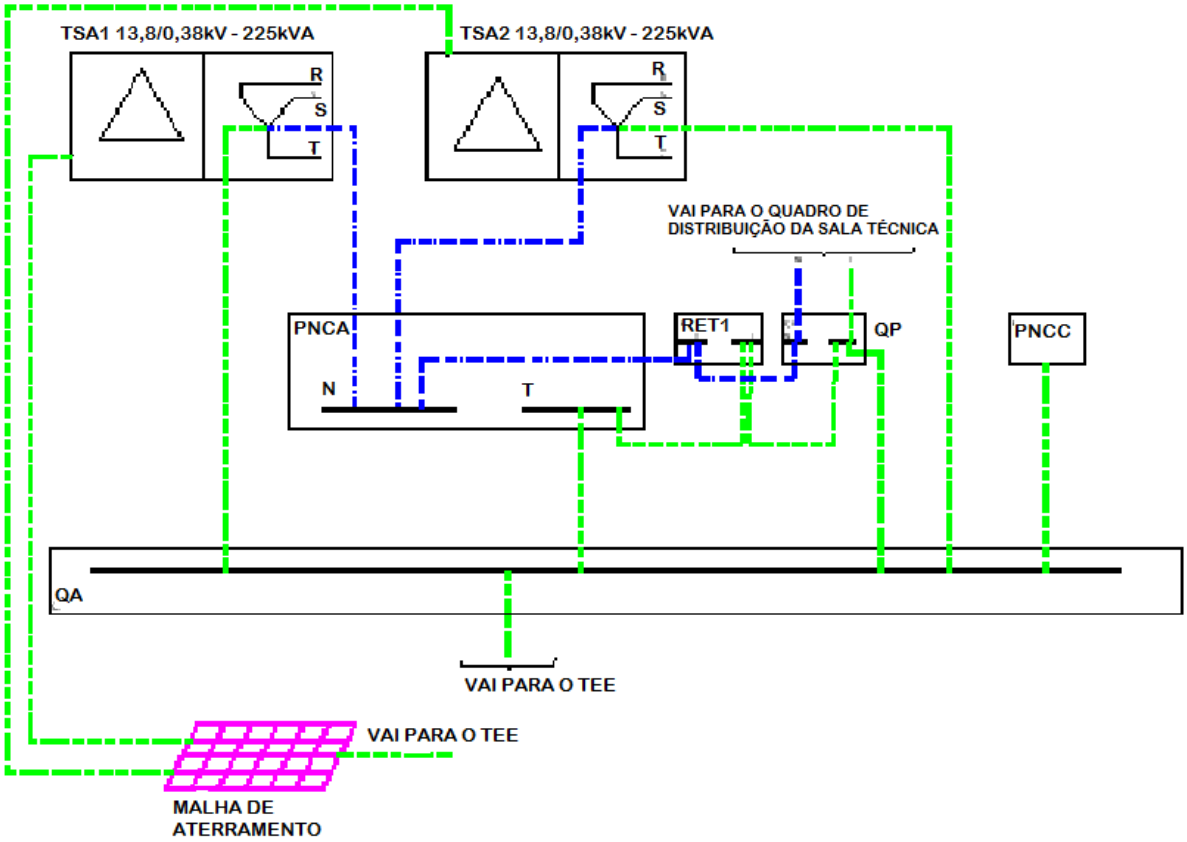


Figura 4 - Esquema de Aterramento da Subestação Auxiliar

Para detalhamento do aterramento dos circuitos de Baixa Tensão (BT) ver diagramas esquemáticos de [10] até [26].

Todas as edificações deverão possuir este tipo de infraestrutura de aterramento, denominada “Terra Externo Estrutural” (TEE), para servir de aterramento das partes metálicas que normalmente não conduzem corrente durante a operação normal dos equipamentos de baixa tensão e eletrônica.

As interligações das carcaças metálicas ao TEE em cada uma das edificações, não substitui sob hipótese alguma a passagem e ligação do condutor de proteção (PE) em todos esses equipamentos de baixa tensão conforme exigido pelo item 5.1.2.2.3.6 da ABNT NBR 5410:2004.

É muito importante do ponto de vista de segurança que o retorno dos valores mais elevados das correntes de curto-circuito fase-terra à fonte dos circuitos de baixa tensão, seja feito impreterivelmente através de condutores metálicos apropriados, no caso os condutores de proteção (PE) respectivos de cada circuito, conforme apresentado na Figura 4.

Todos os painéis de corrente alternada de baixa tensão (PNCA) das Subestações Retificadoras e Subestações Auxiliares deverão possuir uma barra de aterramento,

conectada eletricamente ao invólucro metálico dos mesmos e uma barra de neutro, convenientemente isolada das respectivas carcaças metálicas destes painéis, sendo as mesmas separadas fisicamente entre si. É muito importante que o aterramento do neutro seja executado em um só ponto e na origem da instalação, sendo este aterramento executado do ponto central do enrolamento secundário ligado em estrela do transformador abaixador (TSA1 e TSA2) para o QA, conforme indicado na Figura 4.

Do ponto central do enrolamento secundário do transformador da Subestação Auxiliar saem dois cabos isolados seção 120 mm², sendo o neutro em condutor azul para o PNCA e o terra condutor verde para o QA. As seções dos condutores estão definidas nas memórias de cálculo MC.4/EC.XX/00.401.

Do ponto central do enrolamento secundário do transformador das Subestações Retificadoras (TF1 e TF2) saem dois cabos isolados seção 10 mm², sendo o neutro em condutor azul para o PNCA e o condutor verde para QA.

Para detalhamento do sistema de aterramento das Subestações Auxiliares ver diagramas esquemáticos [10], [13], [16], [19] e [22].

No projeto do sistema de aterramento da expansão do Metrô - DF foram estabelecidos dois quadros de barra de aterramento, um localizado na Subestação Retificadora e outro localizado na Subestação auxiliar, conforme apresentado nas plantas de Disposição de Equipamentos das Subestações Auxiliares DE.4/EC.XX/00.40X e das Subestações Retificadoras DE.4/EB.XX/00.20X.

Da barra de terra do QA sairão os aterramentos para as carcaças de equipamentos e partes metálicas.

Um importante requisito da norma NBR-5410 [1], refere-se à questão da equalização de potencial. O objetivo dessa equalização de potencial é evitar tensões de contato perigosas em caso de defeitos fase-massa, internas ou externas ao prédio.

Na fase de detalhamento do projeto de aterramento, quando da correta localização de canalizações metálicas instaladas no trajeto da expansão do Metrô - DF, é importante isolar as tubulações internas das externas, com uma camada isolante de borracha na conexão de forma a isolar eletricamente o possível caminho de transferência de potenciais perigosos, bem como o adequado aterramento antes da entrada das canalizações na edificação.

A possibilidade de transferência de potenciais perigosos através das canalizações metálicas que passem das partes externas da edificação para as internas, deve ser analisada, sendo que quando houver esta possibilidade, providências devem ser tomadas para que o devido isolamento elétrico seja dimensionado e aplicado, bem como o adequado aterramento antes da entrada das canalizações na edificação.

Para as Estações 28, 29, 35, 36 e 41 e SR 63 o condutor de proteção (PE), será ligado nos barramentos de aterramento dos painéis de corrente alternada de baixa tensão (PNCA), o qual por sua vez, está conectado aos invólucros metálicos dos citados painéis elétricos. Como já foi citado, todos os equipamentos elétricos deverão possuir obrigatoriamente o seu próprio condutor de proteção (PE), todos estes condutores de proteção individuais que serão conectados nas carcaças metálicas dos equipamentos irão derivar da barra de aterramento do QA.

Todos os quadros de distribuição de luz e força deverão possuir uma barra de aterramento de cobre no interior do quadro, de bitola condizente à seção dos condutores de proteção (PE). Estes condutores de proteção (PE) se originarão da barra de aterramento do PNCA, e deverão ser de cobre com isolação na cor verde. Os circuitos terminais deste quadro deverão ter obrigatoriamente cada um deles os seus próprios condutores de proteção (PE) derivados do barramento de aterramento do respectivo quadro de distribuição. O condutor de proteção (PE) de cada um desses circuitos deverá ser posicionado quando de sua instalação, fisicamente próximo dos condutores fase e do neutro do circuito correspondente, objetivando deste modo a diminuição das reatâncias de retorno das correntes de curto-circuito fase-terra à fonte.

Nas salas de baterias das Subestações Auxiliares e Subestações Retificadoras, conforme MC.4/EC.XX/00.401 e MC.4/EB.XX/62.201, as partes metálicas de suporte deverão ser aterradas numa barra de terra de seção 35 mm² que deverá ser interligada ao TEE através de um cabo isolado de mesma seção,

Existem duas barras de equipotencialização, instaladas nos QAs, uma localizada nas Subestações Auxiliares e outra nas Subestações Retificadoras, nas demais áreas das Estações, não deverá haver nenhum condutor ou barra de aterramento de equipotencialização, exceto os condutores de proteção (PE) dos próprios circuitos de luz e força.

5.3 Aterramento para o Sistema de Energia e Tração

5.3.1 Malhas das Edificações (SR 15, 16, 63, 64, 65 e 21)

A malha de aterramento das edificações será dimensionada com os seguintes objetivos principais:

a) Possibilitar o retorno à fonte de parte ou do total do valor da corrente devido a um curto-circuito, proporcionando em consequência a devida operação das proteções;
b) Manter os potenciais que surgem nas partes metálicas de estruturas e carcaças dos equipamentos, dentro dos limites admissíveis;
c) Possibilitar o controle dos potenciais desenvolvidos no solo devido as correntes de malha, potenciais de passo, toque e transferência, dentro de valores admissíveis;
d) Possibilitar a diminuição dos valores das tensões fase-terra durante transitórios no sistema elétrico;

e) Possibilitar a conexão dos equipamentos a um potencial de referência, sendo que estas conexões cumprem dois importantes objetivos, o de aterramento do sistema (aterramento do ponto neutro dos transformadores) e aterramento de proteção (aterramento das partes metálicas dos equipamentos em geral).

Para detalhamento do sistema de aterramento das Subestações Retificadoras ver diagramas esquemáticos [11], [14], [17], [20], [23] e [25].

Como resultado das interligações entre os sistemas de aterramento, teremos uma redução significativa da resistência de aterramento do conjunto.

No caso de SR's vizinhas de estações de passageiros deverá ser executada uma adequada equalização dos potenciais, conforme apresentado nos desenhos de [28] até [60] entre o sistema de proteção contra descargas atmosféricas, com os demais sistemas de aterramento. Esta equalização consiste em conectar os cabos destinados ao SPDA às ferragens das edificações (TEE) e a malha de aterramento das estações.

No projeto de detalhamento das malhas de aterramento, deverão ser previstos poços de inspeção, localizados nos cantos externos da periferia da malha, em um número de quatro, para facilitar a execução periódica de medições do valor da resistência de aterramento de dissipação dos sistemas de aterramento, bem como para verificar o potencial característico dos cabos de cobre da malha em relação à célula padrão de cobre sulfato de cobre, objetivando detectar eventuais possíveis sinais de corrosão dos condutores componentes da mesma. Nos poços de inspeção, deverão ser disponibilizados condutores de cobre com um comprimento de no mínimo oitenta centímetros de comprimento, de mesma bitola dos da malha, conectados aos condutores da malha de aterramento, sendo que as hastes componentes da malha deverão ser instaladas com as extremidades superiores a uma mesma profundidade dos condutores da malha de aterramento. Todas as conexões nestes poços de inspeção deverão ser feitas com solda exotérmica. Os cabos dentro dos poços disponíveis para as conexões do terrômetro e da célula padrão de cobre sulfato de cobre, deverão ficar sob uma camada de brita, a ser colocada dentro dos referidos poços. Cabe observar que estas medições podem ser executadas em qualquer ponto acessível do sistema de aterramento ou ferragens estruturais.

Estas malhas de aterramento podem ser consideradas como sendo uma malha de dispersão para terra no sentido da fonte de parte da corrente de falha do sistema de média tensão, tendo, portanto como função básica a de:

a) Propiciar o retorno de parte da corrente de falha (curto-circuito fase-terra) da rede de média tensão, através da malha de aterramento e para a fonte da mesma;
b) Equalizar os potenciais entre os equipamentos de corrente alternada de média tensão;
c) Garantir a segurança de pessoas e equipamentos.

Deverão ser aterrados nesta malha de aterramento da edificação somente os seguintes equipamentos:

a) Partes metálicas dos transformadores de serviços Auxiliares das SAs e das SRs de 13,8/0,38 kV;
b) Partes metálicas dos transformadores de média tensão dos grupos retificadores de tração;
c) As estruturas metálicas dos cubículos de média tensão instalados nas Subestações Retificadoras;
d) Todas as blindagens dos cabos de média tensão da interligação com as estações adjacentes, inclusive com a Subestação primária.

As malhas de aterramento de média tensão deverão ser revistas e ajustadas se necessário, no projeto executivo, e ser dimensionadas com base nas normas brasileiras e recomendações internacionais especificadas no item 4.

Para o dimensionamento da malha de aterramento, foi considerado o nível de curto-circuito fase – terra ([1](RT.4/EX.99/00.015 - Estudo de Nível de Curto Circuito em Corrente Alternada – Trecho Expansão) da rede de média tensão no ponto onde será instalada a respectiva malha. Observar que deverão ser levadas em consideração também as contribuições de corrente que serão fornecidas pelas estações adjacentes interligadas, no caso de um curto-circuito fase-terra em situações consideradas as piores possíveis.

Futuras ampliações que possam existir e assim influenciar no valor final desta corrente de curto-circuito calculada/presumida, também deverão ser incluídas.

Reavaliações devem ser executadas quando alterações significativas forem feitas quando da execução de futuras ampliações do sistema, que possam aumentar os valores destas correntes e por sua vez influenciar no desempenho das malhas anteriormente calculadas.

O tempo de eliminação de falha deve ser compatível com os tempos de atuação dos relés de proteção e a abertura efetiva dos disjuntores. Naturalmente esse tempo de eliminação da falha deve ser levado em consideração não só no dimensionamento das bitolas dos condutores das malhas de aterramento de dissipação como também no cálculo dos potenciais de toque e passo máximos admissíveis.

Corroborando com as orientações do documento RT.6/EX.99/00.001 - BRASMETRÔ – Projeto Conceitual do Sistema de Aterramento Geral do Metrô – DF, deverá ser considerada a conexão das ferragens estruturais às ferragens previstas no projeto dos pisos das estações de passageiros, Subestações Auxiliares e Subestações Retificadoras.

No presente caso, de forma estimativa, o tempo de eliminação de falha foi considerado igual a 0,5 segundos (meio segundo).

O dimensionamento do sistema de aterramento de média tensão (MC.4/EX.99/10.601 – Sistema de Aterramento – Estações 28, 29, 35, 36, 41 e SR 63 - Memória de Cálculo) deverá ser tal que os potenciais de toque e passo em qualquer ponto das estações resultem em valores menores ou no máximo iguais, aos máximos admissíveis calculados conforme a norma NBR 15751/2013 – Sistemas de Aterramento de Subestações – Requisitos e recomendações citadas anteriormente.

A resistividade do solo do local onde será instalada a malha de terra da média tensão foi medida pelo método descrito em [3]NBR 7117-2012 – Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo e conforme orientado no relatório emitido [4], para o projeto executivo, após a terraplenagem, é obrigatório e imprescindível a realização de novas medições da resistividade, para que essas não sejam afetadas por elementos desconhecidos e reflitam o perfil real do solo.

A profundidade recomendada de instalação da malha de aterramento da edificação deverá constar claramente no projeto executivo devendo ser de no mínimo 0,50 metros abaixo do nível da face inferior da laje de fundo das edificações no caso das estações subterrâneas. Além disso, deverá ser instalada sob a edificação referida por ocasião da execução das obras brutas, e antes da concretagem das lajes e fundações. No caso das subestações de superfície instalar as malhas a uma profundidade de no mínimo 0,5 m da superfície do solo.

Todas as conexões enterradas, executadas nas malhas de aterramento de média tensão, cabo-cabo, hastes-cabo deverão ser executadas através de solda exotérmica.

Todas as hastes de aterramento a serem instaladas nas malhas de aterramento de média tensão deverão ser fabricadas por eletrodeposição, com uma camada mínima de cobre de 0,254 mm, ¾” de diâmetro com três metros de comprimento, conforme prescrito na referência [5] constante da lista de normas técnicas utilizadas.

Deverão ser instalados eletrodos de aterramento verticais (hastes de aterramento) com as mesmas características das citadas no parágrafo anterior em todos os pontos onde forem conectados os cabos isolados na cor amarela na malha de terra de média tensão, cabo este utilizado para interligar a malha de aterramento de média tensão aos equipamentos de média tensão. Estes eletrodos têm como finalidade minimizar a impedância de surto nestes pontos específicos de aterramento das carcaças dos transformadores de média tensão, bem como as carcaças dos cubículos e blindagens dos cabos de média tensão.

Após a instalação das referidas malhas deverão ser executadas medições das resistências de aterramento para verificação dos valores calculados no documento MC.4/EX.99/10.601 – Sistema de Aterramento – Estações 28, 29, 35, 36, 41 e SR 63 - Memória de Cálculo. Deve ser utilizado nessas medições o método da queda de potencial por injeção de corrente, conforme referência [7] citada na lista de normas técnicas utilizadas. Em não se

obtendo os resultados esperados, novos estudos, correções, testes devem ser realizados até que se obtenha resultado dentro de parâmetros aceitáveis em normas.

Os potenciais de passo e toque estabelecidos no documento MC.4/EX.99/10.601 – Sistema de Aterramento – Estações 28, 29, 35, 36, 41 e SR 63 - Memória de Cálculo, deverão também ser verificados através de medições por corrente injetada. O método a ser utilizado deverá ser o sugerido na referência [7] da lista de normas técnicas utilizadas. Em não se obtendo os resultados esperados, novos estudos, correções, testes devem ser realizados até que se obtenha resultado dentro de parâmetros aceitáveis em normas.

Deverão ser previstas medições de resistência elétrica, objetivando a comprovação da continuidade elétrica entre o sistema de captação do SPDA localizado na cobertura das edificações e o respectivo sistema de aterramento, o qual poderá ser acessado através de qualquer um dos poços de inspeção localizados nos vértices de cada uma das edificações. A medição deverá ser executada com a utilização de um microhmímetro microprocessado, capaz de injetar no mínimo 5 amperes no circuito sob medição.

5.3.2 Equipamentos das Subestações Retificadoras

5.3.2.1 Cubículos de média tensão corrente alternada

As carcaças dos cubículos de média tensão de corrente alternada, partes metálicas dos transformadores de tração deverão ser interligados à malha de aterramento da edificação através de cabo isolado na cor amarela seção 120 mm².

O quadro de aterramento, onde serão ligados os cabos de interligação à malha de aterramento da edificação deverá seguir o dimensionamento apresentado no desenho [61]DE.4/EX.99/10.600 - Sistema de Aterramento – Quadro de Aterramento

A disposição entre os cubículos de média tensão e os de corrente contínua deve ser tal que possa ser mantida uma distância segura de 2,50m (isolamento por fora de alcance) entre os mesmos, e entre os cubículos de corrente contínua e o TEE (paredes, colunas, estruturas metálicas e similares). Esta distância também deverá ser obedecida entre os cubículos de corrente contínua e outros equipamentos da baixa tensão e eletrônica. Objetivando desta maneira, proteger o pessoal de operação contra eventuais tensões de contacto, pois estes sistemas poderão ter os seus potenciais distintos agravados principalmente em caso de defeito.

Não deve ser permitido que com as portas abertas os cubículos de média tensão e os de corrente contínua possam ser tocados simultaneamente por uma pessoa. Caso este fato seja inviável devido a limitações de espaço, instruções claras aos operadores dos perigos das eventuais tensões de toque devem ser fornecidas.

5.3.2.2 Blindagens metálicas dos cabos de média tensão de corrente alternada:

O aterramento da blindagem dos cabos de média tensão é um dos pontos extremamente importantes do ponto de vista da efetividade não só da operação das proteções como também como um dos componentes do sistema de aterramento de média tensão. Por ter como uma das principais finalidades possibilitar o retorno das correntes de defeito (correntes de curto-circuito fase-terra) para a fonte geradora de média tensão deve-se sempre dar preferência a se propiciar caminhos metálicos para servir de retorno das correntes de curto-circuito fase-terra desde o ponto de defeito até a fonte de geração das mesmas.

Portanto essas blindagens externas à isolação dos cabos de média tensão deverão ser convenientemente dimensionadas, ou lançado cabo de aterramento alternativo, não só para criar uma distribuição equipotencial do campo elétrico entre o cabo e a própria blindagem, mas também para suportar a corrente de defeito (de curto-circuito fase-terra) calculada, e que possa circular pela mesma, levando-se em consideração todas as contribuições possíveis de corrente de curto-circuito fase-terra.

Como premissa utilizou-se cabo MT de cobre nu lançado sob o banco de dutos dos cabos de potência, conforme padrão da concessionária local ([62]NTD-1.04 – Norma Técnica da CEB Distribuição – Critérios de Projeto e Padrões de Construção de Rede de Distribuição Subterrânea):

Tabela 25 - Dimensionamento do condutor de proteção

MATERIAL DO CONDUTOR FASE	SEÇÃO DO CONDUTOR FASE (mm^2)	SEÇÃO DO CONDUTOR PROTEÇÃO (mm^2)
Cobre	35	35
	95	95
	120	
	185	
	240	120

Cabe observar que, o rompimento de isolação em cabos de média tensão, gera em sua volta um campo magnético, devido a tensão elevada, como também um campo elétrico em suas proximidades, com valores consideráveis, suficientes para provocar a circulação de correntes de defeito (curto circuito fase-terra), através das respectivas blindagens.

Essas blindagens deverão ser interligadas ao cabo de cobre nu, nos pontos de emendas e à malha de terra das edificações.

O cabo de cobre nu lançado sob o banco de dutos, deverá estar acessível e identificado em todas as caixas de passagem.

Os cabos de cobre nu lançados sob o banco de dutos, deverão estar acessíveis e identificados em todas as caixas de passagem instaladas a cada 50m. Em cada caixa de passagem deverá ser instalada 1 (uma) haste de aterramento ¾".

De forma geral, o tratamento a ser dado para as blindagens é o de aterrá-las em ambas as extremidades nas malhas das estações, e a outra ponta na malha de aterramento da Subestação primária.

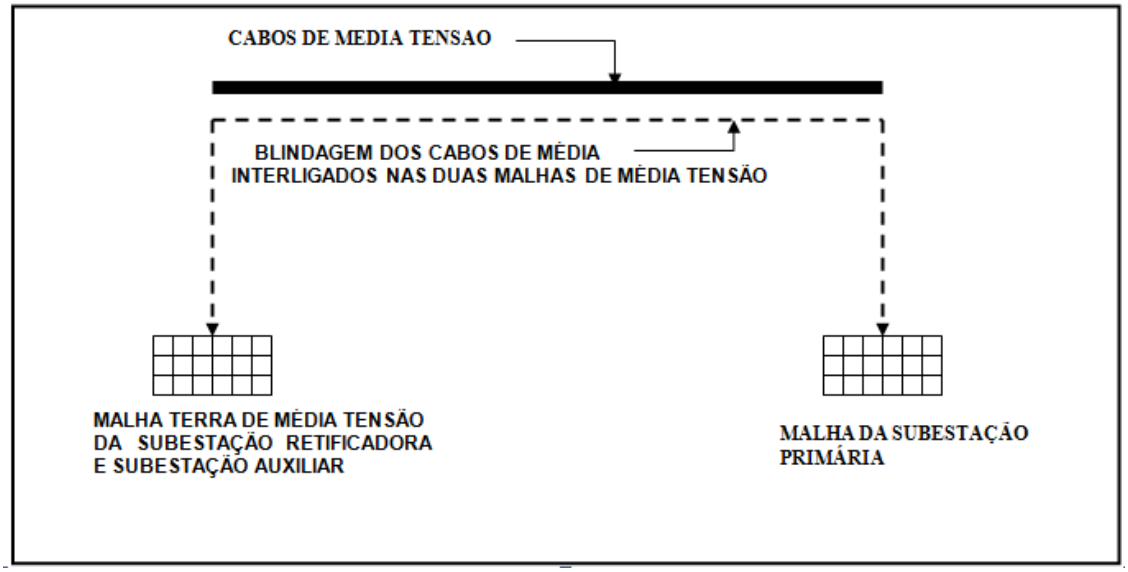


Figura 5 - Diagrama típico dos cabos de média tensão com blindagens interligadas nas duas extremidades, na Subestação Retificadora e na malha da Subestação primária

5.3.2.3 Retificadores e sistema de corrente contínua - CC:

Na Subestação Retificadora encontram-se circuitos de corrente alternada e corrente contínua. Como foi visto, os equipamentos de média tensão deverão ser aterrados na malha de aterramento da edificação.

As carcaças dos equipamentos de corrente contínua não podem ser aterrados na malha de aterramento supracitada nem no TEE, devido aos seguintes motivos:

a) No caso de um curto-circuito do positivo de corrente contínua (+CC) para as partes metálicas a corrente que irá circular para o TEE e pelas partes metálicas envolvidas seguramente não irão atingir os valores mínimos suficientes para o acionamento das proteções, devido as resistências elevadas do circuito de fechamento entre o positivo (+ CC) em curto com o TEE e o negativo (-CC). Os caminhos que esta corrente de defeito irá percorrer de uma maneira geral são totalmente aleatórios, e em certos casos podendo seguir caminhos de alta resistência, fluindo sem o devido controle podendo causar outros danos tais como romper isolamentos e/ou componentes em seu trajeto, colocando em risco inclusive o pessoal operacional. Cabendo observar que quanto maior a potência da Retificadora maior serão estes riscos.

Devido basicamente a estes fatos outros critérios de proteção deverão ser adotados nas instalações que envolverem corrente contínua, a saber:

a.1) Isolar da malha da edificação e das estruturas das obras civis (TEE), dentro do ambiente das Subestações Retificadoras, as partes metálicas normalmente não condutoras de corrente (carcaças) correspondentes aos invólucros dos equipamentos de corrente contínua (armários dos retificadores, cubículos dos disjuntores extra-rápidos).

a.2) A disposição dos cubículos da corrente contínua e alternada devem ser tais que uma pessoa não possa tocá-los simultaneamente, uma distância de no mínimo 2,50 metros entre eles deve ser garantida. Não deve ser permitido que com as portas abertas os mesmos possam ser tocados simultaneamente por uma pessoa.

a.3) Somente pessoal autorizado, treinado e advertido com relação aos problemas que podem surgir de diferenças de potencial entre estes cubículos de corrente alternada e contínua devem operar estes sistemas, simultaneamente instalados em um mesmo ambiente.

a.4) As carcaças metálicas dos cubículos de corrente contínua deverão ser monitorados por relé 76, para falha de isolação.

a.5) Os cubículos de 1kVcc e os retificadores deverão estar isolados do piso meio por meio de material isolante compatível com o especificado no documento ET.4/EB.99/26.201, assim como as paredes e colunas no caso em que a disposição citada no item a.2) não respeitar uma distância mínima de 2,50 metros entre os equipamentos de corrente contínua e de média tensão e destes as paredes e colunas, a fim de isolar uma possível ponte condutora entre o terra da via (TV) e o terra externo estrutural (TEE) representado pelas carcaças dos equipamentos de média tensão.

a.6) As carcaças dos cubículos (armários) de corrente contínua deverão estar isolados do piso por uma camada isolante que suporte no mínimo 3000 V.

a.7) Medidas especiais de proteção, como a utilização de curto-cicuitador de terras, que tem como função não permitir que a diferença de potencial entre o TEE e o terra da via ultrapasse valores que criem perigo aos usuários (estes valores estão normalizados através da norma EN 50122-1) deverão ser instaladas. Este curto-circuitador deverá ser ligado entre o terra da via (-CC) e diretamente no TEE. Este dispositivo, conforme recomenda a norma [8] EN 50122-1:2011 - Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock, deverá monitorar e fazer a equipotencialização de tensão entre os terras enquanto durar a sobretensão (curto-circuitador de terras). Esta função poderá ser efetuada por contator acionado por um relé de tensão em corrente contínua que curto–circuita temporariamente os trilhos (terra da via – TV) com o terra externo estrutural (TEE). A atuação desse relé de

tensão levará a situação de alarme e desarme dos “feeders” do positivo do trecho com defeito.

a.8) Seccionadores e contatores do terceiro trilho devem ser isolados e as caixas dos mesmos devem ser de fibra isolante e montadas sobre isoladores.

As características do sistema metroviário em questão devem garantir a não ultrapassagem dos valores máximos permitidos de tensão de toque em função do tempo de exposição de acordo com a norma supracitada conforme abaixo:

EN 50122-1:2011 – 60 –

Table 6 — Maximum permissible effective touch voltages $U_{te,\,max}$ in d.c. traction systems as a function of time duration

t s	$U_{te,\,max}$ long-term V	$U_{te,\,max}$ short-term V
> 300	120	-
300	150	-
1	160	-
0,9	165	-
0,8	170	-
0,7	175	-
< 0,7	-	350
0,6	-	360
0,5	-	385
0,4	-	420
0,3	-	460
0,2	-	520
0,1	-	625
0,05	-	735
0,02	-	870

Key
t time duration
$U_{te,\,max}$ permissible effective touch voltage

Figura 6 - Tensões de toque permissíveis norma EN 50122-1

a.9) Deverá ser implementada PROTEÇÃO DE SEGUNDO NÍVEL, nos cubículos de 1kVcc, (positivo e negativo). Basicamente deverá ser utilizado para-raios poliméricos de óxido de zinco, conforme documento MC.4/EB.XX/00.201. A impedância de aterramento dos citados para-raios deverá ser a menor possível, o que significa a utilização preferencial de condutores de cobre, em formato de fita, com uma bitola mínima de (50 x 1,75)mm, com comprimentos os menores possíveis.

5.3.3 Aterramento dos transformadores de Serviços Auxiliares das SR's (SR-15, 16, 63, 64, 65 e 21)

Nas SR's SR-15, 16, 63, 64, 65 e 21 todas as carcaças dos transformadores de serviços auxiliares de 30 kVA deverão ser interligados através de cabo isolado de cobre nu 10 mm² às malhas das respectivas edificações.

Para maior detalhamento ver Diagramas Esquemáticos [11], [14], [17], [20], [23] e [25].

5.3.4 Aterramento dos equipamentos do SPCS (Sistema de Proteção, Controle e Supervisão)

Todo painel ou quadro elétrico deverá possuir uma barra de aterramento conectada na carcaça e outra barra para o neutro, a qual deve ser isolada de partes metálicas. Desta forma, garante-se a alimentação do SPCS e controle internos às estações através do esquema de aterramento TN-S.

O aterramento dos painéis que contenham equipamentos integrantes dos sistemas digitais de controle, supervisão e proteção (controladores programáveis, quadros de computadores, instrumentos microprocessados, equipamentos com componentes eletrônicos sensíveis) deverão ser conectados à barra interna de aterramento destes painéis, localizada próxima à entrada de cabos e assim que definido o seu fornecimento, deverão ser detalhados e possuir dispositivos de proteção contra surtos.

Nas salas de controle todas as carcaças metálicas dos equipamentos devem ser isoladas entre si e ligadas à barra de terra do quadro de aterramento (DE.4/EX.99/10.600 - Sistema de Aterramento – Quadro de Aterramento) da Subestação Retificadora conforme apresentado nos diagramas esquemáticos [12], [15], [18], [21], [24] e [26].

5.3.5 Aterramento PEE Hípica

Foi prevista também, uma malha de aterramento para a PEE Hípica, onde estarão instalados os cubículos de medição CEB, cubículos dos alimentadores das SRs 03, 04, 05 e 06, os filtros de harmônicos e os cubículos de proteção destes filtros.

Para conexão das partes metálicas dos filtros de harmônicos, parte metálica dos cubículos de proteção dos filtros e cubículos dos alimentadores das SRs 03, 04, 05 e 06 na PEE Hípica, utilizar cabo de cobre isolado de mesma seção da malha de aterramento, ou seja, seção de 50 mm² conforme [5].

Conforme apresentado no item 5.3.2.2, as blindagens dos cabos dos alimentadores provenientes da CEB (média tensão) deverão ser interligadas à malha de aterramento da PEE Hípica.

5.4 Aterramento para as Estações de Passageiros (28, 29, 35, 36 e 41) e outras edificações

Deverá ser prevista a conexão das ferragens dos pisos das estações 28, 29, 35, 36 e 41 ao TEE. Os pisos das plataformas destas estações deverão ser recobertos com material pouco permeável à umidade e elevada resistividade superficial, com consequente diminuição do valor da corrente que possa fluir da via para a plataforma, através de qualquer conexão acidental feita por uma pessoa no momento do embarque ou desembarque nos trens que estão no potencial do terra da via (TV), sendo que a plataforma está no potencial do terra externo estrutural (TEE).

Para melhor detalhamento ver desenhos de [27] até [60].

As demais instalações elétricas das estações de passageiros e outros prédios serão feitas com aterramentos de acordo com a Norma NBR 5410 [1] com esquema TN-S com PE e N (funções de proteção e neutro) derivados da barra de terra da Subestação Auxiliar, a qual estará ligada às derivações do cabo-terra.

5.5 Aterramento para o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA

Apresentam-se abaixo as diretrizes necessárias para o projeto básico de SPDA (Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas) para as edificações das estações componentes da expansão do Metrô - DF. Serão estabelecidas as características para a sua execução nas estações de passageiros 28, 29, 35, 36, 41 e SR 63.

Conforme a norma [2]5419:2005 - Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas, todas as edificações e estruturas deverão possuir um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) especificado conforme o nível de proteção requerido e características próprias de cada uma das mesmas. O SPDA deverá ser dimensionado de acordo com o conceito básico de utilização de barras chatas, cabos de aço ou cabos de cobre convenientemente soldados às armaduras das edificações, terminais aéreos interligados às mesmas na cobertura, e sistemas de aterramento em formato de anéis ao redor das edificações, também apropriadamente interligados às armaduras das fundações.

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas diretas - SPDA das edificações deverá seguir o método da eletrogeométrico, no qual deverão ser utilizados na descida, cabos de cobre nu 50 mm², soldados às ferragens dos pilares, vigas e fundações. Pela norma NBR 5419:2005 para estruturas com mais de 20 m utilizar seção mínima de 35 mm². Optou-se em utilizar cabo de 50 mm² de cobre por questões de esforços mecânicos.

Na cobertura da edificação, tal método deverá utilizar quando for o necessário, uma malha de captação dimensionada em conformidade com o nível de proteção e Tabela I da norma [2]. Para determinação do nível de proteção ver 5.5.1.

No aterramento de dissipação do SPDA, além das ferragens das fundações deverá ser instalado um anel de aterramento de dissipação e equalização ao redor da edificação, o qual deverá ser formado por um condutor de cobre nu de 50 mm² de seção transversal interligado às ferragens das fundações através de um vergalhão liso de cobre eletrolítico com diâmetro de 12,7mm, soldado às ferragens da armadura do pilar através de solda elétrica utilizando-se um eletrodo especial AWS-CUAL -1A.

O desenvolvimento do projeto básico baseou-se na orientação de Normas Técnicas ABNT, especialmente a NBR-5419/2005 – Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas, ver [2]. Além destas orientações buscou-se sempre a utilização da boa técnica e o emprego racional de recursos.

Cabe ressaltar, que um SPDA não pode assegurar a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e de bens, entretanto a aplicação dos parâmetros e do projeto adotado reduz de forma significativa os riscos de danos internamente às estruturas, devido às descargas atmosféricas diretas. A proteção contra as descargas atmosféricas diretas (raios) é chamada no presente documento de proteção primária, a qual tem seus parâmetros básicos definidos no item 4.5.1.

5.5.1 Proteção Primária

A PROTEÇÃO PRIMÁRIA compreende a blindagem aérea oferecida pelas hastes para raios (captores) adicionais, luminárias com captores (terminais aéreos instalados nas mesmas), proteção contra o impacto direto de raios nas edificações, aterramentos das demais estruturas condutoras, que podem ser consideradas como captores naturais.

Este conjunto de elementos metálicos aterrados com alturas e formas geométricas específicas irá formar uma blindagem representada pelo chamado volume de proteção, aos equipamentos e pessoas com certa eficácia.

Esse volume de proteção deverá ser efetivo para descargas atmosféricas com correntes associadas iguais ou maiores do que 5,4 kA até 150 kA.

O volume de proteção, também chamado raio de atração, ou raio da semi-esfera fictícia (R) o qual varia em função da corrente associada à descarga atmosférica, sabendo-se que quanto maior for o valor desta corrente tanto maior será o raio de atração (R) e consequentemente o volume de proteção oferecido. Portanto como veremos a seguir, se a proteção primária for dimensionada para um certo valor determinado de (R), a maioria das correntes associadas às descargas atmosféricas iguais ou maiores do que a mesma deverão ser captadas pelo sistema de proteção (captação) assim projetado.

Para a determinação do raio de atração (R) deverá ser utilizada a fórmula constante da ABNT NBR 5419:2005 “Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas”:

$$R = 10 * (I_{máx})^{0,65}$$

Sendo:

(Imáx) em kA e " R " raio de atração em metros.

(Imáx) é o valor de crista máximo do primeiro raio negativo em quiloampéres

(R) é o raio de atração ou o raio da esfera fictícia a ser utilizado no Modelo Eletrogeométrico (MEGM).

O valor de (I máx) deve ser igual a 5,4 kA.

Obtendo-se um R ≈ 30 metros, correspondendo, portanto ao NÍVEL II DE PROTEÇÃO segundo a ABNT NBR 5419:2005.

5.5.1.1 Premissas da Proteção Primária

A blindagem que deverá ser projetada para atender as exigências relativas à PROTEÇÃO PRIMÁRIA das edificações deverá ser dimensionada utilizando-se o raio da esfera fictícia (R) ≈ 30 m o que corresponde a uma corrente do primeiro raio negativo igual a 5,4kA (NÍVEL DE PROTEÇÃO II segundo a ABNT NBR 5419:2005), proporcionando em consequência uma blindagem contra raios tal que permita o seu rompimento somente em 1% dos casos, sendo este rompimento somente admitido para correntes inferiores à 5,4 kA.

A PROTEÇÃO PRIMÁRIA utilizando-se do (MEGM) deverá garantir a proteção de quaisquer objetos ou pessoas localizados internamente ao volume de proteção, ou seja internamente à edificação.

Todos os elementos naturais de captação, tais como postes metálicos deverão possuir aterramento local convenientemente dimensionado e interligado com os aterramentos dos SPDAs das edificações adjacentes.

Tal conjunto deverá poder captar e dispersar para a terra correntes da ordem de 150 kA (de 5,4 kA à 150 kA).

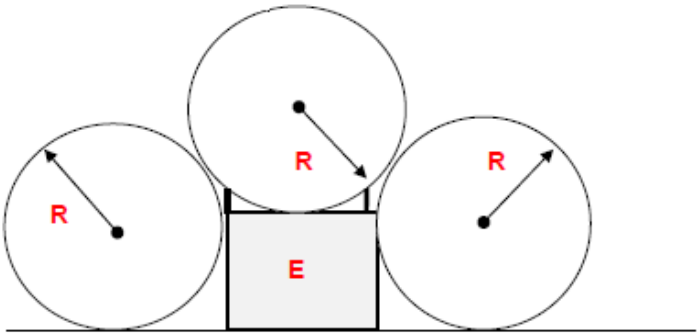


Figura 7 - Modelo Eletrogeométrico (MEGM) – Volume de Proteção

Onde:

H = Altura da edificação

E = Edificação, volume de proteção

R = Raio da Esfera fictícia ≈ 30 metros

Junto aos mastros suporte dos captores, ou postes metálicos deverão ser instaladas pelo menos duas hastes de aterramento, fabricadas pelo processo eletrolítico, com alta camada de cobre com 0,254mm de espessura, com 3 m de comprimento e ¾" de diâmetro, em configuração "pé de galinha" distanciada entre si de 3 metros. Estas hastes devem ser interligadas aos aterramentos das edificações adjacentes.

5.5.1.2 Proteção Primária das Edificações – (SPDA)

As edificações que possam ser atingidas por descargas atmosféricas, deverão ter um sistema de proteção contra o impacto direto dos raios projetado utilizando-se o MEGM, atendendo os requisitos mínimos, conforme [2] 5419:2005 - Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas, descritos abaixo:

a) Nível de proteção máximo permitido pelas premissas da PROTEÇÃO PRIMÁRIA deverá ser igual ou maior do que o Nível de proteção II, isto é, só são permitidos NÍVEIS DE PROTEÇÃO I E II, ou seja; raios da esfera fictícia do MEGM, R ≈ 20 e 30 m respectivamente.
b) Especificação de todos os componentes do SPDA, captores, terminais aéreos, espaçamento das descidas, em conformidade com o NÍVEL DE PROTEÇÃO, altura da edificação e listas de quantitativos elaboradas (ver referência de [74]até [79]).
c) Deverão ser utilizadas as barras chatas ou cabos de cobre soldados às armaduras dos pilares e das fundações como condutores de descida e aterramento de dissipação das correntes associadas aos raios.

5.5.1.3 Composição do SPDA das diversas edificações

A Proteção Contra Descargas Atmosféricas Diretas - SPDA das diversas Edificações será composta basicamente pelos seguintes elementos:

Captores naturais, compostos pelos suportes metálicos das telhas também metálicas, e quando for o caso das mesmas não serem metálicas, deverão ser posicionados captores não naturais formados por terminais aéreos de 0,60m x 3/8"de diâmetro, com cabeça boleada, aço SAE 1020 zincado por imersão a quente (500g/m²). Os terminais aéreos deverão ser entregues e instalados pelo fornecedor dos telhados metálicos.

Nas edificações que não for possível a utilização dos elementos naturais, como captação, descidas e aterramento, os quais devem ser de preferência sempre utilizados, pode-se, conforme mencionado anteriormente, utilizar com a aplicação do Modelo Eletrogeométrico – (MEGM) com (R) ≈ 30metros, captores, condutores de descida adicionais e aterramentos constituídos por elementos de cobre convenientemente posicionados e que obedeçam à Tabela 3 da ABNT NBR 5419:2005 constante na Figura 8:

Tabela 3 — Seções mínimas dos materiais do SPDA

Material	Captor e anéis intermediários mm²	Descidas (para estruturas de altura até 20 m) mm²	Descidas (para estruturas de altura superior a 20 m) mm²	Eletrodo de aterramento mm²
Cobre	35	16	35	50
Alumínio	70	25	70	-
Aço galvanizado a quente ou embutido em concreto	50	50	50	80

Figura 8 - Tabela 3 NBR 5419:2005 - Seções mínimas dos materiais do SPDA

O aterramento de dissipação do SPDA será composto pelas barras chatas, cabos de aço ou cabos de cobre soldados às armaduras das fundações, anel externo de cobre nu eletrolítico com bitola mínima de 50 mm² interligado às hastes também de cobre, fabricadas por eletrodeposição, com camada de cobre mínimo de 0,254 mm, com 3 metros de comprimento e ¾" de diâmetro, cravadas no solo em frente à todas as descidas naturais, constituídas pelos pilares pré-moldados.

Tanto as descidas naturais como os cabos de descida de cobre nu, deverão estar conectados às ferragens das fundações (TEE) e a malha de aterramento das edificações.

Abaixo seguem detalhes das conexões do cabo de cobre nu 50 mm² SPDA as ferragens das estruturas:

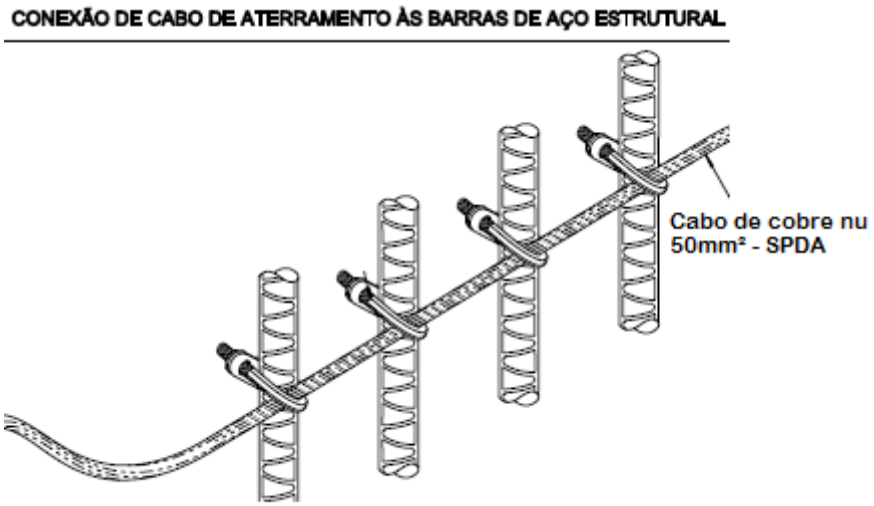


Figura 9 - Conexão cabo-terra/SPDA as ferragens das estruturas

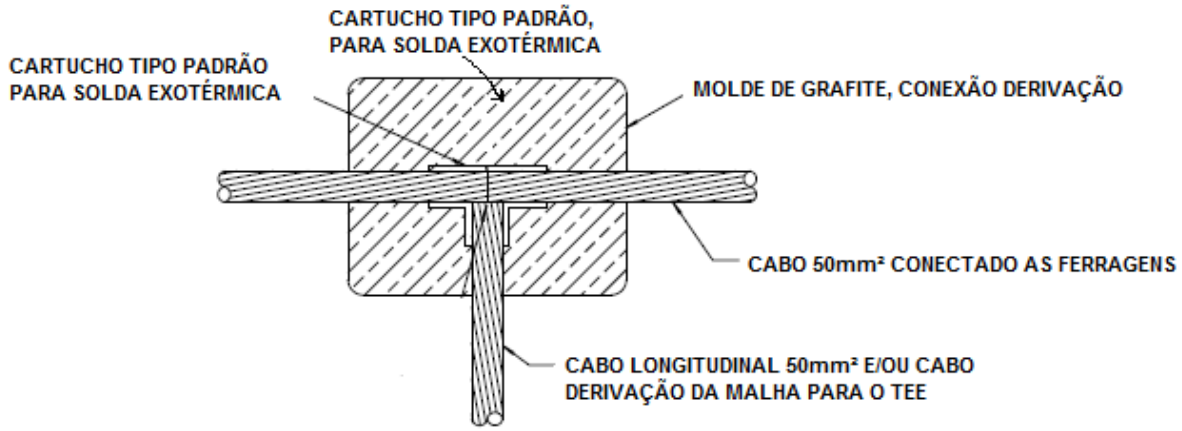


Figura 10 - Conexão cabo longitudinal 50mm² e/ou cabo derivação da malha de aterramento

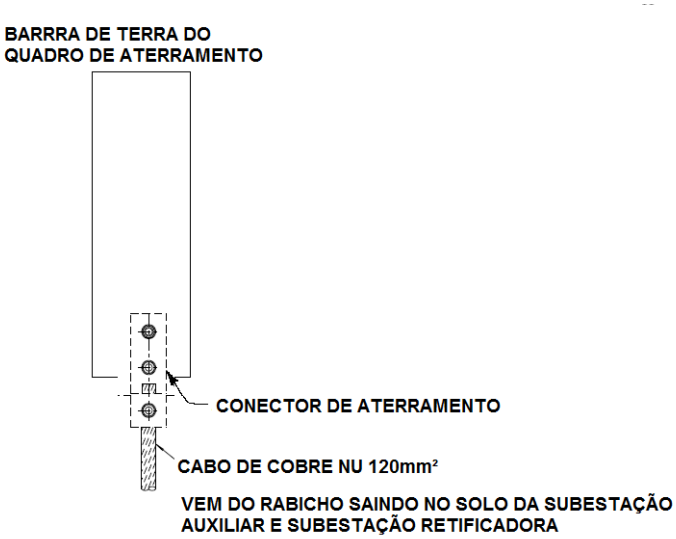


Figura 11 - CONEXÃO TEE AO QUADRO DE ATERRAMENTO

Para maiores detalhes ver [8]PP.4/00.99/J4.001 - Sistema de Aterramento - Geral - SR 63 e Estações 28, 29, 35, 36 e 41 - Detalhes Padronizados.

No caso das telhas metálicas serem adotadas como captores naturais, a Tabela 4 da ABNT NBR 5419:2005 deverá ser obedecida.

Tabela 4 — Espessuras mínimas dos componentes do SPDA

Dimensões em milímetros

Material	Captores			Descidas	Aterramento
	NPQ	NPF	PPF		
Aço galvanizado a quente	4	2,5	0,5	0,5	4
Cobre	5	2,5	0,5	0,5	0,5
Alumínio	7	2,5	0,5	0,5	--
Aço Inox	4	2,5	0,5	0,5	5

NPQ - não gera ponto quente;
NPF - não perfura;
PPF - pode perfurar.

Notas

1 Independentemente das espessuras, deverão ser mantidas as seções transversais mostradas da tabela 3

2 Os condutores e acessórios de aço (exceto inox) devem ser protegidos com uma camada zinco aplicado a quente (fogo) conforme a ABNT NBR 6323, ou com uma camada de cobre com espessura mínima de 254 µm, conforme ABNT NBR 13571.

3 O aço de construção só pode ser utilizado embutido no concreto.

Figura 12 - Tabela 4 NBR 5419:2005 Espessuras mínimas dos componentes SPDA

Os valores das resistências elétricas de contato que comprovam a adequada continuidade elétrica entre os captores, armaduras e barras chatas utilizadas como descidas até o aterramento de dissipação devem ser comprovadas após a execução através de medições por injeção de corrente conforme descrito no ANEXO E da ABNT NBR 5419:2005. Sendo que o valor máximo da resistência elétrica de contato permitida entre as mesmas deverá ser menor ou igual do que 1,0 Ω (um ohm). Cabe observar que com a revisão da ABNT NBR 5419:2005 este valor passará para um limite de 0,2 Ω.

Todas as conexões elétricas enterradas devem ser executadas por solda exotérmica, e as interligações entre o anel de aterramento de dissipação e as armaduras por solda elétrica, com a utilização de eletrodos de solda especiais.

Conforme mencionado anteriormente, um SPDA projetado segundo a ABNT NBR 5419:2005 não pode assegurar a proteção absoluta de uma Estrutura, pessoas e bens, ou seja, pessoas que estiverem externamente às estruturas não podem ser consideradas protegidas durante tempestades com raios, devendo as mesmas ser alertadas deste fato. Treinamento adequado de como o pessoal operativo deve se proteger e orientar os demais usuários deverá ser dado obrigatoriamente.

Cabe observar que a ABNT NBR 5419:2005 estabelece premissas das proteções das estruturas, pessoas e equipamentos internamente às mesmas, como citado no item 1.1 da ABNT NBR 5419:2005, e não do lado de fora das mesmas. Entretanto, a aplicação da citada norma reduz de forma significativa os riscos de danos devido às descargas atmosféricas.

Na montagem do SPDA deverão ser previstas todas as diretrizes determinadas nas normas técnicas ABNT para instalações elétricas prediais e industriais, assim como outras normas referentes à medicina e segurança do trabalho, principalmente a NR-10.

Quaisquer elementos metálicos condutores, com espessura do elemento metálico superior a 0,5cm, expostos a grandes alturas, superiores as alturas dos captores localizados nas suas proximidades numa distância de até 5 metros, podem e devem ser considerados captores naturais e, portanto, devem ser interligados ao sistema, mesmo que o projeto não esteja prevendo por motivos de falta de informações, ou que a instalação destes captores em potencial tenham sido instalados após a execução do SPDA da edificação.

Para detalhamento do projeto do SPDA ver desenhos [32], [38], [44], [50], [58] e [60].

5.5.1.4 Proteção Primária e Secundária em trechos da via a céu aberto

No caso da expansão do Metrô DF a Proteção Primária (contra descargas diretas) do polo positivo (terceiro trilho) e do polo negativo (trilhos de rolamento) não se aplica em função de não se tratar de esquema de alimentação catenária, e sim terceiro trilho no nível do solo.

Neste caso especificamente deve-se avaliar a utilização da Proteção Secundária.

Portanto, para limitar as sobretensões transitórias induzidas por acoplamento capacitivo e indutivo dos campos eletromagnéticos associados às altas correntes das descargas atmosféricas nuvem-solo e nuvem-nuvem (Proteção Secundária), utilizar elementos não curto-circuitantes, tais como para-raios poliméricos de oxido de zinco.

Quando as descargas atmosféricas atingem diretamente objetos próximos aos equipamentos instalados ao longo da via (até uma distância de aproximadamente 500m) os campos eletromagnéticos associados às correntes dos raios induzem tensões nos condutores destes equipamentos podendo danifica-los.

Estas proteções deverão ser alocadas e especificadas quando do detalhamento deste projeto, onde se têm bem definidas as características e parâmetros dos equipamentos adquiridos.

A Proteção Secundária supracitada é normalmente utilizada em equipamentos que possuam contato físico e/ou conexão elétrica com os trilhos (seccionadores, contatores, máquinas de chave, caixas a margem de via). Esta proteção consiste no alívio, em primeira instância, das sobretensões nos trilhos de rolamento, terceiro trilho, sinalização e se dá através de dispositivos de proteção contra surtos (DPS) que reduzem as sobretensões transitórias a valores suportáveis pelos equipamentos interligados aos mesmos.

Na fase do projeto executivo, faz-se necessário o Estudo de Coordenação de Isolamento, que tem por objetivo determinar as sobretensões às quais os equipamentos serão submetidos.

Para este estudo de coordenação de isolamento deverão ser definidas as características dos equipamentos (tipo de máquina de chave e tensão de alimentação da mesma, caixas à margem da via, sinaleiros, seccionadores, contatores), máxima tensão de operação

contínua, suportabilidade à sobretensões temporárias, corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso, suportabilidade à corrente de curto-circuito, características estas que serão confirmadas pelo fornecedor dos respectivos equipamentos/sistemas.

5.6 Aterramento das Cercas Metálicas de Vedação das Vias

Para o aterramento das cercas metálicas destinadas a vedação das vias da expansão do Metrô - DF serão apresentadas medidas gerais de proteção contra tensões perigosas de toque que servirão como base para o desenvolvimento do detalhamento em fase posterior.

O fechamento da faixa de servidão do Metrô - DF é feito através de um gradil eletrofundido, montado sobre montantes estruturados de 2700x80x60mm, chumbados numa fundação de concreto localizada a mais ou menos 40 centímetros da superfície do solo, conforme

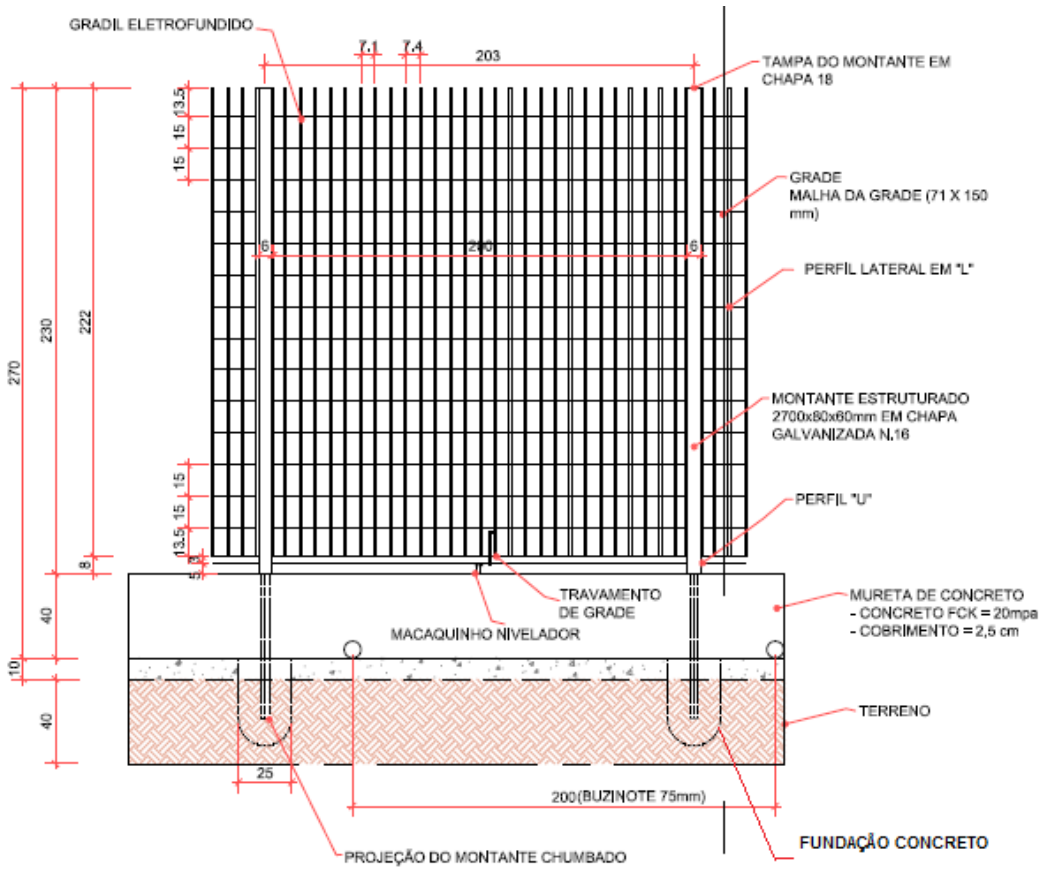


Figura 13 - Cerca Metálica

Consideramos as cercas metálicas localizadas fora da área da malha de terra das estações. Conforme norma técnica [4], estes trechos deverão ser seccionados e cada seção deverá ser aterrada por duas hastes, ver Figura 14, de modo a evitar a transferência de potencial perigoso para pontas distantes. O aterramento feito desta forma faz com que os potenciais de toque produzidos nessas seções fiquem reduzidos, pois praticamente acompanham o perfil do potencial do solo da região. Trechos de cercas externas embaixo de linhas de AT e BT deverão ser tratados da mesma forma.

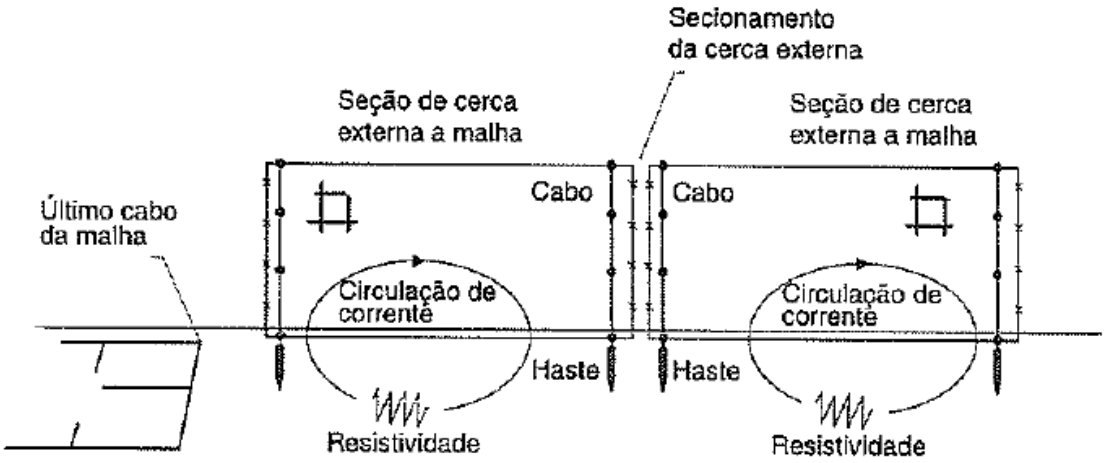


Figura 14 - Aterramento cercas metálicas

No caso da expansão do Metrô - DF, utilizar hastes de aterramento de 2,4m de comprimento, diâmetro 3/4", fabricadas pelo processo de eletrodeposição com uma camada de cobre de pelo menos 0,254mm de espessura. O diâmetro das hastes igual a 3/4" , foi escolhido para garantir o cravamento em terrenos mesmo sendo mais compactos do que o normal.

Após a instalação das hastes junto a estas seções de cerca, interligadas à mesma, deverá ser verificado utilizando terrômetro, o valor da resistência de aterramento do conjunto, através do método da queda de potencial. Este sistema de aterramento, constituído das hastes e dos diversos montantes em paralelo deverá possuir um valor de resistência de aterramento menor ou no máximo igual a 10 ohms.

O seccionamento entre cercas e o distanciamento entre as hastes deverá ser de dez em dez metros uma da outra, ou seja, de cinco em cinco módulos. A continuidade elétrica entre os módulos deverá ser garantida e caso o valor máximo da resistência do sistema de aterramento seja ultrapassado, correções deverão ser previstas com a aplicação de hastes de aterramento adicionais.

O detalhe da conexão do cabo de aterramento que interliga as hastes às cercas metálicas, deverá ser conforme abaixo:

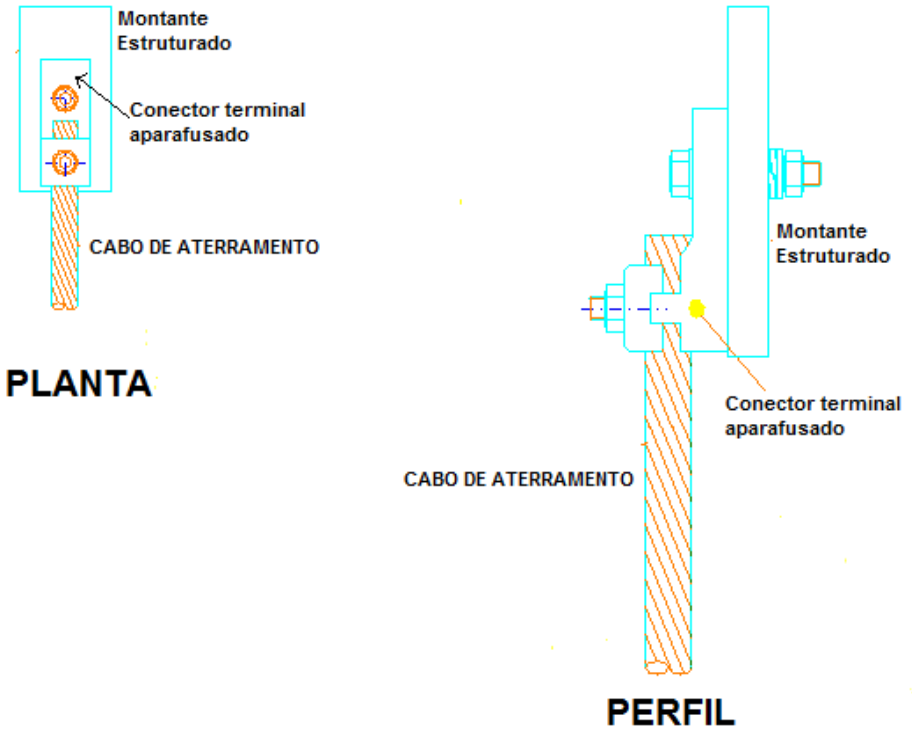


Figura 15 - Conexão hastes de aterramento às cercas metálicas

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5N-RL-0603-2

SETOR	CEILÂNDIA – SAMAMBAIA – ASA NORTE
ENDEREÇO	ESTAÇÕES 28, 29, 35, 36, 41 e SR-63
PROPRIETÁRIO	METRÔ – DF
AUTOR DO PROJETO	LORREINE IRIA LAUBE
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

LORREINE IRIA LAUBE CREA N° 071607-2

METRÔ - DF

SISTEMA: ENERGIA			
SUB-SISTEMA: ATERRAMENTO			
VISTO: ELJ/RJF	DATA: 13/03/2014	LOCAL: CEILÂNDIA – SAMAMBAIA – ASA NORTE	
APROVADO: OOP	DATA: 09/10/2014	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO: RELATÓRIO TÉCNICO MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO	ÁREA DE CONST.: -
ESCALA: **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ.		
N MICROFILME	FOLHA: 1/36	CODIFICAÇÃO: **RT.4/EX.99/10.603**	REVISÃO: **2**

2	APROVADO CONF. PARECER 098/14-TDME-ENERGIA	09/06/14	LIL	MHY	ITF	ELJ/RJF	OOP
1A	REVISÃO CONF. PARECER 061/14-TDME-ENERGIA	21/05/14	LIL	LBP	JoW/e	ELJ/RJF	OOP
1	APROVADO CONF. PARECER 048/14-TDME-ENERGIA	14/04/14	LIL	LBP	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	13/03/14	LIL	LBP	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
RT.4/EX.99/10.603

RELATÓRIO TÉCNICO

SISTEMA DE ATERRAMENTO – MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5

2 REFERÊNCIAS 5

3 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS 6

4 METODOLOGIA DE MEDIÇÃO 6

4.1 Arranjo dos quatro pontos igualmente espaçados ou arranjo de Wenner 6

4.2 Equipamento utilizado 7

4.3 Procedimentos da medição 7

4.4 Cuidados na medição 9

5 MEDIÇÕES A REALIZAR 9

5.1 Critérios adotados 9

5.2 Locais das medições 10

6 CONCLUSÕES 18

ANEXO I 19

ANEXO II 24

1 OBJETIVO

O presente relatório técnico tem por objetivo apresentar o arranjo, as recomendações técnicas e de segurança, bem como detalhes de execução da medição da resistividade do solo onde serão instaladas as malhas de terra da via, das Subestações Retificadoras (SR 15, SR 16, SR 64, SR 65, SR 21 e SR 63), Subestações Auxiliares do sistema de energia e do sistema de sinalização e controle.

2 REFERÊNCIAS

- DE.4/28.1N/E1.009 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 28 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 01 ao 07
- DE.4/28.1N/E1.010 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 28 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 07 ao 13
- DE.4/29.1P/E1.007 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 29 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 01 ao 07;
- DE.4/29.1P/E1.008 – Projeto Arquitetônico – Ceilândia – Estação 29 – Planta Baixa do Nível Plataforma – Eixos 07 ao 13;
- DE.4/35.7G/E1.006 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 35 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 01 ao 08;
- DE.4/35.7G/E1.007 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 35 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 08 ao 15;
- DE.4/36.7H/E1.007 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 36 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 01 ao 08;
- DE.4/36.7H/E1.008 – Projeto Arquitetônico – Samambaia – Estação 36 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 08 ao 15;
- DE.4/41.6M/E1.013 – Projeto Arquitetônico – Asa Norte – Estação 41 – Planta Baixa do Nível do Mezanino – Nível 1079,35 e 1077,35 - Eixos 08 ao 16;
- DE.4/41.6M/E1.014 – Projeto Arquitetônico – Asa Norte – Estação 41 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 01 ao 08;
- DE.4/41.6M/E1.015 – Projeto Arquitetônico – Asa Norte – Estação 41 – Planta Baixa do Nível da Plataforma – Eixos 08 ao 16;
- DE.4/EB.63/00.201 – Subestação Retificadora 63 – Samambaia – Disposição dos Equipamentos Planta.

3 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

- NBR 7117-2012 – Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo;
- IEEE Std. 81- 2012 – IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System;
- Guia do Usuário do Terrômetro Digital MTD-20KWe.

4 METODOLOGIA DE MEDIÇÃO

4.1 Arranjo dos quatro pontos igualmente espaçados ou arranjo de Wenner

As medições da resistividade do solo serão realizadas conforme o Arranjo dos quatro pontos igualmente espaçados ou Arranjo de Wenner.

Neste arranjo os eletrodos são cravados firmemente no solo (profundidade “b”) e igualmente espaçados a uma distância “a”. C1 e C2 são os eletrodos de corrente (A) e a tensão (V) é medida entre os pontos P1 e P2 do arranjo conforme figura abaixo:

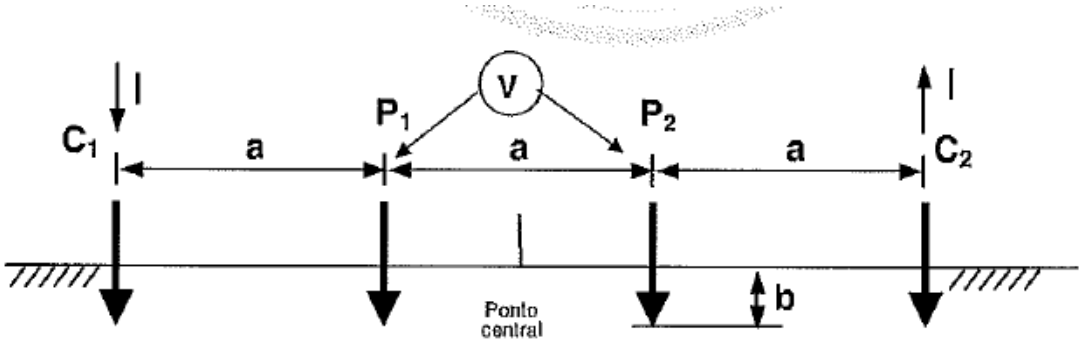


Figura 1 - Medição de resistividade do solo

A resistividade em função de “a” e “b” é dada por:

Equação 1

$$\rho = \frac{4\pi \times a \times (\frac{V}{I})}{1 + \left(2a\sqrt{a^2 + 4b^2}\right) - \left(a/\sqrt{a^2 + b^2}\right)}$$

A relação (V/I) fornece a resistência (R) em ohms, onde na prática com os eletrodos enterrados a uma profundidade menor do que 10% de “a”, a equação acima se torna:

Equação 2

$$\rho(a) = 2\pi \times a \times (\frac{v}{I})$$

Essa equação é aproximadamente a resistividade média do solo na profundidade a. Um

conjunto de leituras tomadas com vários espaçamentos entre eletrodos resulta em um conjunto de resistividades que, quando plotadas de acordo com o espaçamento, indica a variação da resistividade em função da profundidade.

4.2 Equipamento utilizado

Para efetuar as medições nas SRs 15, 16, 21, 63, 64 e 65 será utilizado o terrômetro digital MTD-20KWe, fabricante Megabras, ver ANEXO I.

A figura abaixo mostra a ligação do terrômetro para medição da resistividade do solo. Os bornes (E) e (H) são os bornes de corrente e os bornes (ES) e (S) são os bornes de tensão.

As resistências R1, R2, R3 e R4 representam as resistências de aterramento dos eletrodos auxiliares e Rj representa a resistência que o solo oferece para uma determinada profundidade “b”, que é considerada igual à distância de espaçamento “a” dos eletrodos.

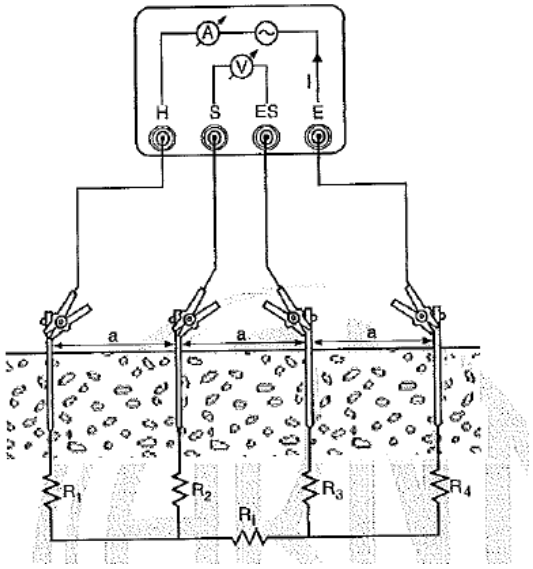


Figura 2 - Esquema elétrico simplificado da medição da resistividade do solo

4.3 Procedimentos da medição

Os itens abaixo se referem às recomendações levadas a campo e adotadas durante as medições:

a) As hastes deverão estar alinhadas e cravadas a uma profundidade de 0,20 m e coordenadas definidas no item 5. É absolutamente necessário que as hastes estejam firmemente cravadas no solo, ainda que para isso seja necessária uma profundidade maior que a recomendada (neste caso deve-se anotar nas tabelas, a profundidade adotada);

b) As hastes devem estar bem limpas, isentas de óxidos e gorduras para possibilitar melhor contato com o solo;

c) As hastes deverão ser fixadas verticalmente (nunca inclinadas). Eventuais vazios entre as hastes e o solo deverão ser preenchidos por solo umedecido;

d) As medições preferencialmente não deverão ser realizadas em solo molhado ou com umidade excessiva;

e) O estado da carga da bateria do equipamento de medição deverá ser verificado;

f) Caso algum obstáculo impeça a medição de um ponto em uma dada direção deve-se escolher outra de tal modo que a nova direção tenha o menor ângulo possível com a direção original de projeto. Neste caso a alteração deverá ser anotada no desenho de indicação dos pontos de medição, relatada no relatório de medição;

g) Caso algum obstáculo impeça a medição de um ponto em uma direção ou em ambas, um novo ponto deverá ser escolhido o mais próximo possível do ponto inicialmente projetado para a realização da medição. Esta mudança deverá ser anotada no desenho de indicação dos pontos de medição, relatada no relatório de medição juntamente com uma nova tabela;

h) Todas as medições, para um mesmo ponto, deverão ser efetuadas em um mesmo dia;

i) Cada linha de medição deve abranger distâncias entre eletrodos, que se estendam no mínimo até a maior dimensão (diagonal) do terreno a ser ocupado pela malha. A linha de medição deve ser prospectada a partir de uma distância entre eletrodos a partir de 1m e prosseguir, em potência de 2: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 m. Poderão ser utilizadas distâncias intermediárias entre eletrodos;

j) Em solos secos ou excessivamente duros, o cravamento das hastes poderá ser feito umedecendo-se o solo. Este procedimento será particularmente importante em solos arenosos;

k) Em caso de elementos metálicos enterrados no solo próximo a pontos de medição, as medições deverão ser executadas perpendicularmente à maior dimensão do elemento metálico. Neste caso a existência do elemento metálico deverá ser relatada no relatório de medições bem como a forma geométrica do elemento, caso seja conhecida;

l) No método descrito, o equipamento de medição deverá estar posicionado no meio das hastes, ou seja, sobre o ponto em medição;

m) No caso de percepção de solo não homogêneo na superfície aumentar o número de pontos de medição locando pelo menos 1 em cada tipo de solo superficialmente detectado como distinto;

n) Em áreas onde seja necessário corrigir o nível do terreno, pelo menos uma das medições deve ser realizada após a conclusão da terraplenagem;

o) No caso de medições de resistividade próximas a malhas existentes, objetos condutores enterrados ou cercas aterradas, deve-se afastar a linha de medição a uma distância onde as interferências sejam reduzidas para evitar ou atenuar os efeitos da proximidade com massas metálicas enterradas próximo à linha de medição.

4.4 Cuidados na medição

Durante a medição de resistividade os seguintes cuidados deverão ser tomados:

- Não fazer medições sob condições atmosféricas adversas, tendo-se em vista a possibilidade de descargas atmosféricas;
- Utilizar equipamentos de proteção individuais (EPI) compatíveis com o tipo e o local da medição a ser realizada;
- Evitar que pessoas estranhas e animais aproximem-se do local;
- Não tocar os eletrodos durante a medição.

5 MEDIÇÕES A REALIZAR

5.1 Critérios adotados

Conforme norma NBR 7117-2012 para as áreas e diagonais apresentadas abaixo serão necessárias 2 (duas) linhas de medição de no mínimo 64m para cada uma das estações, exceto em casos onde não haja área suficiente para a distância entre hastes mínima estabelecida.

Para as vias serão adotadas as medições realizadas entre uma estação de passageiros e outra.

Área da Estação 28 (SR 15): 47,2 x 13,5m = 637,2m² Diagonal: 49,15m

Área da Estação 29 (SR 16): 47,21 x 13,5m = 637,33m² Diagonal: 49,09m

Áreas da SR 63: 28,16 x 12,94m = 364,39m² diagonal = 31,26m

Áreas da Estação 35 (SR 64): 47,4 x 14 = 663,6 m² Diagonal = 49,42m

Áreas da Estação 36 (SR 65): 47,4 x 13,85 = 656,49m² Diagonal = 49,38m

Área da Estação 41 (SR 21): 32,31 x 19,33m = 624,36m² Diagonal = 41,66m

No ANEXO II, constam as tabelas com relatório fotográfico e as medições de resistividade do solo medidas em campo.

5.2 Locais das medições

SR 15 – CEILÂNDIA – ESTAÇÃO 28

O ponto SR 15, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 3 - localização SR 15, não há possibilidade de execução da medição de resistividade do solo, sendo assim, a medição será realizada no ponto P1, ver Figura 4 - localização ponto P1.

Coordenadas SR 15: Zona 22L

808020,85m E

8251299,67m S

Coordenadas P1:

808159,24m E

8251359,00m S



Figura 3 - localização SR 15



Figura 4 - localização ponto P1

SR 16 – CEILÂNDIA – ESTAÇÃO 29

O ponto SR 16, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 5 - Localização SR 16, não há possibilidade de execução da medição de resistividade do solo, sendo assim, a medição será realizada no ponto P2, ver Figura 6 - Localização ponto P2.

Coordenadas SR 16: Zona 22L

807627,93m E

8252421,74m S

Coordenadas P2: Zona 22L

807756,20m E

8252513,44m S



Figura 5 - Localização SR 16



Figura 6 - Localização ponto P2

SR 63 – SAMAMBAIA

O ponto SR 63, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 7 - Localização SR 63, existe a possibilidade de execução da medição de resistividade do solo.

Coordenadas: Zona 22L

8112018,13 m E

8242513,61m S

Para este ponto especificamente, observar Procedimentos da medição item o) e k).



Figura 7 - Localização SR 63

SR 64 – SAMAMBAIA – ESTAÇÃO 35

O ponto SR 64, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 8 - Localização SR 64, existe a possibilidade de execução da medição de resistividade do solo.

Coordenadas: Zona 22L

810052,31m E

8241893,13m S

Para este ponto especificamente, observar Procedimentos da medição item o) e k).



Figura 8 - Localização SR 64

SR 65 – SAMAMBAIA – ESTAÇÃO 36

O ponto SR 65, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 9 - Localização SR 65, existe a possibilidade de execução da medição de resistividade do solo.

Coordenadas: Zona 22L

809014,34m E

8241409,46m S

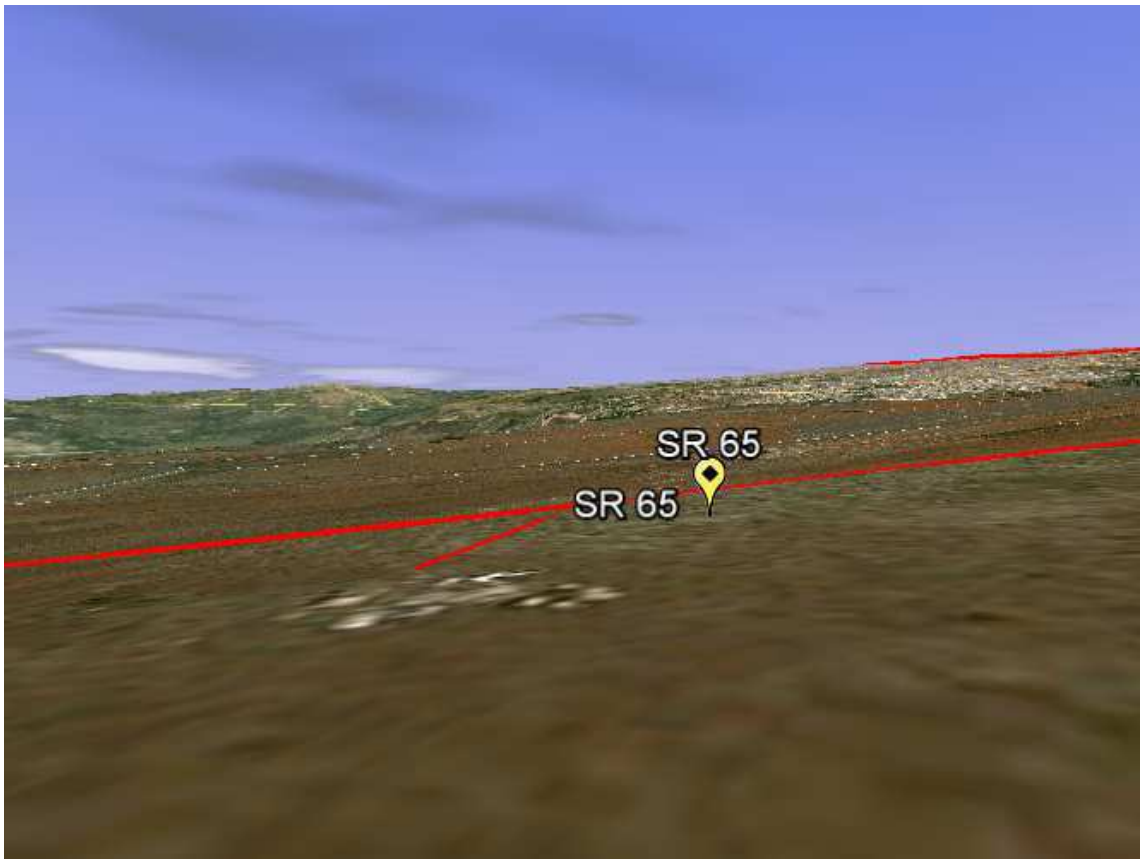


Figura 9 - Localização SR 65

SR 21 – ASA NORTE – ESTAÇÃO 41

O ponto SR 21, está alocado às coordenadas apresentadas abaixo. Nesta locação conforme Figura 10 - Localização SR 21, não há possibilidade de execução da medição de resistividade do solo, sendo assim, a medição será realizada no ponto P3, ver Figura 11 - Localização ponto P3.

Coordenadas: Zona 22L

191196,54m E

8252256,71m S



Figura 10 - Localização SR 21



Figura 11 - Localização ponto P3

6 CONCLUSÕES

O presente relatório apresentou o procedimento e os resultados das medições de resistividade do solo realizadas entre os dias 31/03/14 e 02/04/14. Nas áreas em que serão instaladas as malhas de terra da via, das Subestações Retificadoras - estação 28 (SR 15), estação 29 (SR 16), estação 35 (SR 64), estação 36 (SR 65), estação 41 (SR 21) e SR 63 - Subestações Auxiliares do sistema de energia, do sistema de sinalização e controle.

O estágio atual do empreendimento é de elaboração de projeto básico. Os terrenos onde serão implantadas as estações e Subestações Retificadoras não estão devidamente terraplanados, de acordo com o projeto de terraplanagem, podendo inclusive algumas áreas apresentarem elementos metálicos, em função de construções executadas anteriormente, o que pode impactar no estudo da resistividade. Desta maneira, conclui-se que as medições realizadas permitem inferir as informações necessárias sobre os perfis dos solos para a elaboração do projeto básico de aterramento, de acordo com a situação das áreas destinadas à construção das estações e Subestações Retificadoras.

Para o projeto executivo, após a terraplanagem, aconselha-se a realização de novas medições da resistividade, para que essas não sejam afetadas por elementos desconhecidos e reflitam o perfil real do solo. Sugere-se que estas medições sejam realizadas no período seco com três dias sem chuvas ou após sete dias sem chuvas caso realizado fora do período de estiagem, conforme recomendação da NBR-7117. Desta maneira, será possível obter o valor máximo da resistividade do solo e a partir disso dimensionar os sistemas para a situação mais crítica. O que permitirá assegurar o atendimento dos requisitos estabelecidos em normas mesmo para o período crítico.

Mesmo com os pontos acima levantadas, terreno não terraplenado e medição em solo um pouco úmido, comparando com as sondagens realizadas no local anteriormente, os valores medidos de resistividade do solo, apresentaram-se dentro da faixa esperada para os tipos de solos encontrados.

ANEXO I

Equipamento empregado para medição da resistividade do solo

Marca do equipamento: Terrômetro digital MEGABRAS

Modelo MTD-20KWe

Nº de série MR 1170 C

Data de execução da calibração 10/04/2013



Figura 12 - Terrômetro digital MTD 20KWe

Calibração do equipamento empregado para medição da resistividade do solo

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO
Rua Gibraltar 172 – São Paulo – SP - Brasil

Terrômetro
MTD-20KWe

Certificado Nº 39698 Data: 10/04/2013 Nº de série: MR 1170 C Página 1 de 3.

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO.

Solicitante: Engevix Engenharia S/A.

Equipamento testado: Terrômetro

Descrição do produto: Terrômetro digital MEGABRAS® modelo MTD-20KWe, nº de série **MR 1170 C**

Numero de Patrimônio:

Data da execução da calibração: 10/04/2013

NOTAS:

DOCUMENTO ORIGINAL

1. Procedimento de calibração

O procedimento de calibração utilizado foi baseado na Instrução técnica PQ GQ 01, nas recomendações da norma NBR ISO/IEC 17025 e nos manuais de operação dos instrumentos envolvidos.

A calibração do voltímetro foi efetuada aplicando tensão simultaneamente ao instrumento testado e ao voltímetro padrão, sendo o resultado da calibração a comparação de ambas leituras.

A calibração do medidor de resistência resulta da medição direta de resistências padrões, comparando o valor indicado pelo instrumento ensaiado com o valor verdadeiro convencional das resistências.

2. Padrões utilizados:

Década de resistência marca Yokogawa Modelo 2780-20, série nº 01017, com certificado de calibração nº 112034-101, emitido pelo IPT(1), dentro da RBC(2), em 01/09/2011, com validade de 2 anos.

Multímetro digital de 6 ½ dígitos marca Fluke, modelo 8845A, série nº 1540011, calibrado em 08/03/2013, com certificado de calibração nº 122914-101, emitido pelo IPT(1), dentro da RBC (2), com validade de 2 anos.

3. Incertezas

Os valores verdadeiros convencionais das tensões estão afetados por uma incerteza total expandida de ±0,5%

Os valores verdadeiros convencionais das resistências estão afetados por uma incerteza total expandida de ±0,5%

A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada multiplicada por um fator de abrangência **K=2**, para um nível de confiança de aproximadamente **95%**.

A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER INTEGRAL.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO
Rua Gibraltar 172 – São Paulo – SP - Brasil

Terrômetro
MTD-20KWe

Certificado Nº 39698 **Data: 10/04/2013** Nº de série: MR 1170 C Página 2 de 3.

4. Condições ambientais

Os ensaios foram realizados num ambiente climatizado, com temperatura de:

24 ± 2 °C

E umidade relativa do do ar:

57 ± 5%

5. Calibração do Voltímetro

Erro máximo segundo especificação técnica do equipamento: (2% do valor medido + 1% do fundo de escala)

Valor verdadeiro convencional (V)	Valor medido (V)	Erro absoluto (V)	Erro máximo admissível (V)
50,22	50,4	0,18	± 3,00
100,94	101,9	0,96	± 4,02
192,96	195,2	2,24	± 5,86

Resultado: CUMPRE com a especificação técnica.

6. Calibração das escalas de resistências

Erro máximo segundo especificação técnica do equipamento: (2% do valor medido + 1% do fundo de escala)

Escala	Valor verdadeiro convencional (*)	Valor medido (*)	Erro absoluto (*)	Erro máximo admissível (*)
20,00 Ω	3,04	3,05	0,01	± 0,26
	10,03	10,02	0,01	± 0,40
	15,05	15,04	-0,01	± 0,50
200,0 Ω	30,0	29,5	-0,5	± 2,6
	100,0	99,3	-0,7	± 4,0
	150,0	149,2	-0,8	± 5,0
2000 Ω	300	294	-6	± 26
	1000	996	-4	± 40
	1500	1499	-1	± 50
20,00 kΩ	3,00	3,05	0,05	± 0,26
	10,00	9,97	-0,03	± 0,40
	15,00	14,61	-0,39	± 0,49

(*) Os valores são indicados na mesma unidade da escala utilizada na primeira coluna.

Resultado: CUMPRE com a especificação técnica.

DOCUMENTO ORIGINAL

A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER INTEGRAL.

MEGABRAS INDÚSTRIA ELETRÔNICA LTDA.
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO
Rua Gibraltar 172 – São Paulo – SP - Brasil

Terrômetro
MTD-20KWe

Certificado Nº 39698 Data: 10/04/2013 Nº de série: MR 1170 C Página 3 de 3.

7. Ensaio de tensão aplicada.

Aplicou-se 1,5 kV (ac), durante 1 minuto e não detectou-se corrente de fuga (I=0).

8. Rastreabilidade

Este certificado possui rastreabilidade ao Sistema Internacional de Medidas através dos padrões nacionais do INMETRO.

9. Terminologia utilizada

Valor verdadeiro convencional: Valor atribuído ao padrão de referência que representa ao *valor verdadeiro* com a incerteza indicada.

(1)IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas

(2)RBC: Rede Brasileira de Calibração

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia; é possuidor de um conjunto de laboratórios primários e o gestor da RBC (Rede Brasileira de Calibração), RBLE (Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios) e RNML (Rede Nacional de Metrologia Legal)

10. Observações

a) Os resultados expressados neste Certificado são válidos unicamente para a unidade ensaiada, não sendo extensivos a outras unidades ainda quando forem do mesmo tipo e lote.

b) Toda reprodução deste documento deverá ser integral e sem nenhuma alteração.

Calibração executada por: Gledson Teles
Gledson Teles

Supervisionada por:
Geraldo de Medeiros Junior

A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO SÓ PODERÁ SER INTEGRAL.

ANEXO II

Estação 28 – SR 15

Data de medição: 02/04/2014

Horário: 10:30h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Não foi possível a medição na direção y, por questões de obstáculos no campo.



Figura 13 – Local medições SR15 (P1) executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 1 - Medição ponto P1 – direção x

Afastamento – a (m)	Profundidade – b (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	21,3	200	133,832
2,0	0,2	17,88	20	224,687
4,0	0,2	17,29	20	434,545
8,0	0,2	14,29	20	718,294
16,0	0,2	7,92	20	796,205
32,0	0,2	2,60	20	522,761

Afastamento – a (m)	Profundidade – b (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
64,0	0,2	0,83	20	333,763

Tabela 2 - Medição ponto P1 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2			
2,0	0,2			
4,0	0,2			
8,0	0,2			
16,0	0,2			
32,0	0,2			
64,0	0,2			

Estação 29 – SR 16

Data de medição: 02/04/2014

Horário: 9:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Para espaçamento de 64m, direção y, a medição foi desprezada devido ao local.




Figura 14 - Local medições SR16 (P2) executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 3 - Medição ponto P2 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	25,60	200	160,84
2,0	0,2	13,48	20	169,39
4,0	0,2	6,49	20	163,11
8,0	0,2	2,74	20	137,72
16,0	0,2	1,28	20	128,67
32,0	0,2	0,96	20	193,01
64,0	0,2	0,71	20	285,50




Figura 15 - Local medições SR16 (P2) executadas nos sentidos y- e y+

Tabela 4 - Medição ponto P2 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	27,9	200	175,30
2,0	0,2	13,95	20	175,30
4,0	0,2	7	20	175,93
8,0	0,2	3	20	150,80
16,0	0,2	1,25	20	125,66
32,0	0,2	1	20	201,06
64,0	0,2	X	X	X

SR 63

Data de medição: 31/03/2014

Horário: 15:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Não há.





Figura 16 - Local medições SR63 executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 5 - Medição ponto SR 63 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	333	2000	2092,30
2,0	0,2	158	2000	1985,49
4,0	0,2	55	2000	1382,30
8,0	0,2	10,9	200	547,89
16,0	0,2	7,55	20	759,01
32,0	0,2	2,59	20	520,75
64,0	0,2	3,38	20	1359,18



Figura 17 - Local medições SR63 executadas nos sentidos y- e y+

Tabela 6 - Medição ponto SR 63 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	485	2000	3047,34
2,0	0,2	244	2000	3066,19
4,0	0,2	57,2	200	1437,59
8,0	0,2	17,13	20	861,05
16,0	0,2	15,82	20	1590,40
32,0	0,2	0,82	20	164,87
64,0	0,2	3,35	20	1347,11

Estação 35 – SR 64

Data de medição: 01/04/2014

Horário: 9:30h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Não há.



Figura 18 - Local medições SR64 executadas nos sentidos x- e x+

Tabela 7 - Medição ponto SR 64 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	96	200	603,19
2,0	0,2	6,51	20	81,81
4,0	0,2	41,6	200	1045,52
8,0	0,2	15,82	20	795,20
16,0	0,2	18,13	20	1822,63
32,0	0,2	15	20	3015,93
64,0	0,2	0,49	20	197,04



Figura 19 - Local medições SR64 executadas nos sentidos y- e y+

Tabela 8 - Medição ponto SR 64 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	55,8	200	350,60
2,0	0,2	24	200	301,59
4,0	0,2	19,29	20	484,81
8,0	0,2	32,3	200	1623,58
16,0	0,2	12,03	20	1209,39
32,0	0,2	13,39	20	2692,22
64,0	0,2	0,67	20	269,42

Estação 36 – SR 65

Data de medição: 01/04/2014

Horário: 15:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições Meteorológicas: tempo instável

Observações: Não há.



Figura 20 - Local medições SR65 nos sentidos x- e x+

Tabela 9 - Medição ponto SR 65 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	170,8	200	1073,17
2,0	0,2	106,3	200	1335,81
4,0	0,2	43,7	200	1098,30
8,0	0,2	16,95	20	852,00
16,0	0,2	4,1	20	412,18
32,0	0,2	2,7	20	542,87
64,0	0,2	2,2	20	884,67



Figura 21 - Local medições SR65 nos sentidos y- e y+

Tabela 10 - Medição ponto SR 65 – direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	271	2000	1702,74
2,0	0,2	172	200	2161,42
4,0	0,2	46,2	200	1161,13
8,0	0,2	12,21	20	613,74
16,0	0,2	4,45	20	447,36
32,0	0,2	4,35	20	874,62
64,0	0,2	2,47	20	993,25

Estação 41 – SR 21

Data de medição: 02/04/2014

Horário: 15:00h

Condição do solo: pouco úmido

Condições meteorológicas: tempo instável

Observações: Só foi possível a execução das medições na direção x.




Figura 22 - Locais medições SR21 nos sentidos x- e x+

Tabela 11 - Medição ponto P3 – direção x

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2	32,9	200	206,72
2,0	0,2	22,7	200	285,26
4,0	0,2	18,79	20	472,24
8,0	0,2	15,46	20	777,10
16,0	0,2	12,67	20	1273,73
32,0	0,2	7,8	20	1568,28
64,0	0,2	4,8	20	1930,19

Tabela 12 - Medição ponto P3 - direção y

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
1,0	0,2			
2,0	0,2			
4,0	0,2			
8,0	0,2			
16,0	0,2			

Afastamento – d (m)	Profundidade – p (m)	Resistência – R (Ω)	Escala (Ω)	Resistividade – ρ(Ω*m)
32,0	0,2			
64,0	0,2			

NNETRO DF	METRÔ-DF	ENGEVIX

N° ENGEVIX
P00160/01-5C-DE-0501-0

SETOR	SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

PROPRIETÁRIO

IDYLIO THOMAZINI FILHO — Nº CREA 5060007017- SP

NOTA: DESENHOS DE REFERÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO. IDENTIFICAÇÕES ESPECÍFICAS DE IEDs, BORNES TERMINAIS, GRANDEZAS ELÉTRICAS, ETC, INDICADAS NESTE DOCUMENTO, SÃO ORIENTATIVAS. OS PROJETOS EXECUTIVO DE FABRICAÇÃO DEVEM ASSUMIR SUAS IDENTIFICAÇÕES CONFORME OS PADRÕES JÁ ADOTADOS PELO MDF.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
			CONTRATADA			METRO-DF	
1	APROVADO CONFORME PARECER N° 0537/14-TPSF	15/12/14	ITF	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 103/14-TDME ENERGIA DE 20/06/14	20/06/14	WLJ	ECoA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 030/14-TDME ENERGIA DE 20/03/14	22/05/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	06/01/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP

R E V I S Õ E S

METRO-DF

VISTO ELJ/RJF	DATA 06/10/13
APROV. RMP	DATA 15/12/14
ESCALA S/ESCALA	ETAPA DE PROJ. BÁSICO
Nº MÍDIA	FOLHA 1

SISTEMA
ENERGIA

SUB-SISTEMA
SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

LOCAL
GERAL

COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO
METRÔ - DF - PADRÃO DE ENGENHARIA
13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX - LT.1
DESENHO CONSTRUTIVO DE REFERÊNCIA

CODIFICAÇÃO DE.4/EX.99/00.501 — REVISÃO 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5501065-1) SEI 00097-00011681/2020 71 / pg. 162

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

ÍNDICE

DESENHO CONSTRUTIVO

FOLHA	DESCRIÇÃO
0001	CAPA
0002	ÍNDICE
0003	REVISÃO
0004	CARACTERÍSTICAS GERAIS, LEGENDAS E NOTAS
0005	VISTA FRONTAL / LATERAL / CORTES
0006	VISTA TRASEIRA / CORTES / DETALHES
0007	LISTA DE PLAQUETAS
0008	LISTA DE PLAQUETAS
0010	LISTA DE MATERIAL
0011	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0012	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0013	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0014	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0021	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0022	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0024	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0026	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0028	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS
0029	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPI
0030	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPU, XPP, XPA
0031	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC
0032	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC
0033	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC
0034	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC
0035	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC
0036	DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC

FOLHA	DESCRIÇÃO

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01-C5-DE-501-0	0002
ETAPA DO PROJETO	DATA	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DE.4/EX.99/00.501	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (55910651) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 163

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

ÍNDICE

DESENHO CONSTRUTIVO

FOLHA	REV.	DESCRIÇÃO
TODAS	0	EMISSÃO INICIAL
TODAS	0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 030/14–TDME ENERGIA DE 20/03/14
TODAS	0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 0103/14–TDME ENERGIA DE 20/06/14
TODAS	1	APROVADO CONFORME PARECER Nº XXXX/14–TPSF

FOLHA	REV.	DESCRIÇÃO

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRÔ DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–C5–DE–501–0	FL.: 0003
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (559100351) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 184

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

CARACTERÍSTICAS GERAIS, LEGENDAS E NOTAS

DESENHO CONSTRUTIVO

EXECUÇÕES DIVERSAS

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

PAINEL QTD/TIPO: 01 / INEART

INSTALAÇÃO : ■ USO ABRIGADO ☐ USO AO TEMPO

DISPOSIÇÃO : ..... TEMPERATURA: 50°C

FONTES AUXILIARES : COMANDO: 220Vca/125Vcc ☐ INTERNA ■ EXTERNA

SERV. AUXIL.: 220Vca ☐ INTERNA ■ EXTERNA

2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

TRATAMENTO DAS CHAPAS : NORMA EB–2060 E NB–908 DA ABNT

PINTURA FINAL (COR/COD): INTERNA: MUNSELL N6,5 EXTERNA: MUNSELL N6,5

ESPESSURA DAS CHAPAS : ■ PADRÃO (estrut. 2,65mm x fech. 1,9mm)

GRAU DE PROTEÇÃO : ■ IP40 ☐ IP54 ☐ .....

3. BARRAMENTOS

PRINCIPAL : ..... TERRA: CU ⏥ 30x5

SUPERFÍCIE: ☐ ISOL. PARCIAL ☐ ISOL. TOTAL ■ SEM ISOL.

TIPO DE ISOLAÇÃO: .....

CONEXÕES : ☐ ESCOVADA ☐ PRATEADA ☐ ESTANHADA

4. FIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO: ANILHA IDENTIFICA O PONTO DE CONEXÃO

TEMPERATURA : ■ NORMAL (70 °C) ☐ .....

ISOLAÇÃO : ■ NORMAL (750V) ☐ .....

BITOLA MINIMA:

CIRC. CORRENTE :	2,5	mm2	COR: A,B,V,P
CIRC. POTENCIAL :	2,5	mm2	COR: A,B,V,P
CIRC. COMANDO :	1,5/2,5	mm2	COR: CZ
CIRC. SERV. AUX.:	1,5	mm2	COR: CZ

5. EMBALAGEM

■ PADRÃO: BASE DE MADEIRA ENVOLTO EM PAPEL PLÁSTICO

6. TRANSPORTE

■ RODOVIÁRIO ☐ MARÍTIMO ☐ AÉREO

7. ESPECIFICAÇÕES

8. ENSAIOS

☐ NORMAL (ROTINA) ■ TESTE DE INTEGRAÇÃO

9. INSPEÇÃO

AVISAR COM 2 SEMANAS DE ANTECEDÊNCIA

DADOS DO FORNECEDOR

PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Tipo :	INEART	Ud,60 Hz,1 min :	1,5kV
Tensão Nominal :	220Vca/125Vcc	Ik (sim. ef) :	–
Tensão Operação :	220Vca/125Vcc	Duração tk (s) :	–
Corrente Nominal :	–	Ip (crista) :	
Frequência (Fr) :	60Hz	Tensão Auxiliar :	380/220Vca
NBI (Up) :	600V	Grau de Proteção :	IP–40
Fases :	3 FASES + NEUTRO	Peso Aproximado :	
Ano de Fabricação :		O.C. Cliente :	
Nº Série :		Referência :	

RESPONSÁVEIS:

PELO FORNECIMENTO

PELO PROJETO

EXECUÇÕES ESPECIAIS

ATENCAO: FIAÇÃO EM CABO FLEXÍVEL POR FIO DE COBRE ELETROLÍTICO DE TEMPERA MOLE, ENCORDOAMENTO CLASSE 4, ISOLAÇÃO EM PVC ANTICHAMA 750V, NAS CORES ABAIXO:

CIRCUITO DE CORRENTE			CIRCUITO DE POTENCIAL		DEMAIS CIRCUITOS		
FASE	FIO	BITOLA	FIO	BITOLA	FIO	BITOLA	OBS
AZUL	(A) AZUL	2,5mm2	(A) AZUL	2,5mm2			
BRANCO	(B) BRANCO	2,5mm2	(B) BRANCO	2,5mm2			
VERMELHO	(V)VERMELHO	2,5mm2	(V)VERMELHO	2,5mm2			
NEUTRO	(P) PRETO	2,5mm2	(P) PRETO	2,5mm2			
POSITIVO					(CZ) CINZA	2,5mm2	
NEGATIVO					(CZ) CINZA	2,5mm2	
POSITIVO TRANSDUTOR					(CZ) CINZA	1,0mm2	
NEGATIVO TRANSDUTOR					(CZ) CINZA	1,0mm2	
DESLIGAMENTO FECHAMENTO					(CZ) CINZA	2,5mm2	
DEMAIS CIR.					(CZ) CINZA	1,0mm2	
VCA ALIM.					(CZ) CINZA	1,5mm2	
NEUTRO					(CZ) CINZA	1,5mm2	
TERRA					(AM/VD)	2,5mm2	

OBS :

1– BARRA TERRA COM 2 CONECTORES, UM EM CADA EXTREMO DA COLUNA. PARA BITOLA DE (70–120mm2).

NOTAS :

1– NÃO PRENSAR MAIS DE UM FIO NO MESMO TERMINAL, SALVO EXCEÇÕES ACORDADAS COM O CLIENTE

2– UTILIZAR LINK PARA LIGAÇÃO ENTRE BORNES ADJACENTES.

3– A ANILHA DO CONDUTOR DEVERÁ TER APENAS O NÚMERO DO BORNE OU DO TERMINAL DO DISPOSITIVO A SER CONECTADO.

IDENTIFICAÇÃO/CODIFICAÇÃO DE BORNES :

XPI – CIRCUITO DE CORRENTE (SECUNDÁRIO DE TC'S) NO QPC

XPU – CIRCUITO DE POTENCIAL (SECUNDÁRIO DE TP'S) NO QPC

XPP – DISTRIBUIÇÃO DE POLARIDADE C.C. NO QPC

XPA – CIRCUITOS C.A. (ILUM./AQUEC. E MOTORES, ETC) NO QPC

XPC – CIRCUITOS DE CONTROLE, SUPERVISÃO E PROTEÇÃO NO QPC

XC – COMANDO

XD – CUBÍCULO DE 1kVcc

XB – PNCA/CC

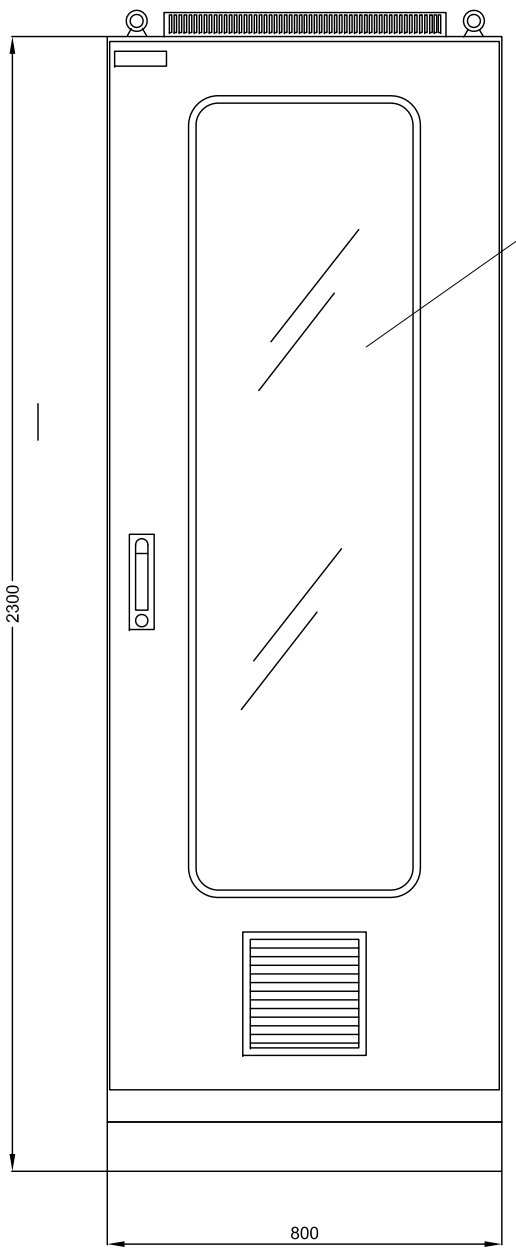
XM – PAINEL DE 15kV

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–C5–DE–501–0	FL.: 0004
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

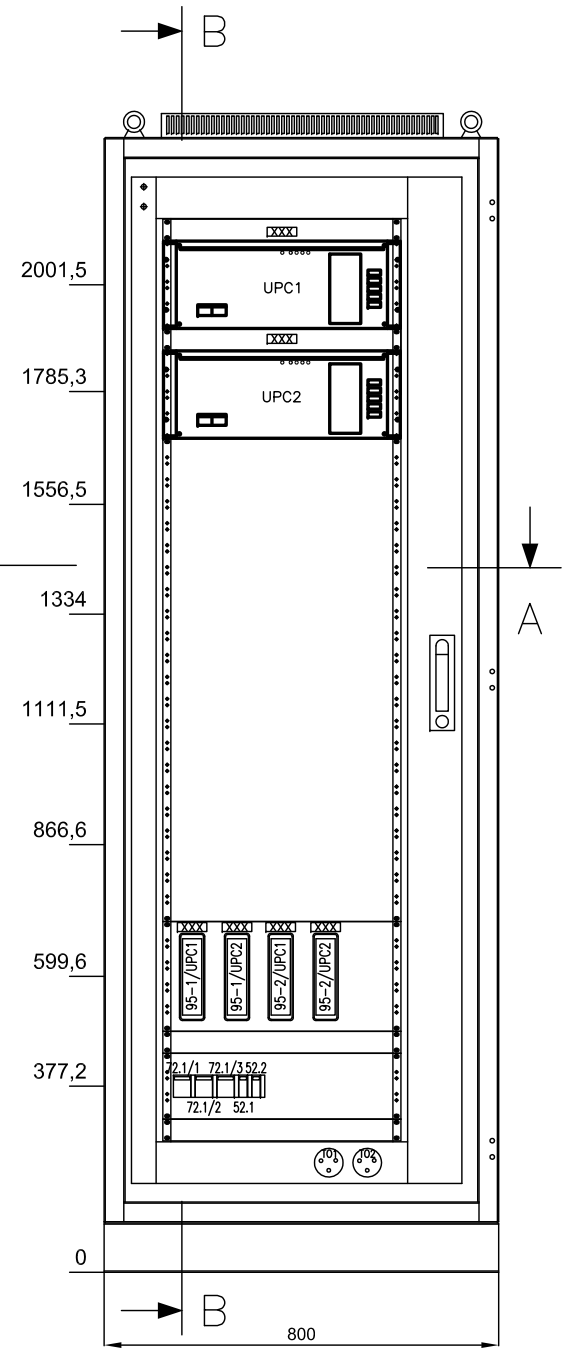
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591005.1) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 185

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
VISTA FRONTAL / LATERAL / CORTES
DESENHO CONSTRUTIVO

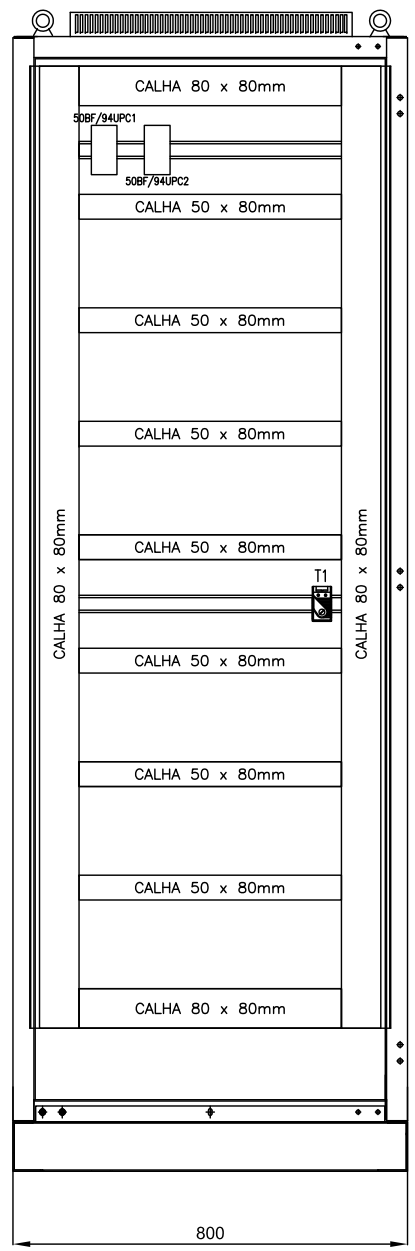
VISTA FRONTAL C/ PORTA



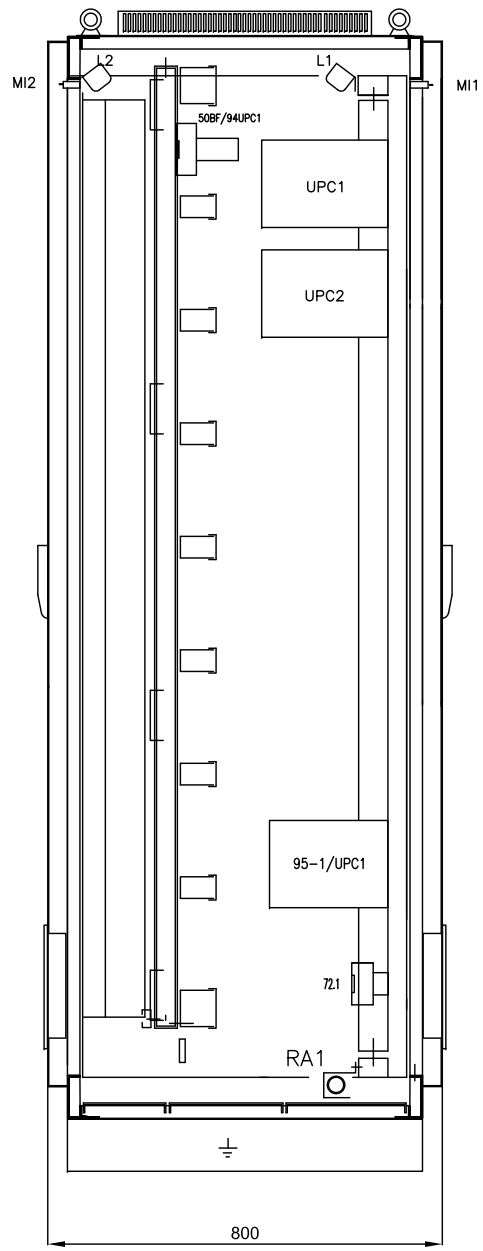
VISTA FRONTAL S/ PORTA



VISTA FRONTAL S/ MOLDURA BASCULANTE



VISTA LATERAL
CORTE B–B



ESCALA 1:15

DESENHO	ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA		P00160/01–5C–DE–501–0	0005
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	METRÔ DF	DE.4/EX.99/00.501	1

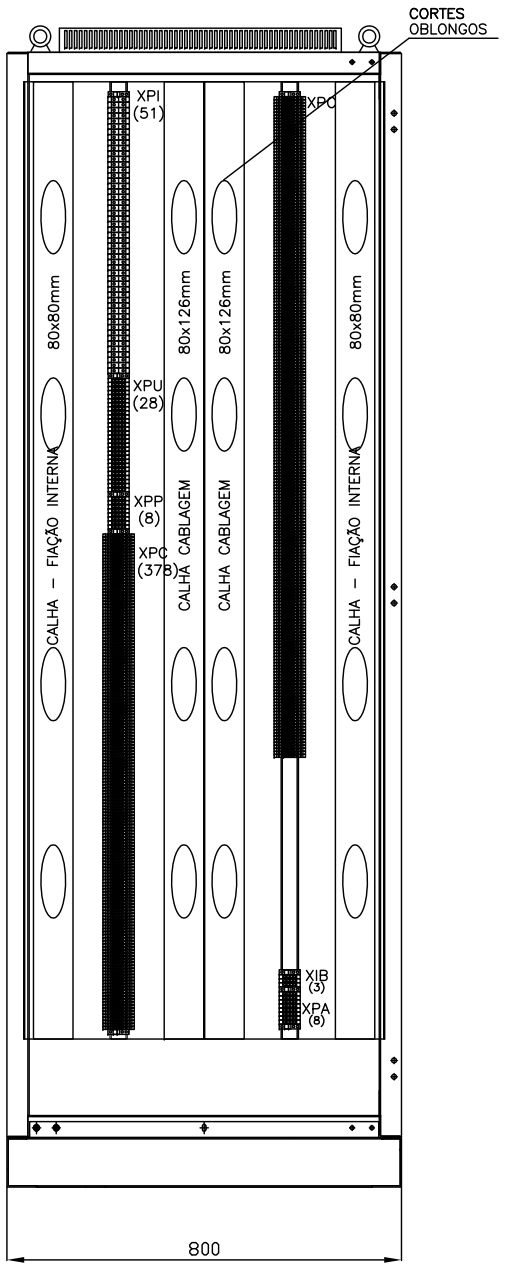
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591065) SEI 000097-00001681/2020-71 pg. 166

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

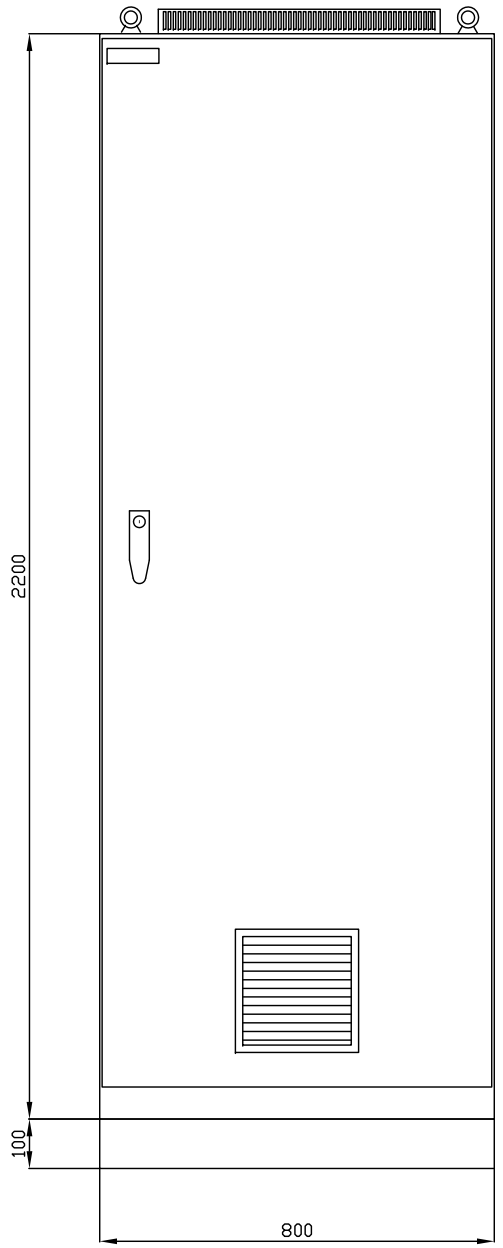
VISTA TRASEIRA / CORTES / DETALHES

DESENHO CONSTRUTIVO

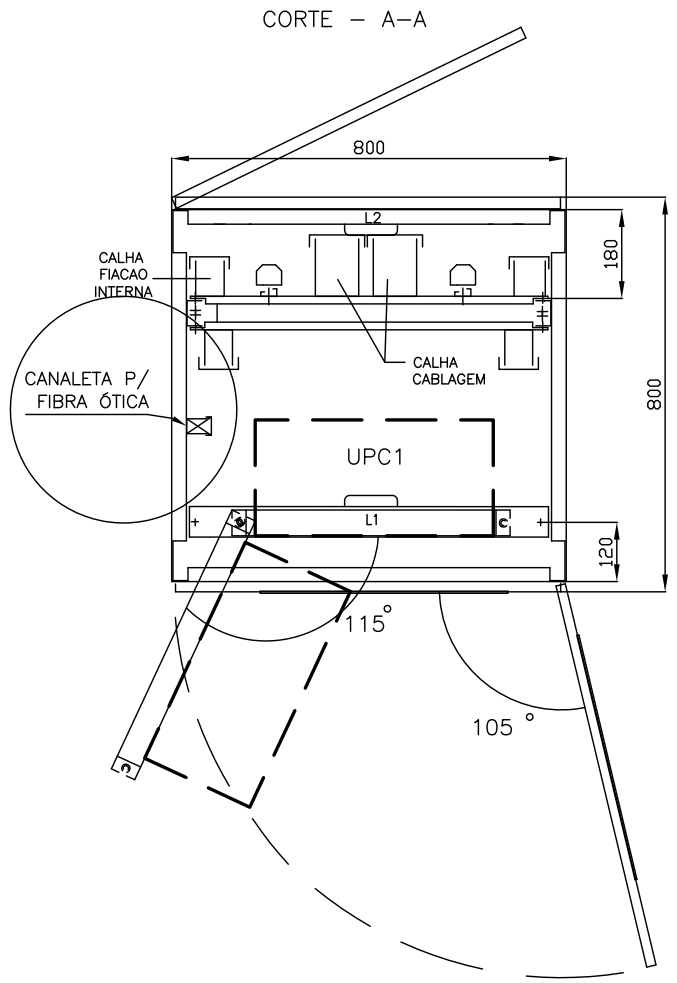
VISTA TRASEIRA S/ PORTA

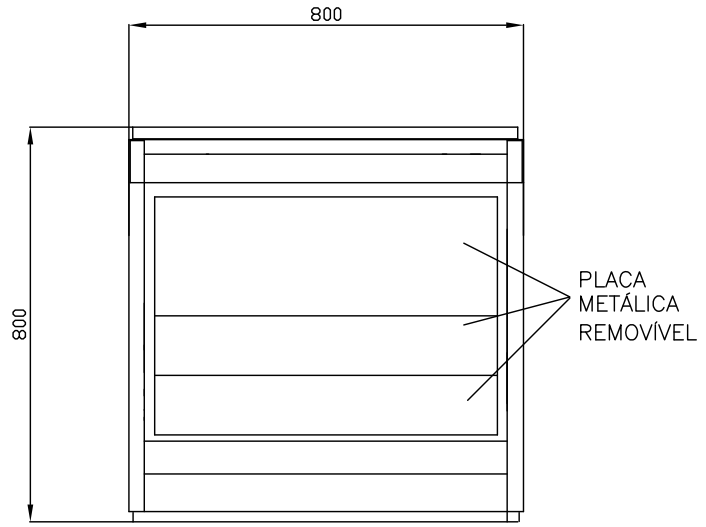


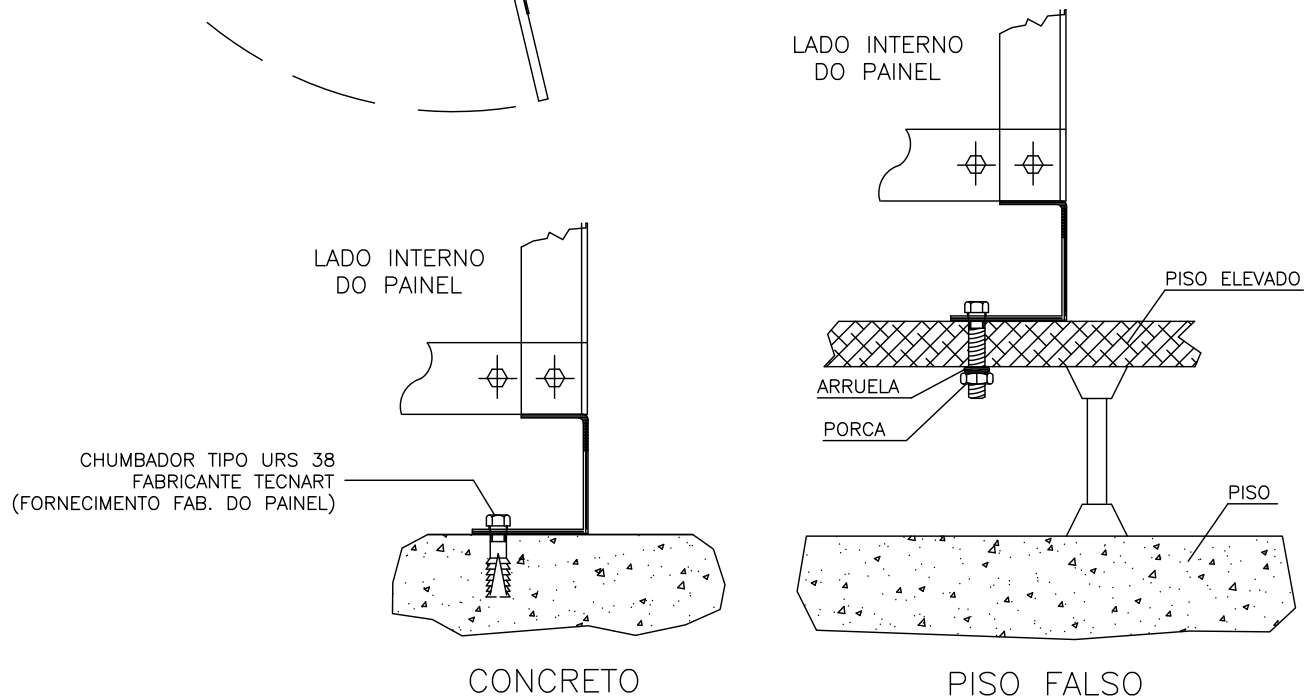
VISTA TRASEIRA C/ PORTA



CORTE – A–A







DETALHE DE FIXAÇÃO

SEM ESCALA

NOTA 1 : ESCALA 1:15.

DESENHO ITF	ESCALA S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX P00160/01–C5–DE–501–0	FL. 0006
ETAPA DO PROJETO BÁSICO	DATA 15/12/14			CODIFICAÇÃO DE.4/EX.99/00.501	REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (55910651) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 167

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

LISTA DE PLAQUETAS

DESENHO CONSTRUTIVO

POS	GRAVAÇÃO	TAMANHO 4	POS	GRAVAÇÃO	TAMANHO 2	POS	GRAVAÇÃO	TAMANHO 1	POS	GRAVAÇÃO	TAMANHO 1
QT.			QT.			QT.			QT.		
E0	QPC–2B1 ALIMENTADORES – BARRA I SETOR 13,8 kV		E1	UPC1		E3	95–1/UPC1		E8	72.1/2 UPC2	
2			1			2			2		
			E2	UPC2		E4	95–2/UPC1		E9	72.1/3 FALHA DISJ.	
			1			2			2		
						E5	95–1/UPC2		E10	52.1 ILUM. / TOM.	
						2			2		
						E6	95–2/UPC2		E11	52.2 AQUEC.	
						2			2		
						E7	72.1/1 UPC1			50BF/94UPC1	
						2			1		

1 – PLAQUETA EM ACRILICO COM FUNDO PRETO
2 – LETRAS GRAVADAS NA COR BRANCA
3 – FIXAÇÃO: ☐ COLADA (PLAQUETAS INTERNAS) ☐ APARAFUSADA (PLAQUETAS EXTERNAS)
4 – GRAVAÇÃO DAS PLAQUETAS INTERNAS CONFORME CÓDIGO DO PROJETO
5 – TODA IDENTIFICAÇÃO DE DISPOSITIVO SERÁ FEITA EM UMA ÚNICA PLAQUETA.

NOMENCLATURA DA PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DO QUADRO DE PROTEÇÃO E CONTROLE.

QPC – 2 B1
NOME PAINEL – NIVEL TENSÃO – NOME BAY

TAMANHO	ESPAÇO P/ GRAVAÇÃO		DIMENSÃO
	CARACTERES POR LINHA	Nr. DE LINHAS	
1	12	2	3 x 15 x 40 mm
2	15	3	3 x 20 x 50 mm
3	13	3	3 x 36 x 74 mm
4	17	3	3 x 46 x 114 mm
5	17	2	3 x 53 x 150 mm

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0007
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	ANNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (55810651) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 168

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

LISTA DE PLAQUETAS

DESENHO CONSTRUTIVO

POS QT.	GRAVAÇÃO TAMANHO 1	POS QT.	GRAVAÇÃO TAMANHO 1	POS QT.	GRAVAÇÃO TAMANHO 1	POS QT.	GRAVAÇÃO TAMANHO 1
1	50BF/94UPC2	1	L1	1	UPC2		
2	TO1 220Vca	1	L2	2	BARRA DE TERRA		
2	TO2 220Vca	1	T1				
1	MI1	1	RA1				
1	MI2	1	UPC1				

1 – PLAQUETA EM ACRILICO COM FUNDO PRETO
2 – LETRAS GRAVADAS NA COR BRANCA
3 – FIXAÇÃO: ☐ COLADA (PLAQUETAS INTERNAS) ☐ APARAFUSADA (PLAQUETAS EXTERNAS)
4 – GRAVAÇÃO DAS PLAQUETAS INTERNAS CONFORME CÓDIGO DO PROJETO
5 – TODA IDENTIFICAÇÃO DE DISPOSITIVO SERÁ FEITA EM UMA ÚNICA PLAQUETA.

NOMENCLATURA DA PLAQUETA DE IDENTIFICAÇÃO DO QUADRO DE PROTEÇÃO E CONTROLE

QPC – 2 B1
NOME PAINEL – NIVEL TENSÃO – NOME BAY

TAMANHO	ESPAÇO P/ GRAVAÇÃO		DIMENSÃO
	CARACTERES POR LINHA	Nr. DE LINHAS	
1	12	2	3 x 15 x 40 mm
2	15	3	3 x 20 x 50 mm
3	13	3	3 x 36 x 74 mm
4	17	3	3 x 46 x 114 mm
5	17	2	3 x 53 x 150 mm

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DE-501-0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	ANNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501
			FL.: 0008
			REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (55810651) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 169

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

LISTA DE MATERIAL

DESENHO CONSTRUTIVO

ITEM	QTDE.	UNID.	IDENTIF. FUNC.	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA	OBS
01	02	UN	UPC1, UPC2			
02	02	UN	95–1/UPC1, 95–1/UPC2			
03	02	UN	95–2/UPC1, 95–2/UPC2,			
04	05	UN	72.1/1, 72.1/2, 72.1/3 52.1, 52.2			
05	03	UN	72.1/1, 72.1/2, 72.1/3			
06	02	UN	50BF/94UPC1, 50BF/94UPC2			
07	02	UN	50BF/94UPC1, 50BF/94UPC2			
08	02	UN	52.1, 2			
09	02	UN	MI1, 2			
10	02	UN	L1, 2			
11	01	UN	T1			
12	01	UN	RA1			
13	02	UN	TO1, 2			
14	51	UN	XPI			
15	42	UN	XPA, XPU, XPP			
16	390	UN	XPC			
17	01	UN	BARRA DE COBRE PARA TERRA			

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRÔ DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0010
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591008531) SEI! 00097-00011681/2020-71 / pg. 170

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

UPC1	UNIDADE DE PROTEÇÃO E CONTROLE																			
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
XFA1–1	TERRA	–	–	–	AM/VD	2,5	X1–31	XPC	97	–	–	CZ	1,5	X3–15	–	–	–	–	–	–
XFA1–2	72.1/1	2	UPC1	XFA–2	CZ	1,5	X1–32	UPC1	X1–28	72.1/1	4	CZ	1,5	X3–16	–	–	–	–	–	–
XFA1–3	72.1/1	4	UPC1	XA1–9	CZ	1,5	X2–1	–	–	–	–	–	–	X3–17	–	–	–	–	–	–
XFA–1	TERRA	–	–	–	AM/VD	2,5	X2–2	–	–	–	–	–	–	X3–18	–	–	–	–	–	–
XFA–2	UPC1	XFA1–2	UPC1	XB2–5	CZ	1,5	X2–3	XPC	1	UPC1	XB1–7	CZ	2,5	X4–1	–	–	–	–	–	–
XFA–3	UPC1	XA2–18	UPC1	X1–2	CZ	1,5	X2–4	XPC	2	–	–	CZ	2,5	X4–2	–	–	–	–	–	–
RX1	–	–	–	–	–	–	X2–5	50BF/94UPC1	2	–	–	CZ	2,5	X4–3	UPC1	X2–13	UPC2	XB1–10	CZ	1,5
TX1	–	–	–	–	–	–	X2–6	95–2/UPC1	8	–	–	CZ	2,5	X4–4	–	–	–	–	–	–
RX2	–	–	–	–	–	–	X2–7	–	–	–	–	–	–	X4–5	UPC1	X2–12	UPC2	XA1–17	CZ	1,5
TX2	–	–	–	–	–	–	X2–8	–	–	–	–	–	–	XA1–1	XPC	50	–	–	CZ	1,5
RX	–	–	–	–	–	–	X2–9	–	–	–	–	–	–	XA1–2	XPC	51	–	–	CZ	1,5
TX	–	–	–	–	–	–	X2–10	–	–	–	–	–	–	XA1–3	XPC	52	–	–	CZ	1,5
X1–1	XPC	82	–	–	CZ	1,5	X2–11	–	–	–	–	–	–	XA1–4	XPC	53	–	–	CZ	1,5
X1–2	UPC1	XFA–3	UPC1	X1–4	CZ	1,5	X2–12	UPC1	X4–5	–	–	CZ	1,5	XA1–5	XPC	54	–	–	CZ	1,5
X1–3	XPC	83	–	–	CZ	1,5	X2–13	UPC1	X4–3	95–1/UPC2	27	CZ	1,5	XA1–6	–	–	–	–	–	–
X1–4	UPC1	X1–2	UPC1	X1–6	CZ	1,5	X2–14	72.1/6	2	UPC2	X2–14	CZ	1,5	XA1–7	XPC	56	–	–	CZ	1,5
X1–5	XPC	84	–	–	CZ	1,5	X2–15	95–2/UPC1	10	–	–	CZ	1,5	XA1–8	–	–	–	–	–	–
X1–6	UPC1	X1–4	UPC1	X1–8	CZ	1,5	X2–16	UPC2	X2–16	–	–	CZ	1,5	XA1–9	UPC1	FA1–3	UPC1	XA1–18	CZ	1,5
X1–7	50BF/94UPC1	9	–	–	CZ	1,5	X2–17	95–2/UPC1	9	50BF/94UPC1	A	CZ	1,5	XA1–10	XPC	301	–	–	CZ	1,5
X1–8	UPC1	X1–6	UPC1	X1–10	CZ	1,5	X2–18	XPC	324	–	–	CZ	1,5	XA1–11	XPC	308	–	–	CZ	1,5
X1–9	UPC1	XB2–6	–	–	CZ	1,5	X2–19	XPC	325	–	–	CZ	1,5	XA1–12	XPC	309	–	–	CZ	1,5
X1–10	UPC1	X1–8	UPC1	X1–14	CZ	1,5	X2–20	–	–	–	–	–	–	XA1–13	95–2/UPC1	28	–	–	CZ	1,5
X1–11	UPC1	XB2–4	–	–	CZ	1,5	X2–21	–	–	–	–	–	–	XA1–14	52.1	96	–	–	CZ	1,5
X1–12	XPC	55	–	–	CZ	1,5	X2–22	–	–	–	–	–	–	XA1–15	XPC	302	–	–	CZ	1,5
X1–13	UPC1	XB1–11	–	–	CZ	1,5	X2–23	–	–	–	–	–	–	XA1–16	–	–	–	–	–	–
X1–14	UPC1	X1–10	UPC1	X1–18	CZ	1,5	X2–24	XPC	328	–	–	CZ	1,5	XA1–17	XPC	304	–	–	CZ	1,5
X1–15							X2–25	XPC	327	–	–	CZ	1,5	XA1–18	UPC1	XA1–9	UPC1	XA2–9	CZ	1,5
X1–16							X2–26	XPC	326	–	–	CZ	1,5	XA2–1	XPC	58	–	–	CZ	1,5
X1–17	UPC1	XB1–13	–	–	CZ	1,5	X3–1	95–1/UPC1	2	–	–	AZ	2,5	XA2–2	XPC	59	–	–	CZ	1,5
X1–18	UPC1	X1–14	UPC1	X1–20	CZ	1,5	X3–2	95–1/UPC1	4	–	–	AZ	2,5	XA2–3	XPC	60	–	–	CZ	1,5
X1–19	XPC	87	–	–	CZ	1,5	X3–3	95–1/UPC1	6	–	–	BR	2,5	XA2–4	XPC	61	–	–	CZ	1,5
X1–20	UPC1	X1–18	UPC1	X1–22	CZ	1,5	X3–4	95–1/UPC1	8	–	–	BR	2,5	XA2–5	XPC	62	–	–	CZ	1,5
X1–21	XPC	89	–	–	CZ	1,5	X3–5	95–1/UPC1	10	–	–	VM	2,5	XA2–6	XPC	64	–	–	CZ	1,5
X1–22	UPC1	X1–20	UPC1	X1–24	CZ	1,5	X3–6	95–1/UPC1	12	–	–	VM	2,5	XA2–7	XPC	65	–	–	CZ	1,5
X1–23	XPC	90	–	–	CZ	1,5	X3–7	95–1/UPC1	16	–	–	PT	2,5	XA2–8	XPC	67	–	–	CZ	1,5
X1–24	UPC1	X1–22	UPC1	X1–26	CZ	1,5	X3–8	95–1/UPC1	14	–	–	PT	2,5	XA2–9	UPC1	XA1–18	UPC1	XA2–18	CZ	1,5
X1–25	XPC	92	–	–	CZ	1,5	X3–9	–	–	–	–	–	–	XA2–10	XPC	70	–	–	CZ	1,5
X1–26	UPC1	X1–24	UPC1	X1–28	CZ	1,5	X3–10	–	–	–	–	–	–	XA2–11	XPC	71	–	–	CZ	1,5
X1–27	XPC	93	–	–	CZ	1,5	X3–11	95–1/UPC1	18	–	–	AZ	1,5	XA2–12	XPC	73	–	–	CZ	1,5
X1–28	UPC1	X1–26	UPC1	X1–32	CZ	1,5	X3–12	95–1/UPC1	20	–	–	BR	1,5	XA2–13	XPC	74	–	–	CZ	1,5
X1–29	XPC	95	–	–	CZ	1,5	X3–13	95–1/UPC1	22	–	–	VM	1,5	XA2–14	XPC	76	–	–	CZ	1,5
X1–30	XPC	96	–	–	CZ	1,5	X3–14	95–1/UPC1	24	–	–	PT	1,5	XA2–15	XPC	77	–	–	CZ	1,5

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501
			FL.: 0011
			REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591106511) SEI 060037-000116811/2020-71 / pg. 171

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

UPC1	UNIDADE DE PROTEÇÃO E CONTROLE					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
XA2–16	XPC	79	–	–	CZ	1,5
XA2–17	XPC	80	–	–	CZ	1,5
XA2–18	UPC1	XA2–9	UPC1	XFA–3	CZ	1,5
XB1–1	–	–	–	–	–	–
XB1–2	–	–	–	–	–	–
XB1–3	–	–	–	–	–	–
XB1–4	–	–	–	–	–	–
XB1–5	–	–	–	–	–	–
XB1–6	–	–	–	–	–	–
XB1–7	UPC1	X2–3	–	–	CZ	2,5
XB1–8	XPC	3	–	–	CZ	2,5
XB1–9	–	–	–	–	–	–
XB1–10	UPC1	XB1–12	95–1/UPC1	27	CZ	1,5
XB1–11	UPC1	X1–13	–	–	CZ	1,5
XB1–12	UPC1	XB2–3	UPC1	XB1–10	–	–
XB1–13	UPC1	X1–17	–	–	–	–
XB1–14	–	–	–	–	–	–
XB1–15	–	–	–	–	–	–
XB1–16	–	–	–	–	–	–
XB1–17	–	–	–	–	–	–
XB2–1	–	–	–	–	–	–
XB2–2	–	–	–	–	–	–
XB2–3	UPC1	XB2–5	UPC1	XB1–12	CZ	1,5
XB2–4	UPC1	X1–11	–	–	CZ	1,5
XB2–5	UPC1	XFA–2	UPC1	XB2–3	CZ	1,5
XB2–6	UPC1	X1–9	–	–	CZ	1,5
XB2–7	–	–	–	–	–	–
XB2–8	–	–	–	–	–	–
XB2–9	–	–	–	–	–	–
XB2–10	–	–	–	–	–	–
XB2–11	–	–	–	–	–	–
XB2–12	XPC	320	–	–	CZ	1,5
XB2–13	XPC	321	–	–	CZ	1,5
XB2–14	–	–	–	–	–	–
XB2–15	–	–	–	–	–	–
XB2–16	XPC	322	–	–	CZ	1,5
XB2–17	XPC	323	–	–	CZ	1,5
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	INMETRO DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501
			FL.: 0012
			REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591065 1) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 172

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

UPC2	UNIDADE DE PROTEÇÃO E CONTROLE																			
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
FA1–1	TERRA	–	–	–	AM/VD	2,5	X1–31	XPC	147	–	–	CZ	1,5	X3–15	–	–	–	–	–	–
FA1–2	72.1/2	2	UPC2	XFA–2	CZ	1,5	X1–32	UPC2	X1–28	72.1/2	4	CZ	1,5	X3–16	–	–	–	–	–	–
FA1–3	72.1/2	4	UPC2	XA1–9	CZ	1,5	X2–1	–	–	–	–	–	–	X3–17	–	–	–	–	–	–
XFA–1	TERRA	–	–	–	AM/VD	2,5	X2–2	–	–	–	–	–	–	X3–18	–	–	–	–	–	–
XFA–2	UPC2	XFA1–2	UPC2	XB2–5	CZ	1,5	X2–3	XPC	6	UPC2	XB1–7	CZ	2,5	X4–1	–	–	–	–	–	–
XFA–3	UPC2	XA2–18	UPC2	X1–2	CZ	1,5	X2–4	XPC	7	–	–	CZ	2,5	X4–2	–	–	–	–	–	–
RX1	–	–	–	–	–	–	X2–5	50BF/94UPC2	2	–	–	CZ	2,5	X4–3	UPC2	X2–13	–	–	CZ	1,5
TX1	–	–	–	–	–	–	X2–6	95–2/UPC2	8	–	–	CZ	2,5	X4–4	–	–	–	–	–	–
RX2	–	–	–	–	–	–	X2–7	–	–	–	–	–	–	X4–5	UPC2	X2–12	–	–	CZ	1,5
TX2	–	–	–	–	–	–	X2–8	–	–	–	–	–	–	XA1–1	XPC	100	–	–	CZ	1,5
RX	–	–	–	–	–	–	X2–9	–	–	–	–	–	–	XA1–2	XPC	101	–	–	CZ	1,5
TX	–	–	–	–	–	–	X2–10	–	–	–	–	–	–	XA1–3	XPC	102	–	–	CZ	1,5
X1–1	XPC	132	–	–	CZ	1,5	X2–11	–	–	–	–	–	–	XA1–4	XPC	103	–	–	CZ	1,5
X1–2	UPC2	XFA–3	UPC2	X1–4	CZ	1,5	X2–12	UPC2	X4–5	–	–	CZ	1,5	XA1–5	XPC	104	–	–	CZ	1,5
X1–3	XPC	133	–	–	CZ	1,5	X2–13	UPC2	X4–3	–	–	CZ	1,5	XA1–6	–	–	–	–	–	–
X1–4	UPC2	X1–2	UPC2	X1–6	CZ	1,5	X2–14	UPC1	X2–14	–	–	CZ	1,5	XA1–7	XPC	106	–	–	CZ	1,5
X1–5	XPC	134	–	–	CZ	1,5	X2–15	95–2/UPC2	10	–	–	CZ	1,5	XA1–8	–	–	–	–	–	–
X1–6	UPC2	X1–4	UPC2	X1–8	CZ	1,5	X2–16	UPC1	X2–16	–	X2–16	CZ	1,5	XA1–9	UPC2	FA1–3	UPC2	XA1–18	CZ	1,5
X1–7	50BF/94UPC2	9	–	–	CZ	1,5	X2–17	95–2/UPC2	9	50BF/94UPC2	A	CZ	1,5	XA1–10	72.1/1	96	–	–	CZ	1,5
X1–8	UPC2	X1–6	UPC2	X1–10	CZ	1,5	X2–18	XPC	333	–	–	CZ	1,5	XA1–11	XPC	117	–	–	CZ	1,5
X1–9	UPC2	XB2–6	–	–	CZ	1,5	X2–19	XPC	334	–	–	CZ	1,5	XA1–12	XPC	118	–	–	CZ	1,5
X1–10	UPC2	X1–8	UPC2	X1–14	CZ	1,5	X2–20	–	–	–	–	–	–	XA1–13	95–2/UPC2	28	–	–	CZ	1,5
X1–11	UPC2	XB2–4	–	–	CZ	1,5	X2–21	–	–	–	–	–	–	XA1–14	–	–	–	–	–	–
X1–12	XPC	105	–	–	CZ	1,5	X2–22	–	–	–	–	–	–	XA1–15	–	–	–	–	–	–
X1–13	UPC2	XB1–11	–	–	CZ	1,5	X2–23	–	–	–	–	–	–	XA1–16	–	–	–	–	–	–
X1–14	UPC2	X1–10	UPC2	X1–18	CZ	1,5	X2–24	XPC	337	–	–	CZ	1,5	XA1–17	UPC1	X4–5	–	–	CZ	1,5
X1–15	UPC1	X1–15	–	–	BR	1,0	X2–25	XPC	336	–	–	CZ	1,5	XA1–18	UPC2	XA1–9	UPC2	XA2–9	CZ	1,5
X1–16	UPC1	X1–16	–	–	PT	1,0	X2–26	XPC	335	–	–	CZ	1,5	XA2–1	XPC	108	–	–	CZ	1,5
X1–17	UPC2	XB1–13	–	–	CZ	1,5	X3–1	95–1/UPC2	2	–	–	AZ	2,5	XA2–2	XPC	109	–	–	CZ	1,5
X1–18	UPC2	X1–14	UPC2	X1–20	CZ	1,5	X3–2	95–1/UPC2	4	–	–	AZ	2,5	XA2–3	XPC	110	–	–	CZ	1,5
X1–19	XPC	137	–	–	CZ	1,5	X3–3	95–1/UPC2	6	–	–	BR	2,5	XA2–4	XPC	111	–	–	CZ	1,5
X1–20	UPC2	X1–18	UPC2	X1–22	CZ	1,5	X3–4	95–1/UPC2	8	–	–	BR	2,5	XA2–5	XPC	112	–	–	CZ	1,5
X1–21	XPC	139	–	–	CZ	1,5	X3–5	95–1/UPC2	10	–	–	VM	2,5	XA2–6	XPC	114	–	–	CZ	1,5
X1–22	UPC2	X1–20	UPC2	X1–24	CZ	1,5	X3–6	95–1/UPC2	12	–	–	VM	2,5	XA2–7	XPC	115	–	–	CZ	1,5
X1–23	XPC	140	–	–	CZ	1,5	X3–7	95–1/UPC2	16	–	–	PT	2,5	XA2–8	–	–	–	–	–	–
X1–24	UPC2	X1–22	UPC2	X1–26	CZ	1,5	X3–8	95–1/UPC2	14	–	–	PT	2,5	XA2–9	UPC2	XA1–18	UPC2	XA2–18	CZ	1,5
X1–25	XPC	142	–	–	CZ	1,5	X3–9	–	–	–	–	–	–	XA2–10	XPC	120	–	–	CZ	1,5
X1–26	UPC2	X1–24	UPC2	X1–28	CZ	1,5	X3–10	–	–	–	–	–	–	XA2–11	XPC	121	–	–	CZ	1,5
X1–27	XPC	143	–	–	CZ	1,5	X3–11	95–1/UPC2	18	–	–	AZ	1,5	XA2–12	XPC	123	–	–	CZ	1,5
X1–28	UPC2	X1–26	UPC2	X1–32	CZ	1,5	X3–12	95–1/UPC2	20	–	–	BR	1,5	XA2–13	XPC	124	–	–	CZ	1,5
X1–29	XPC	145	–	–	CZ	1,5	X3–13	95–1/UPC2	22	–	–	VM	1,5	XA2–14	XPC	126	–	–	CZ	1,5
X1–30	XPC	146	–	–	CZ	1,5	X3–14	95–1/UPC2	24	–	–	PT	1,5	XA2–15	XPC	127	–	–	CZ	1,5

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0013
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591106511) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 173

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

UPC2	UNIDADE DE PROTEÇÃO E CONTROLE					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
XA2–16	XPC	129	–	–	CZ	1,5
XA2–17	XPC	130	–	–	CZ	1,5
XA2–18	UPC2	XA2–9	UPC2	XFA–3	CZ	1,5
XB1–1	–	–	–	–	–	–
XB1–2	–	–	–	–	–	–
XB1–3	–	–	–	–	–	–
XB1–4	–	–	–	–	–	–
XB1–5	–	–	–	–	–	–
XB1–6	–	–	–	–	–	–
XB1–7	UPC2	X2–3	–	–	CZ	2,5
XB1–8	XPC	8	–	–	CZ	2,5
XB1–9	–	–	–	–	–	–
XB1–10	UPC2	XB1–12	UPC1	X4–3	CZ	1,5
XB1–11	UPC2	X1–13	–	–	CZ	1,5
XB1–12	UPC2	XB2–3	UPC2	XB1–10	CZ	1,5
XB1–13	UPC2	X1–17	–	–	CZ	1,5
XB1–14	–	–	–	–	–	–
XB1–15	–	–	–	–	–	–
XB1–16	–	–	–	–	–	–
XB1–17	–	–	–	–	–	–
XB2–1	–	–	–	–	–	–
XB2–2	–	–	–	–	–	–
XB2–3	UPC2	XB2–5	UPC2	XB1–12	CZ	1,5
XB2–4	UPC2	X1–11	–	–	CZ	1,5
XB2–5	UPC2	XFA–2	UPC2	XB2–3	CZ	1,5
XB2–6	UPC2	X1–9	–	–	CZ	1,5
XB2–7	–	–	–	–	–	–
XB2–8	–	–	–	–	–	–
XB2–9	–	–	–	–	–	–
XB2–10	–	–	–	–	–	–
XB2–11	–	–	–	–	–	–
XB2–12	XPC	329	–	–	CZ	1,5
XB2–13	XPC	330	–	–	CZ	1,5
XB2–14	–	–	–	–	–	–
XB2–15	–	–	–	–	–	–
XB2–16	XPC	331	–	–	CZ	1,5
XB2–17	XPC	332	–	–	CZ	1,5

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0014
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5991065-1) SEI 000097-00001188/2020-71 / pg. 174

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

72.1/1	DISJUNTOR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	XPP	1	72.1/2	1	CZ	2,5
2	UPC1	XFA1-2	XPC	307	CZ	1,5
3	XPP	2	72.1/2	3	CZ	2,5
4	UPC1	XFA1-3	UPC1	X1-32	CZ	1,5
95	50BF/94UPC2	10	95-1/UPC2	27	CZ	1,5
96	UPC2	XA1-10	-	-	CZ	1,5
98						

72.1/2	DISJUNTOR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	72.1/1	1	–	–	CZ	2,5
2	UPC2	XFA1-2	XPC	144	CZ	1,5
3	72.1/1	3	–	–	CZ	2,5
4	UPC2	XFA1-3	UPC2	X1-32	CZ	1,5
95	–	–	-	–	–	–
96	–	-	-	-	–	–
98						

72.1/3	DISJUNTOR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	–	–	–	–	–	–
2	UPC1	X2-14	XPC	30	CZ	1,5
3	–	–	–	–	–	–
4	50BF/94UPC1	B	XPC	35	CZ	1,5
95	XPC	318	-	-	CZ	1,5
96	XPC	319	-	-	CZ	1,5
98						

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRÔ DF	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DE-501-0	FL.: 0021
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591065.1) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 175

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

95-1/UPC1	BLOCO DE TESTE					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	XPI	1	–	–	AZ	2,5
2	UPC1	X3–1	–	–	AZ	2,5
3	XPI	5	–	–	AZ	2,5
4	UPC1	X3–2	–	–	AZ	2,5
5	XPI	2	–	–	BR	2,5
6	UPC1	X3–3	–	–	BR	2,5
7	XPI	6	–	–	BR	2,5
8	UPC1	X3–4	–	–	BR	2,5
9	XPI	3	–	–	VM	2,5
10	UPC1	X3–5	–	–	VM	2,5
11	XPI	7	–	–	VM	2,5
12	UPC1	X3–6	–	–	VM	2,5
13	XPI	4	–	–	PT	2,5
14	UPC1	X3–8	–	–	PT	2,5
15	XPI	8	–	–	PT	2,5
16	UPC1	X3–7	–	–	PT	2,5
17	XPU	1	95–1/UPC2	17	AZ	1,5
18	UPC1	X3–11	–	–	AZ	1,5
19	XPU	2	95–1/UPC2	19	BR	1,5
20	UPC1	X3–12	–	–	BR	1,5
21	XPU	3	95–1/UPC2	21	VM	1,5
22	UPC1	X3–13	–	–	VM	1,5
23	XPU	4	95–1/UPC2	23	PT	1,5
24	UPC1	X3–14	–	–	PT	1,5
25	–	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–
27	UPC1	XB1–10	52.1	95	CZ	1,5
28	95–2/UPC1	27	–	–	CZ	1,5

95-1/UPC2	BLOCO DE TESTE					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	XPI	9	–	–	AZ	2,5
2	UPC2	X3–1	–	–	AZ	2,5
3	XPI	13	–	–	AZ	2,5
4	UPC2	X3–2	–	–	AZ	2,5
5	XPI	10	–	–	BR	2,5
6	UPC2	X3–3	–	–	BR	2,5
7	XPI	14	–	–	BR	2,5
8	UPC2	X3–4	–	–	BR	2,5
9	XPI	11	–	–	VM	2,5
10	UPC2	X3–5	–	–	VM	2,5
11	XPI	15	–	–	VM	2,5
12	UPC2	X3–6	–	–	VM	2,5
13	XPI	12	–	–	PT	2,5
14	UPC2	X3–8	–	–	PT	2,5
15	XPI	16	–	–	PT	2,5
16	UPC2	X3–7	–	–	PT	2,5
17	95–1/UPC1	17	–	–	AZ	1,5
18	UPC2	X3–11	–	–	AZ	1,5
19	95–1/UPC1	19	–	–	BR	1,5
20	UPC2	X3–12	–	–	BR	1,5
21	95–1/UPC1	21	–	–	VM	1,5
22	UPC2	X3–13	–	–	VM	1,5
23	95–1/UPC1	23	–	–	PT	1,5
24	UPC2	X3–14	–	–	PT	1,5
25	–	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–
27	UPC1	X2–13	72.1/1	95	CZ	1,5
28	95–2/UPC2	27	–	–	CZ	1,5

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0022
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

ANETRO DF

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591065 1) SEI 00097-00001681/2020-71 / pg. 178

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

95-2/UPC1	BLOCO DE TESTE					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	–	–
4	–	–	–	–	–	–
5	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	–
7	50BF/94UPC1	3	–	–	CZ	2,5
8	UPC1	X2–6	–	–	CZ	2,5
9	UPC1	X2–17	–	–	CZ	1,5
10	UPC1	X2–15	–	–	CZ	1,5
11	–	–	–	–	–	–
12	–	–	–	–	–	–
13	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	–	–	–
15	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	–	–
17	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	–	–
19	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	–
21	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–
23	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–
25	–	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–
27	95–1/UPC1	28	–	–	CZ	1,5
28	UPC1	XA1–13	–	–	CZ	1,5

95-2/UPC2	BLOCO DE TESTE					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	–	–	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–
3	–	–	–	–	–	–
4	–	–	–	–	–	–
5	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	–
7	50BF/94UPC2	3	–	–	CZ	2,5
8	UPC2	X2–6	–	–	CZ	2,5
9	UPC2	X2–17	–	–	CZ	1,5
10	UPC2	X2–15	–	–	CZ	1,5
11	–	–	–	–	–	–
12	–	–	–	–	–	–
13	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	–	–	–
15	–	–	–	–	–	–
16	–	–	–	–	–	–
17	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	–	–
19	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	–
21	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–
23	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–
25	–	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–
27	95–1/UPC2	28	–	–	CZ	1,5
28	UPC2	XA1–13	–	–	CZ	1,5

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501
			FL.: 0024
			REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (55510651) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 177

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

50BF/94UPC1	RELÉ AUXILIAR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
A	UPC1	X2–17	–	–	CZ	1,5
B	72.1/3	4	50BF/94UPC2	B	CZ	1,5
1	50BF/94UPC1	4	–	–	CZ	2,5
2	UPC1	X2–5	XPC	4	CZ	2,5
3	95–2/UPC1	7	XPC	5	CZ	2,5
4	50BF/94UPC1	1	–	–	CZ	2,5
5	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	–
7	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	–
9	UPC1	X1–7	–	–	CZ	1,5
10	52.2	95	XPC	49	CZ	1,5
11	XPC	366	–	–	CZ	1,5
12	XPC	365	–	–	CZ	1,5

50BF/94UPC2	RELÉ AUXILIAR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
A	UPC2	X2–17	–	–	CZ	1,5
B	50BF/94UPC1	B	–	B	CZ	1,5
1	50BF/94UPC2	4	–	–	CZ	2,5
2	UPC2	X2–5	XPC	9	CZ	2,5
3	95–2/UPC2	7	XPC	10	CZ	2,5
4	50BF/94UPC2	1	–	–	CZ	2,5
5	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	–
7	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	–
9	UPC2	X1–7	–	–	CZ	1,5
10	72.1/1	95	XPC	99	CZ	1,5
11	XPC	368	–	–	CZ	1,5
12	XPC	367	–	–	CZ	1,5

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRÔ DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0026
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591065.1) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 178

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – BORNES DE EQUIPAMENTOS

DESENHO CONSTRUTIVO

TO1	TOMADA					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	MI2	1	TO2	1	CZ	1,5
2	TO2	2	L2	2	CZ	1,5
T	TERRA	–	–	–	VD/AM	2,5

TO2	TOMADA					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	TO1	1	52.1	2	CZ	1,5
2	RA1	2	TO1	2	CZ	1,5
T	TERRA	–	–	–	VD/AM	2,5

52.1	DISJUNTOR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	XPA	1	52.2	1	CZ	1,5
2	MI1	1	TO2	1	CZ	1,5
13	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	–	–	–
95	95-1/UPC1	27	52.2	95	CZ	1,5
96	UPC1	XA1-14	52.2	96	CZ	1,5
98	–	–	–	–	–	–

52.2	DISJUNTOR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	52.1	1	XPA	1	CZ	1,5
2	T1	1	–	–	CZ	1,5
13	–	–	–	–	–	–
14	–	–	–	–	–	–
95	52.1	95	50BF/94UPC1	10	CZ	1,5
96	52.1	96	–	–	CZ	1,5
98	–	–	–	–	–	–

MI1	MICROSWITCH					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	52.1	2	MI2	1	CZ	1,5
2	L1	1	–	–	CZ	1,5

MI2	MICROSWITCH					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	MI1	2	TO1	1	CZ	1,5
2	L2	1	–	–	CZ	1,5

L1	LÂMPADA					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	MI1	2	–	–	CZ	1,5
2	L2	2	XPA	3	CZ	1,5

L2	LÂMPADA					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	MI2	2	–	–	CZ	1,5
2	TO1	2	L1	2	CZ	1,5

RA1	RESISTOR					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	T1	2	–	–	CZ	1,5
2	XPA	3	TO2	2	CZ	1,5

T1	TERMOSTATO					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm 2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	52.2	2	–	–	CZ	1,5
2	RA1	1	–	–	CZ	1,5

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DE-501-0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501

FL. 0028 | REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (55510065.1) SEI 000097-000116811/2020-71 / pg. 179

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPI

DESENHO CONSTRUTIVO

XPI	RÉGUA DE BORNES												
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
01	95–1/UPC1	1	–	–	AZ	2,5	25	–	–	–	–	–	–
02	95–1/UPC1	5	–	–	BR	2,5	26	–	–	–	–	–	–
03	95–1/UPC1	9	–	–	VM	2,5	27	–	–	–	–	–	–
04	95–1/UPC1	13	–	–	PT	2,5	28	–	–	–	–	–	–
04	TERRA	–	–	–	VD/AM	2,5	28	–	–	–	–	–	–
05	95–1/UPC1	3	–	–	AZ	2,5	29	–	–	–	–	–	–
06	95–1/UPC1	7	–	–	BR	2,5	30	–	–	–	–	–	–
07	95–1/UPC1	11	–	–	VM	2,5	31	–	–	–	–	–	–
08	95–1/UPC1	15	–	–	PT	2,5	32	–	–	–	–	–	–
09	95–1/UPC2	1	–	–	AZ	2,5	33	–	–	–	–	–	–
10	95–1/UPC2	5	–	–	BR	2,5	34	–	–	–	–	–	–
11	95–1/UPC2	9	–	–	VM	2,5	35	–	–	–	–	–	–
12	95–1/UPC2	13	–	–	PT	2,5	36	–	–	–	–	–	–
12	TERRA	–	–	–	VD/AM	2,5	36	–	–	–	–	–	–
13	95–1/UPC2	3	–	–	AZ	2,5	37	–	–	–	–	–	–
14	95–1/UPC2	7	–	–	BR	2,5	38	–	–	–	–	–	–
15	95–1/UPC2	11	–	–	VM	2,5	39	–	–	–	–	–	–
16	95–1/UPC2	15	–	–	PT	2,5	40	–	–	–	–	–	–
17	–	–	–	–	–	–	41	–	–	–	–	–	–
18	–	–	–	–	–	–	42	–	–	–	–	–	–
19	–	–	–	–	–	–	43	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	–	44	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	–	–	–	45	–	–	–	–	–	–
21	–	–	–	–	–	–	46	–	–	–	–	–	–
22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
23	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
24	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–C5–DE–501–0	FL.: 0029
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

NNETRO DF

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591065) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 180

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUAS XPU/XPP/XPA

DESENHO CONSTRUTIVO

XPU	RÉGUA DE BORNES					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	XPU	5	95–1/UPC1	17	AZ	1,5
2	XPU	6	95–1/UPC1	19	BR	1,5
3	XPU	7	95–1/UPC1	21	VM	1,5
4	XPU	8	95–1/UPC1	23	PT	1,5
5	XPU	1	XPU	9	AZ	1,5
6	XPU	2	XPU	10	BR	1,5
7	XPU	3	XPU	11	VM	1,5
8	XPU	4	XPU	12	PT	1,5
9	XPU	5	XPU	13	AZ	1,5
10	XPU	6	XPU	14	BR	1,5
11	XPU	7	XPU	15	VM	1,5
12	XPU	8	XPU	16	PT	1,5
13	XPU	9	XPU	17	AZ	1,5
14	XPU	10	XPU	18	BR	1,5
15	XPU	11	XPU	19	VM	1,5
16	XPU	12	XPU	20	PT	1,5
17	XPU	13	XPU	21	AZ	1,5
18	XPU	14	XPU	22	BR	1,5
19	XPU	15	XPU	23	VM	1,5
20	XPU	16	XPU	24	PT	1,5
21	XPU	17	–	–	AZ	1,5
22	XPU	18	–	–	BR	1,5
23	XPU	19	–	–	VM	1,5
24	XPU	20	–	–	PT	1,5
25	–	–	–	–	–	–
26	–	–	–	–	–	–
27	–	–		–	–	–
28	–	–	–	–	–	–

XPP	RÉGUA DE BORNES					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	72.1/1	1	XPP	3	CZ	2,5
2	72.1/1	3	XPP	4	CZ	2,5
3	XPP	1	–	–	CZ	2,5
4	XPP	2	–	–	CZ	2,5
5	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	–
7	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	–	–

XPA	RÉGUA DE BORNES					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	52.1	1	52.2	1	CZ	1,5
2	–	–	–	–	–	–
3	RA1	2	L1	2	CZ	1,5
4	–	–	–	–	–	–
5	–	–	–	–	–	–
6	–	–	–	–	–	–

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0030
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5581065.1) SEI 060037-000116811/2020-71 / pg. 181

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC

DESENHO CONSTRUTIVO

XPC	RÉGUA DE BORNES																					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm^2
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
1	UPC1	X2–3	–	–	CZ	2,5	22	–	–	–	–	–	–	43	–	–	–	–	–	–
1							22							43						
2	UPC1	X2–4	–	–	CZ	2,5	23	–	–	–	–	–	–	44	–	–	–	–	–	–
2							23							44						
3	UPC1	XB1–8	–	–	CZ	2,5	24	–	–	–	–	–	–	45	–	–	–	–	–	–
3							24							45						
4	50BF/94UPC1	2	–	–	CZ	2,5	25	–	–	–	–	–	–	46	–	–	–	–	–	–
4							25							46						
5	50BF/94UPC1	3	–	–	CZ	2,5	26	–	–	–	–	–	–	47	–	–	–	–	–	–
5							26							47						
6	UPC2	X2–3	–	–	CZ	2,5	27	–	–	–	–	–	–	48	–	–	–	–	–	–
6							27							48						
7	UPC2	X2–4	–	–	CZ	2,5	28	XPC	40	–	–	CZ	2,5	49	50BF/94UPC1	10	XPC	57	CZ	1,5
7							28							49						
8	UPC2	XB1–8	–	–	CZ	2,5	29	XPC	41	–	–	CZ	2,5	50	UPC1	XA1–1	–	–	CZ	1,5
8							29							50						
9	50BF/94UPC2	2	–	–	CZ	2,5	30	XPC	34	72.1/3	2	CZ	1,5	51	UPC1	XA1–2	–	–	CZ	1,5
9							30							51						
10	50BF/94UPC2	3	–	–	CZ	2,5	31	XPC	33	–	–	CZ	1,5	52	UPC1	XA1–3	–	–	CZ	1,5
10							31							52						
11	–	–	–	–	–	–	32	XPC	37	–	–	CZ	1,5	53	UPC1	XA1–4	–	–	CZ	1,5
11							32							53						
12	–	–	–	–	–	–	33	XPC	31	–	–	CZ	1,5	54	UPC1	XA1–5	–	–	CZ	1,5
12							33							54						
13	–	–	–	–	–	–	34	XPC	30	XPC	36	CZ	1,5	55	UPC1	X1–12	–	–	CZ	1,5
13							34							55						
14	–	–	–	–	–	–	35	72.1/3	4	–	–	CZ	1,5	56	UPC1	XA1–7	–	–	CZ	1,5
14							35							56						
15	–	–	–	–	–	–	36	XPC	34	–	–	–	–	57	XPC	49	XPC	63	CZ	1,5
15							36							57						
16	–	–	–	–	–	–	37	XPC	32	XPC	39	CZ	1,5	58	UPC1	XA2–1	–	–	CZ	1,5
16							37							58						
17	–	–	–	–	–	–	38	–	–	–	–	–	–	59	UPC1	XA2–2	–	–	CZ	1,5
17							38							59						
18	–	–	–	–	–	–	39	XPC	37	–	–	CZ	1,5	60	UPC1	XA2–3	–	–	CZ	1,5
18							39							60						
19	–	–	–	–	–	–	40	XPC	28	–	–	CZ	1,5	61	UPC1	XA2–4	–	–	CZ	1,5
19							40							61						
20	–	–	–	–	–	–	41	XPC	29	–	–	CZ	1,5	62	UPC1	XA2–5	–	–	CZ	1,5
20							41							62						
21	–	–	–	–	–	–	42	–	–	–	–	–	–	63	XPC	57	XPC	66	CZ	1,5
21							42							63						

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0031
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	ANNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591005) SEI 00097-00011681/2020-71 pg. 182

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC

DESENHO CONSTRUTIVO

XPC	RÉGUA DE BORNES																					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
64	UPC1	XA2–6	–	–	CZ	1,5	85	XPC	81	XPC	86	CZ	1,5	106	UPC2	XA1–7	–	–	CZ	1,5
64							85							106						
65	UPC1	XA2–7	–	–	CZ	1,5	86	XPC	85	XPC	88	CZ	1,5	107	XPC	99	XPC	113	CZ	1,5
65							86							107						
66	XPC	63	XPC	69	CZ	1,5	87	UPC1	X1–19	–	–	CZ	1,5	108	UPC2	XA2–1	–	–	CZ	1,5
66							87							108						
67	UPC1	XA2–8	–	–	CZ	1,5	88	XPC	86	XPC	91	CZ	1,5	109	UPC2	XA2–2	–	–	CZ	1,5
67							88							109						
68	–	–	–	–	–	–	89	UPC1	X1–21	–	–	CZ	1,5	110	UPC2	XA2–3	–	–	CZ	1,5
68							89							110						
69	XPC	66	XPC	72	CZ	1,5	90	UPC1	X1–23	–	–	CZ	1,5	111	UPC2	XA2–4	–	–	CZ	1,5
69							90							111						
70	UPC1	XA2–10	–	–	CZ	1,5	91	XPC	88	XPC	94	CZ	1,5	112	UPC2	XA2–5	–	–	CZ	1,5
70							91							112						
71	UPC1	XA2–11	–	–	CZ	1,5	92	UPC1	X1–25	–	–	CZ	1,5	113	XPC	107	XPC	116	CZ	1,5
71							92							113						
72	XPC	69	XPC	75	CZ	1,5	93	UPC1	X1–27	–	–	CZ	1,5	114	UPC2	XA2–6	–	–	CZ	1,5
72							93							114						
73	UPC1	XA2–12	–	–	CZ	1,5	94	XPC	91	XPC	300	CZ	1,5	115	UPC2	XA2–7	–	–	CZ	1,5
73							94							115						
74	UPC1	XA2–13	–	–	CZ	1,5	95	UPC1	X1–29	–	–	CZ	1,5	116	XPC	113	XPC	119	CZ	1,5
74							95							116						
75	XPC	72	XPC	78	CZ	1,5	96	UPC1	X1–30	–	–	CZ	1,5	117	UPC2	XA1–11	–	–	CZ	1,5
75							96							117						
76	UPC1	XA2–14	–	–	CZ	1,5	97	UPC1	X1–31	–	–	CZ	1,5	118	UPC2	XA1–12	–	–	CZ	1,5
76							97							118						
77	UPC1	XA2–15	–	–	CZ	1,5	98	–	–	–	–	–	–	119	XPC	116	XPC	122	CZ	1,5
77							98							119						
78	XPC	75	XPC	81	CZ	1,5	99	50BF/94UPC2	10	XPC	107	CZ	1,5	120	UPC2	XA2–10	–	–	CZ	1,5
78							99							120						
79	UPC1	XA2–16	–	–	CZ	1,5	100	UPC2	XA1–1	–	–	CZ	1,5	121	UPC2	XA2–11	–	–	CZ	1,5
79							100							121						
80	UPC1	XA2–17	–	–	CZ	1,5	101	UPC2	XA1–2	–	–	CZ	1,5	122	XPC	119	XPC	125	CZ	1,5
80							101							122						
81	XPC	78	XPC	85	CZ	1,5	102	UPC2	XA1–3	–	–	CZ	1,5	123	UPC2	XA2–12	–	–	CZ	1,5
81							102							123						
82	UPC1	X1–1	–	–	CZ	1,5	103	UPC2	XA1–4	–	–	CZ	1,5	124	UPC2	XA2–13	–	–	CZ	1,5
82							103							124						
83	UPC1	X1–3	–	–	CZ	1,5	104	UPC2	XA1–5	–	–	CZ	1,5	125	XPC	122	XPC	128	CZ	1,5
83							104							125						
84	UPC1	X1–5	–	–	CZ	1,5	105	UPC2	X1–12	–	–	CZ	1,5	126	UPC2	XA2–14	–	–	CZ	1,5
84							105							126						

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0032
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	CHESF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591005.1) SEI 00097.000116811/2020-71 pg. 183

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC

DESENHO CONSTRUTIVO

XPC	RÉGUA DE BORNES																					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
127	UPC2	XA2-15	–	–	CZ	1,5	148	–	–	–	–	–	–	169	XPC	166	XPC	172	CZ	1,5
127							148							169						
128	XPC	125	XPC	131	CZ	1,5	149	XPC	157	–	–	CZ	1,5	170	–	–	–	–	–	–
128							149							170						
129	UPC2	XA2-16	–	–	CZ	1,5	150	–	–	–	–	–	–	171	–	–	–	–	–	–
129							150							171						
130	UPC2	XA2-17	–	–	CZ	1,5	151	–	–	–	–	–	–	172	XPC	169	XPC	175	CZ	1,5
130							151							172						
131	XPC	128	XPC	135	CZ	1,5	152	–	–	–	–	–	–	173	–	–	–	–	–	–
131							152							173						
132	UPC2	X1-1	–	–	CZ	1,5	153	–	–	–	–	–	–	174	–	–	–	–	–	–
132							153							174						
133	UPC2	X1-3	–	–	CZ	1,5	154	–	–	–	–	–	–	175	XPC	172	XPC	178	CZ	1,5
133							154							175						
134	UPC2	X1-5	–	–	CZ	1,5	155	–	–	–	–	–	–	176	–	–	–	–	–	–
134							155							176						
135	XPC	131	XPC	136	CZ	1,5	156	–	–	–	–	–	–	177	–	–	–	–	–	–
135							156							177						
136	XPC	135	XPC	138	CZ	1,5	157	XPC	149	XPC	163	CZ	1,5	178	XPC	175	XPC	181	CZ	1,5
136							157							178						
137	UPC2	X1-19	–	–	CZ	1,5	158	–	–	–	–	–	–	179	–	–	–	–	–	–
137							158							179						
138	XPC	136	XPC	141	CZ	1,5	159	–	–	–	–	–	–	180	–	–	–	–	–	–
138							159							180						
139	UPC2	X1-21	–	–	CZ	1,5	160	–	–	–	–	–	–	181	XPC	178	XPC	185	CZ	1,5
139							160							181						
140	UPC2	X1-23	–	–	CZ	1,5	161	–	–	–	–	–	–	182	–	–	–	–	–	–
140							161							182						
141	XPC	138	XPC	144	CZ	1,5	162	–	–	–	–	–	–	183	–	–	–	–	–	–
141							162							183						
142	UPC2	X1-25	–	–	CZ	1,5	163	XPC	157	XPC	166	CZ	1,5	184	–	–	–	–	–	–
142							163							184						
143	UPC2	X1-27	–	–	CZ	1,5	164	–	–	–	–	–	–	185	XPC	181	XPC	186	CZ	1,5
143							164							185						
144	XPC	141	72.1/2	2	CZ	1,5	165	–	–	–	–	–	–	186	XPC	185	XPC	188	CZ	1,5
144							165							186						
145	UPC2	X1-29	–	–	CZ	1,5	166	XPC	163	XPC	169	CZ	1,5	187	–	–	–	–	–	–
145							166							187						
146	UPC2	X1-30	–	–	CZ	1,5	167	–	–	–	–	–	–	188	XPC	186	XPC	191	CZ	1,5
146							167							188						
147	UPC2	X1-31	–	–	CZ	1,5	168	–	–	–	–	–	–	189	–	–	–	–	–	–
147							168							189						

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DE-501-0	FL.: 0033
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591005) SEI 00097-00011681/2020-71 pg. 184

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC

DESENHO CONSTRUTIVO

XPC	RÉGUA DE BORNES																					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
190	–	–	–	–	–	–	211	–	–	–	–	–	–	232	–	–	–	–	–	–
190							211							232						
191	XPC	188	XPC	194	CZ	1,5	212	–	–	–	–	–	–	233	–	–	–	–	–	–
191							212							233						
192	–	–	–	–	–	–	213	XPC	207	XPC	216	CZ	1,5	234	–	–	–	–	–	–
192							213							234						
193	–	–	–	–	–	–	214	–	–	–	–	–	–	235	XPC	231	XPC	236	CZ	1,5
193							214							235						
194	XPC	191	–	–	CZ	1,5	215	–	–	–	–	–	–	236	XPC	235	XPC	238	CZ	1,5
194							215							236						
195	–	–	–	–	–	–	216	XPC	213	XPC	219	CZ	1,5	237	–	–	–	–	–	–
195							216							237						
196	–	–	–	–	–	–	217	–	–	–	–	–	–	238	XPC	236	XPC	241	CZ	1,5
196							217							238						
197	–	–	–	–	–	–	218	–	–	–	–	–	–	239	–	–	–	–	–	–
197							218							239						
198	–	–	–	–	–	–	219	XPC	216	XPC	222	CZ	1,5	240	–	–	–	–	–	–
198							219							240						
199	XPC	207	–	–	CZ	1,5	220	–	–	–	–	–	–	241	XPC	238	XPC	244	CZ	1,5
199							220							241						
200	–	–	–	–	–	–	221	–	–	–	–	–	–	242	–	–	–	–	–	–
200							221							242						
201	–	–	–	–	–	–	222	XPC	219	XPC	225	CZ	1,5	243	–	–	–	–	–	–
201							222							243						
202	–	–	–	–	–	–	223	–	–	–	–	–	–	244	XPC	241	–	–	CZ	1,5
202							223							244						
203	–	–	–	–	–	–	224	–	–	–	–	–	–	245	–	–	–	–	–	–
203							224							245						
204	–	–	–	–	–	–	225	XPC	222	XPC	228	CZ	1,5	246	–	–	–	–	–	–
204							225							246						
205	–	–	–	–	–	–	226	–	–	–	–	–	–	247	–	–	–	–	–	–
205							226							247						
206	–	–	–	–	–	–	227	–	–	–	–	–	–	248	–	–	–	–	–	–
206							227							248						
207	XPC	199	XPC	213	CZ	1,5	228	XPC	225	XPC	231	CZ	1,5	249	XPC	257	–	–	CZ	1,5
207							228							249						
208	–	–	–	–	–	–	229	–	–	–	–	–	–	250	–	–	–	–	–	–
208							229							250						
209	–	–	–	–	–	–	230	–	–	–	–	–	–	251	–	–	–	–	–	–
209							230							251						
210	–	–	–	–	–	–	231	XPC	228	XPC	235	CZ	1,5	252	–	–	–	–	–	–
210							231							252						

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0034
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

METRÔ DF

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (5591005) SEI 00097-00011681/2020-71 pg. 185

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC

DESENHO CONSTRUTIVO

XPC	RÉGUA DE BORNES																					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
253	–	–	–	–	–	–	274	–	–	–	–	–	–	295	–	–	–	–	–	–
253							274							295						
254	–	–	–	–	–	–	275	XPC	272	XPC	278	CZ	1,5	296	–	–	–	–	–	–
254							275							296						
255	–	–	–	–	–	–	276	–	–	–	–	–	–	297	–	–	–	–	–	–
255							276							297						
256	–	–	–	–	–	–	277	–	–	–	–	–	–	298	–	–	–	–	–	–
256							277							298						
257	XPC	249	XPC	263	CZ	1,5	278	XPC	275	XPC	281	CZ	1,5	299	–	–	–	–	–	–
257							278							299						
258	–	–	–	–	–	–	279	–	–	–	–	–	–	300	XPC	94	XPC	303	CZ	1,5
258							279							300						
259	–	–	–	–	–	–	280	–	–	–	–	–	–	301	UPC1	XA1–10	–	–	CZ	1,5
259							280							301						
260	–	–	–	–	–	–	281	XPC	278	XPC	285	CZ	1,5	302	UPC1	XA1–15	–	–	CZ	1,5
260							281							302						
261	–	–	–	–	–	–	282	–	–	–	–	–	–	303	XPC	300	XPC	307	CZ	1,5
261							282							303						
262	–	–	–	–	–	–	283	–	–	–	–	–	–	304	UPC1	XA1–17	–	–	CZ	1,5
262							283							304						
263	XPC	257	XPC	266	CZ	1,5	284	–	–	–	–	–	–	305	–	–	–	–	–	–
263							284							305						
264	–	–	–	–	–	–	285	XPC	281	XPC	286	CZ	1,5	306	–	–	–	–	–	–
264							285							306						
265	–	–	–	–	–	–	286	XPC	285	XPC	288	CZ	1,5	307	XPC	303	72.1/1	2	CZ	1,5
265							286							307						
266	XPC	263	XPC	269	CZ	1,5	287	–	–	–	–	–	–	308	UPC1	XA1–11	–	–	CZ	1,5
266							287							308						
267	–	–	–	–	–	–	288	XPC	286	XPC	291	CZ	1,5	309	UPC1	XA1–12	–	–	CZ	1,5
267							288							309						
268	–	–	–	–	–	–	289	–	–	–	–	–	–	310	–	–	–	–	–	–
268							289							310						
269	XPC	266	XPC	272	CZ	1,5	290	–	–	–	–	–	–	311	–	–	–	–	–	–
269							290							311						
270	–	–	–	–	–	–	291	XPC	288	XPC	294	CZ	1,5	312	–	–	–	–	–	–
270							291							312						
271	–	–	–	–	–	–	292	–	–	–	–	–	–	313	–	–	–	–	–	–
271							292							313						
272	XPC	269	XPC	275	CZ	1,5	293	–	–	–	–	–	–	314	–	–	–	–	–	–
272							293							314						
273	–	–	–	–	–	–	294	XPC	291	–	–	CZ	1,5	315	–	–	–	–	–	–
273							294							315						

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	ANNETRO DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0035
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 04/12/14			CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (559100851) SEI 00097.000116811/2020-71 pg. 186

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA DE FIAÇÃO – RÉGUA XPC

DESENHO CONSTRUTIVO

XPC	RÉGUA DE BORNES																					
TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²	TERMINAL	DESTINO 1		DESTINO 2		COR	SEÇÃO mm²
	EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.				EQUIP.	TERM.	EQUIP.	TERM.		
316	–	–	–	–	–	–	337	UPC2	X2–24	–	–	CZ	1,5	358	–	–	–	–	–	–
316							337							358						
317	–	–	–	–	–	–	338	–	–	–	–	–	–	359	–	–	–	–	–	–
317							338							359						
318	72.1/3	95	–	–	CZ	1,5	339	–	–	–	–	–	–	360	–	–	–	–	–	–
318							339							360						
319	72.1/3	96	–	–	CZ	1,5	340	–	–	–	–	–	–	361	–	–	–	–	–	–
319							340							361						
320	UPC1	XB2–12	–	–	CZ	1,5	341	–	–	–	–	–	–	362	–	–	–	–	–	–
320							341							362						
321	UPC1	XB2–13	–	–	CZ	1,5	342	–	–	–	–	–	–	363	–	–	–	–	–	–
321							342							363						
322	UPC1	XB2–16	–	–	CZ	1,5	343	–	–	–	–	–	–	364	–	–	–	–	–	–
322							343							364						
323	UPC1	XB2–17	–	–	CZ	1,5	344	–	–	–	–	–	–	365	50BF/94UPC1	12	–	–	CZ	1,5
323							344							365						
324	UPC1	X2–18	–	–	CZ	1,5	345	–	–	–	–	–	–	366	50BF/94UPC1	11	–	–	CZ	1,5
324							345							366						
325	UPC1	X2–19	–	–	CZ	1,5	346	–	–	–	–	–	–	367	50BF/94UPC2	12	–	–	CZ	1,5
325							346							367						
326	UPC1	X2–26	–	–	CZ	1,5	347	–	–	–	–	–	–	368	50BF/94UPC2	11	–	–	CZ	1,5
326							347							368						
327	UPC1	X2–25	–	–	CZ	1,5	348	–	–	–	–	–	–	369	–	–	–	–	–	–
327							348							369						
328	UPC1	X2–24	–	–	CZ	1,5	349	–	–	–	–	–	–	370	–	–	–	–	–	–
328							349							370						
329	UPC2	XB2–12	–	–	CZ	1,5	350	–	–	–	–	–	–	371	–	–	–	–	–	–
329							350							371						
330	UPC2	XB2–13	–	–	CZ	1,5	351	–	–	–	–	–	–	372	–	–	–	–	–	–
330							351							372						
331	UPC2	XB2–16	–	–	CZ	1,5	352	–	–	–	–	–	–	373	–	–	–	–	–	–
331							352							373						
332	UPC2	XB2–17	–	–	CZ	1,5	353	–	–	–	–	–	–	374	–	–	–	–	–	–
332							353							374						
333	UPC2	X2–18	–	–	CZ	1,5	354	–	–	–	–	–	–	375	–	–	–	–	–	–
333							354							375						
334	UPC2	X2–19	–	–	CZ	1,5	355	–	–	–	–	–	–	376	–	–	–	–	–	–
334							355							376						
335	UPC2	X2–26	–	–	CZ	1,5	356	–	–	–	–	–	–	377	–	–	–	–	–	–
335							356							377						
336	UPC2	X2–25	–	–	CZ	1,5	357	–	–	–	–	–	–	378	–	–	–	–	–	–
336							357							378						

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DE–501–0	FL.: 0036
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DE.4/EX.99/00.501	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DE.4/EX.99/00.501) (559100851) SEI 00097.000116811/2020-71 pg. 187

NNETRO DF	METRÔ-DF	ENGEVIX

N° ENGEVIX

P00160/01-5C-DU-507-0

SETOR	SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

PROPRIETÁRIO

IDYLIO THOMAZINI FILHO — Nº CREA 5060007017- SP

NOTA: DESENHOS DE REFERÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO. IDENTIFICAÇÕES ESPECÍFICAS DE IEDs, BORNES TERMINAIS, GRANDEZAS ELÉTRICAS, ETC, INDICADAS NESTE DOCUMENTO, SÃO ORIENTATIVAS. OS PROJETOS EXECUTIVO DE FABRICAÇÃO DEVEM ASSUMIR SUAS IDENTIFICAÇÕES CONFORME OS PADRÕES JÁ ADOTADOS PELO MDF.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
		CONTRATADA				METRO-DF	
1	APROVADO CONFORME PARECER N° 0537/14-TPSF	15/12/14	ITF	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 103/14-TDME ENERGIA DE 20/06/14	20/06/14	WLJ	ECoA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 030/14-TDME ENERGIA DE 20/03/14	22/05/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	06/01/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP

R E V I S Õ E S

METRO-DF

VISTO ELJ/RJF	DATA 04/10/13
APROV. RMP	DATA 15/12/14
ESCALA S/ESCALA	ETAPA DE PROJ. BÁSICO
Nº MÍDIA	FOLHA 1

SISTEMA
ENERGIA

SUB-SISTEMA
SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

LOCAL
GERAL

COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO
METRÔ - DF - PADRÃO DE ENGENHARIA
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX - LT.1
DIAGRAMAS TRIFILARES E FUNCIONAIS

CODIFICAÇÃO	REVISÃO
DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5501750) SEI 00097.00011681/2020-71 / pg. 188

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

REVISÕES

FOLHA	REV.	DESCRIÇÃO
TODAS	0	EMISSÃO INICIAL
TODAS	0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 030/14–TDME ENERGIA DE 20/03/14
TODAS	0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 103/14–TDME ENERGIA DE 20/06/14
TODAS	1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0537/14–TPSF

DESENHO	ESCALA			Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	P00160/01–5C–DU–507–0	0010
ETAPA DO PROJETO	DATA			CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14			DG.4/EX.99/00.507	1

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

ÍNDICE

FOLHA	TÍTULO
0001	CAPA
0005	ÍNDICE
0010	REVISÕES
0020	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA, LEGENDAS E NOTAS
0030	DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
0031	DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
0032	DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
0035	IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS PAINÉIS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO – NÍVEL 1
0040	DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO
0045	DIAGRAMAS TRIFILARES DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO – TCAX
0046	DIAGRAMAS TRIFILARES DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO – TPAX
0047	DIAGRAMAS TRIFILARES DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO – TPB
0051	DIAGRAMAS TRIFILARES – UPC1
0080	DISTRIBUIÇÃO DE POLARIDADES – PAINEL QPC–4AX/DY BATERIA 1
0120	CIRCUITO DE FECHAMENTO DO DISJUNTOR 52LT1
0130	CIRCUITO DE DESLIGAMENTO BOBINA 1 DO DISJUNTOR 52LT1
0140	CIRCUITO DE DESLIGAMENTO BOBINA 2 DO DISJUNTOR 52LT1
0150	CIRCUITO DOS RELÉS AUXILIARES DE FALHA DO DISJUNTOR 52LT1
0161	BLOQUEIO DE FECHAMENTO DO DISJUNTOR POR FALHA DE DISJUNTOR ADJACENTE
0400	ENTRADAS DIGITAIS – UPC1
0404	ENTRADAS DIGITAIS – UPC1
0405	ENTRADAS DIGITAIS – UPC1
0406	ENTRADAS DIGITAIS – UPC1
0407	ENTRADAS DIGITAIS – UPC1
0550	ALIMENTAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE INTERFACE DE REDE
0700	ALIMENTAÇÃO PARA ILUMINAÇÃO, TOMADAS E AQUECIMENTO DOS PAINÉIS
0701	ALIMENTAÇÃO PARA ILUMINAÇÃO, TOMADAS E AQUECIMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PÁTIO
0702	ALIMENTAÇÃO PARA MOTORES DOS EQUIPAMENTOS DE PÁTIO
0751	DISJUNTOR TRANSFERÊNCIA 52LT1 – TRANSFERÊNCIA DE PROTEÇÃO
0780	CONTATOS RESERVAS LEVADOS A BORNES
0810	BLOCOS DE TESTE
0820	UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – ALIMENT. E COMUNIC. – UPC1
0821	UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – ENTRADAS ANALÓGICAS – UPC1
0822	UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – ENTRADAS DIGITAIS – UPC1
0823	UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – SAÍDAS DIGITAIS – UPC1
0890	SWITCHS
0900	QPC–4AX/DY – ILUMINAÇÃO E AQUECIMENTO
0910	PLACA DO 4TCAX
0920	PLACA DO 4TPAX
0930	DISJUNTOR 52LT1 – CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE
0931	DISJUNTOR 52LT1 – CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE
0932	DISJUNTOR 52LT1 – CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0005
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	ANETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591107759) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 190

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA, LEGENDAS E NOTAS

1 – EQUIPAMENTOS E DOCUMENTOS – REFERÊNCIA DO FABRICANTE

ITEM	TIPO DO EQUIPAMENTO	FABRICANTE	IDENTIFICAÇÃO NO PROJETO	DOCUMENTO DO FABRICANTE
01	DISJUNTOR		52LT1	
02	TRANSFORMADOR DE CORRENTE		TCAX	
03	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIAL		TPAX	
04	QUADRO DE PROTEÇÃO E CONTROLE LT.1		QPC1	

2 – REFERÊNCIA – DOCUMENTOS DE PROJETO

1 – DIAGRAMA LÓGICO DA LT.1	Nº (DG.4/EX.99/00.506)
2 – DIAGRAMA UNIFILAR	Nº (X/XX.XX/XX.XXX)

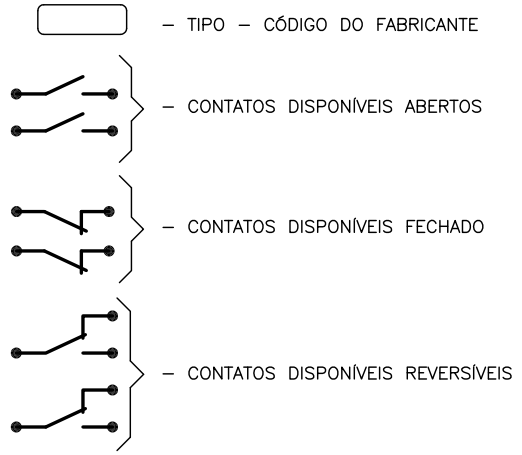
3 – LEGENDAS

3.1 – IDENTIFICAÇÃO/CODIFICAÇÃO DE BORNES

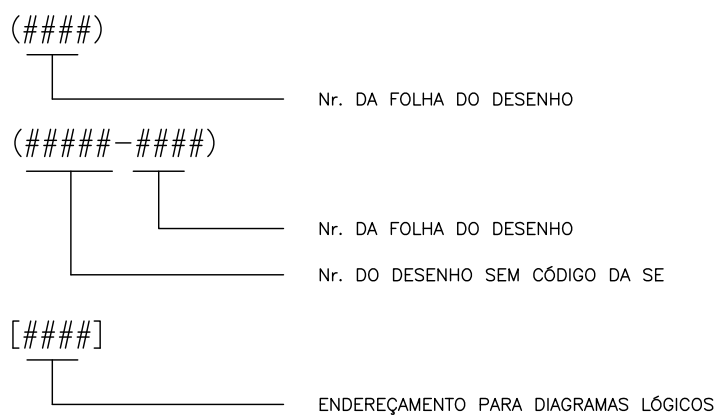
- □ – BORNES DOS CUBÍCULOS
- ○ – BORNES DE EQUIPAMENTO LOCALIZADO NO CUBÍCULO
- ◕ – BORNES DE PAINÉIS DO SPCS (QPC)
- • – TERMINAIS DE RELÉS, MEDIDORES, TRANSDUTORES, ETC.

XPI – BORNE PARA CIRCUITO DE CORRENTE (SECUNDÁRIO DE TC'S) NO QPC
XPU – BORNE PARA CIRCUITO DE POTENCIAL (SECUNDÁRIO DE TP'S) NO QPC
XPP – BORNE PARA DISTRIBUIÇÃO DE POLARIDADE C.C. NO QPC
XPA – BORNE PARA CIRCUITOS C.A. (ILUMINAÇÃO, AQUECIMENTO, MOTORES, ETC) NO QPC
XPC – BORNE PARA CIRCUITOS DE CONTROLE, SUPERVISÃO E PROTEÇÃO NO QPC
XC – COMANDO
XD – CUBÍCULO DE 1kVcc
XB – PNCA/CC
XM – PAINEL DE 15kV
QPC – PAINÉIS DE PROTEÇÃO E CONTROLE DO SPCS
DJIS – DISJUNTOR INSERIDO: PLUGS DE FORÇA E CONTROLE CONECTADOS
DJET – DISJUNTOR EM TESTE: PLUGS DE FORÇA DESCONECTADOS E PLUGS DE TESTE CONECTADOS
DJEX – DISJUNTOR EXTRAÍDO: PLUGS DE FORÇA E CONTROLE DESCONECTADOS DISJUNTOR EXTRAÍDO DO CUBÍCULO

3.2 – IDENTIFICAÇÃO DE RELÉS AUXILIARES



3.3 – IDENTIFICAÇÃO DE ENDEREÇAMENTO



4 – NOTAS

5 – CONFIGURAÇÃO DE PENAS PARA PLOTER.

CONFIGURAÇÃO DAS PENAS PARA PLOTER

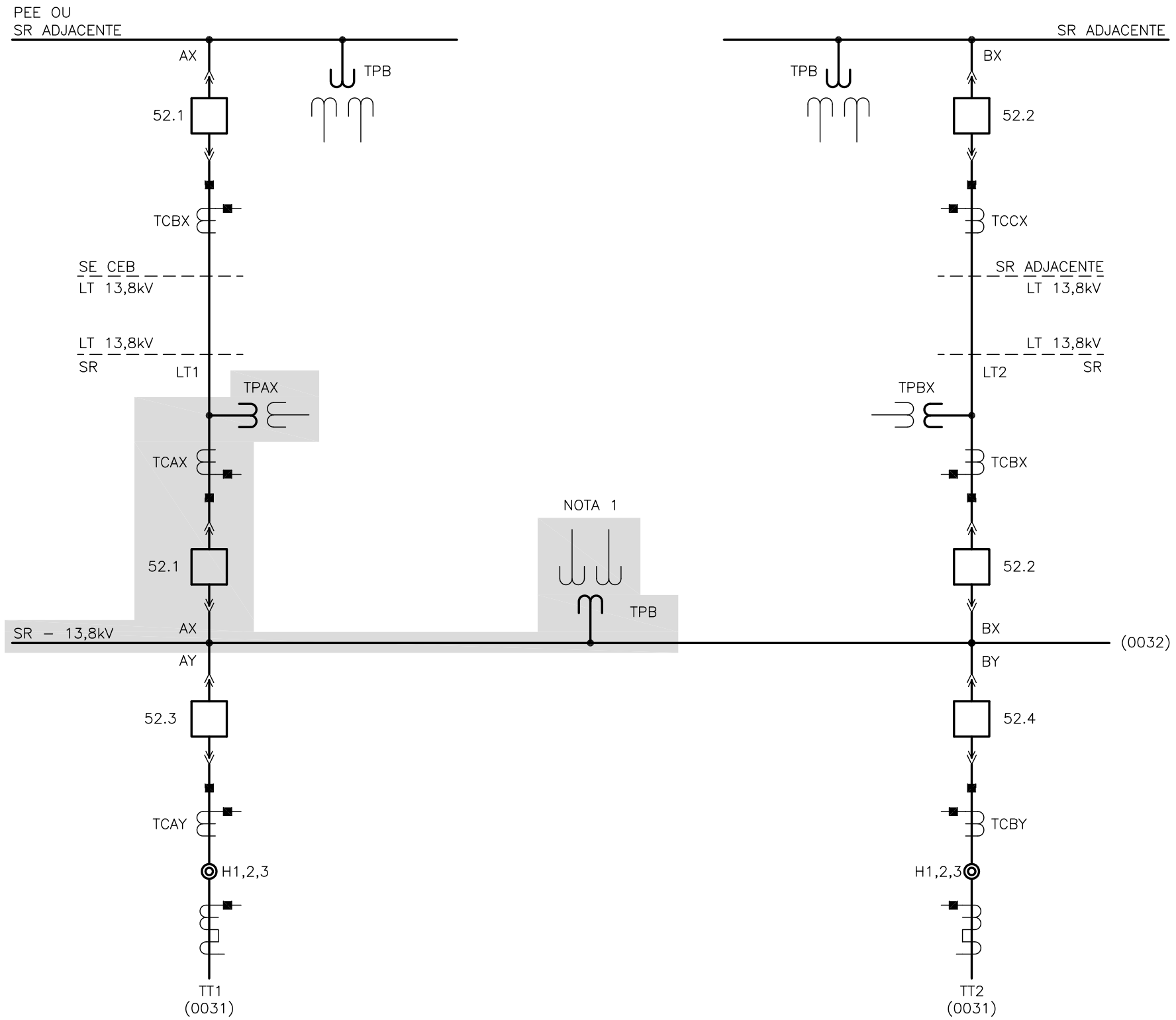
PENA	COR	ESPESSURA
1	RED (Vermelho)	0,18
2	COLOR 40 (Laranja)	0,30
3	GREEN (Verde)	0,50
4	CYAN (Azul Claro)	0,20
5	BLUE (Azul)	0,40
6	MAGENTA (Rosa)	0,70
7	WHITE (Branco)	0,08

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0020
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

ANNETRO DF

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107/99) SEI 00097.000116811/2020-71 / pg. 191

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO



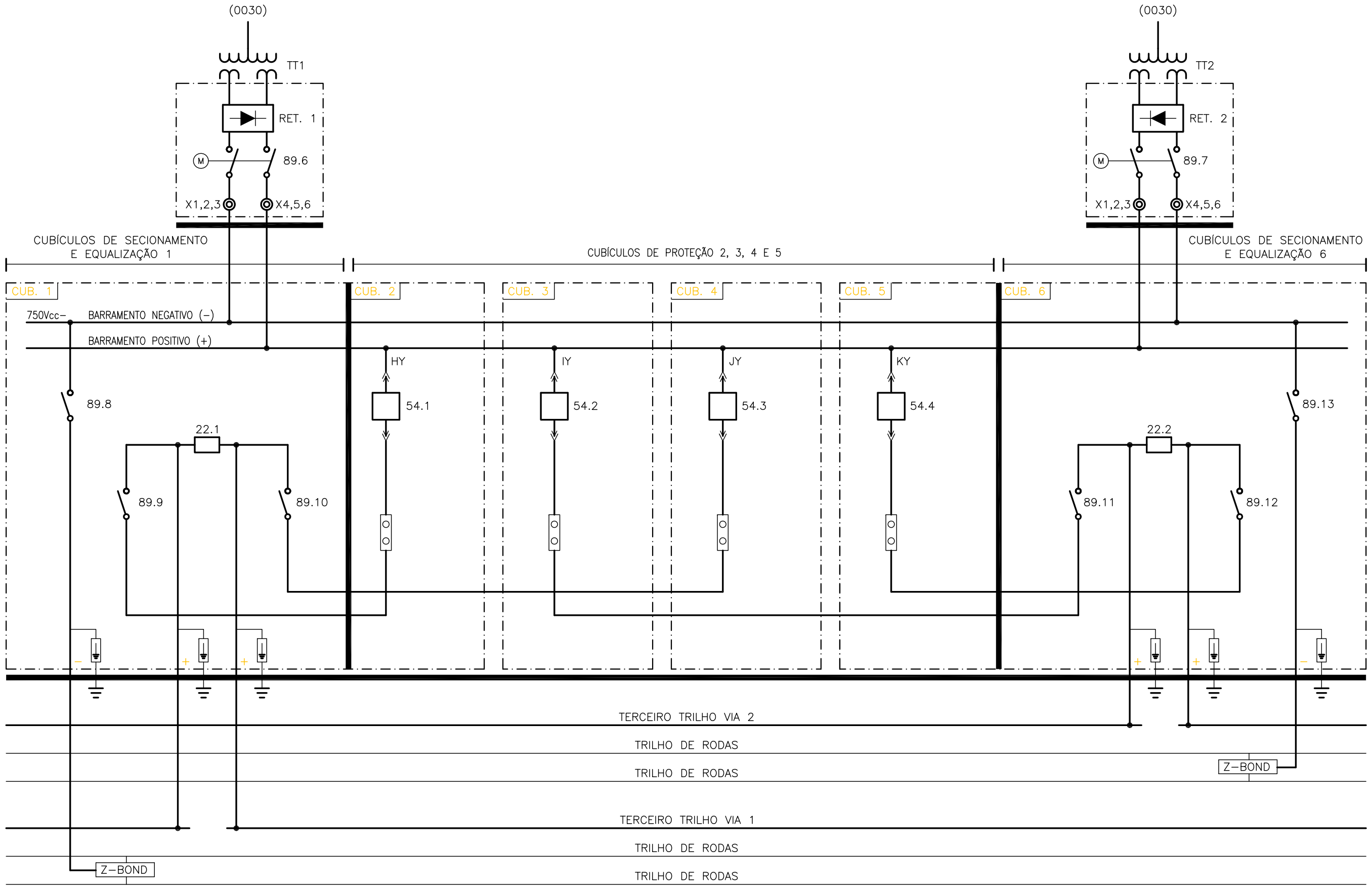
NOTA:
1 – O SOMBREAMENTO MOSTRA A ABRANGÊNCIA DESTE DOCUMENTO.

DESENHO	ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA		P00160/01–5C–DU–507–0	0030
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5551075 9) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 192

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

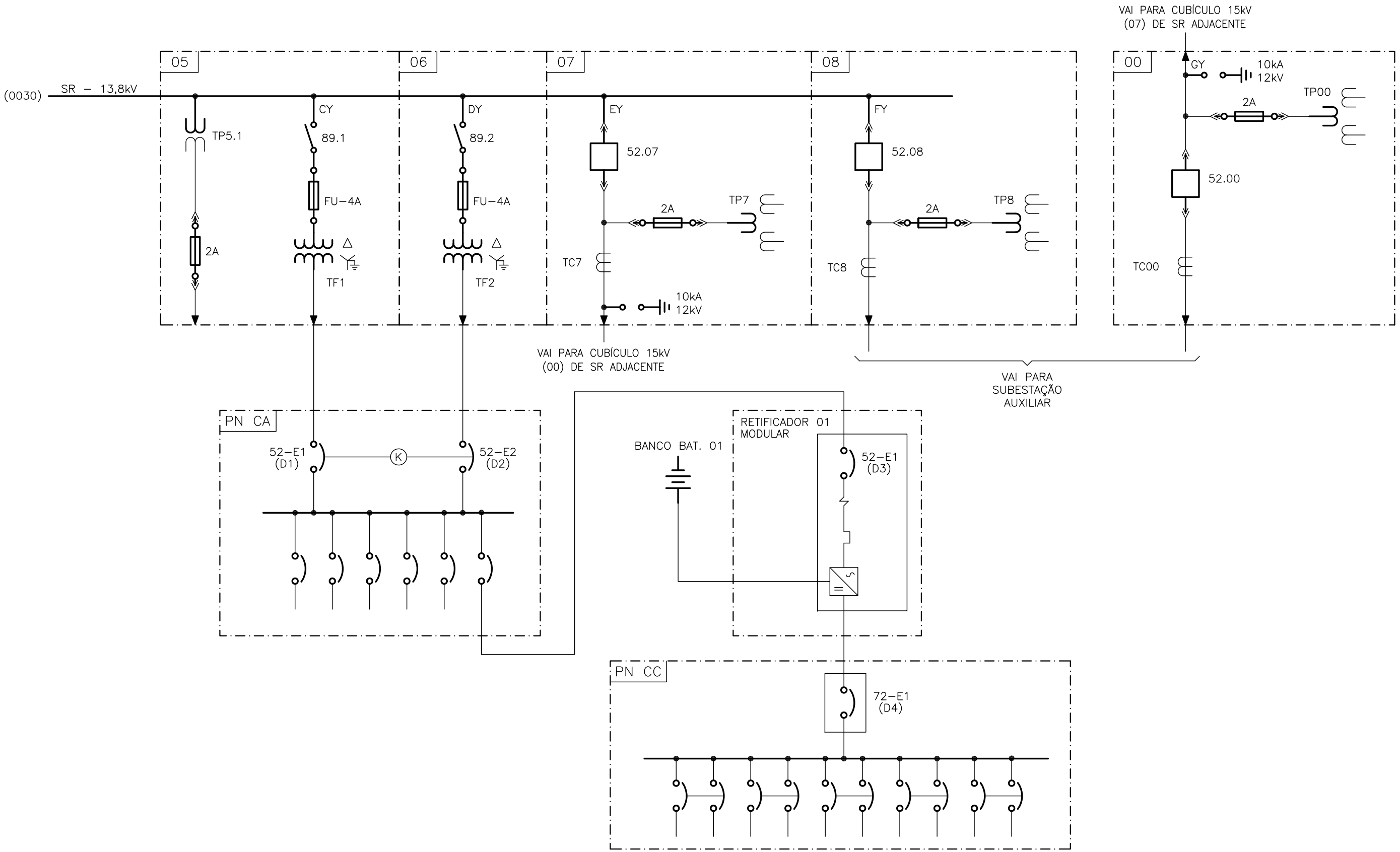


DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0031
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI 00097.000116811/2020-71 / pg. 193

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

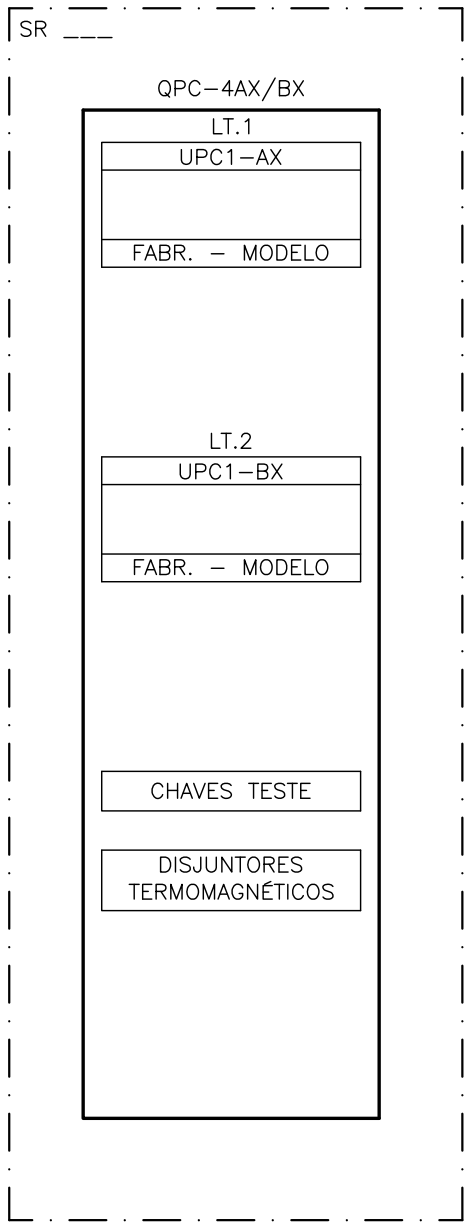
DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO



DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0032
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107759) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 194

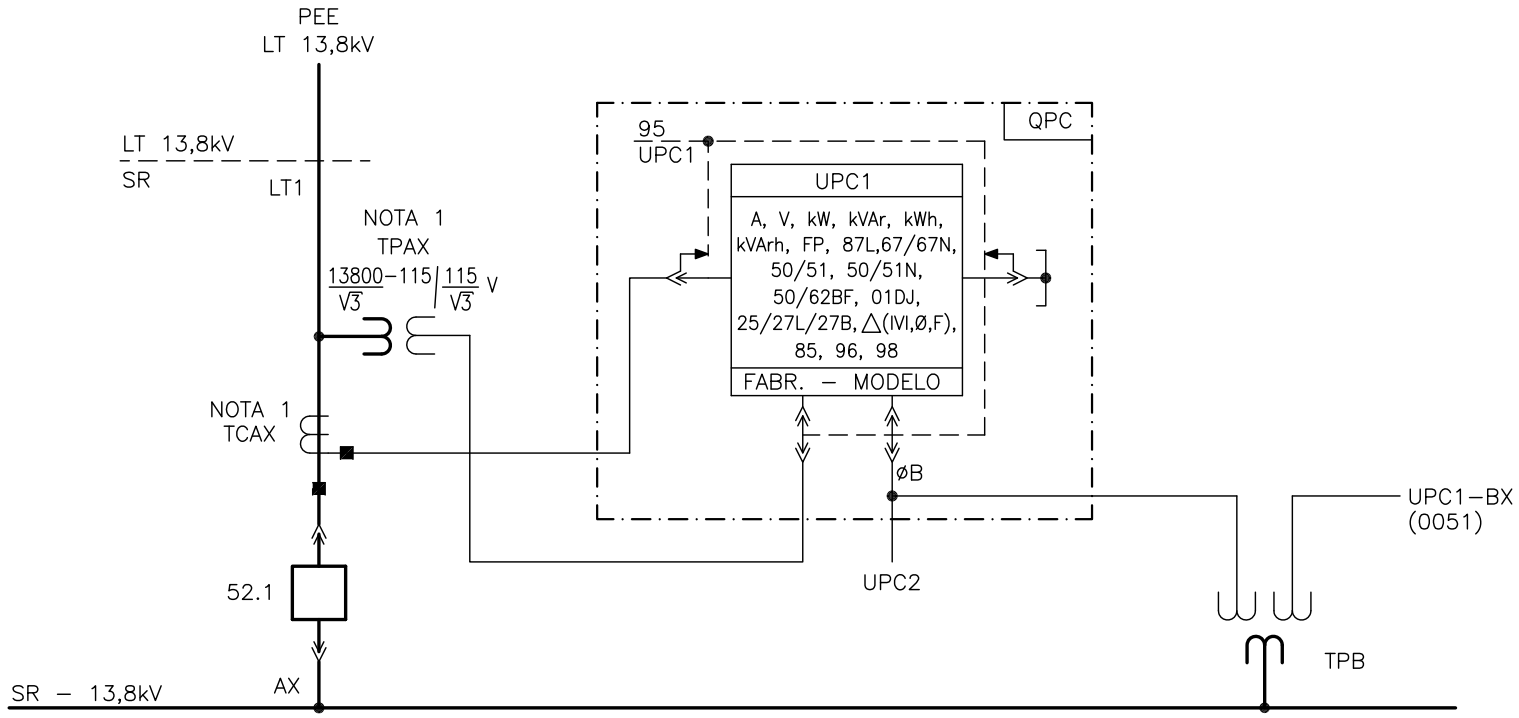
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS PAINÉIS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO – NÍVEL 1



DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0035
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107759) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 195

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO



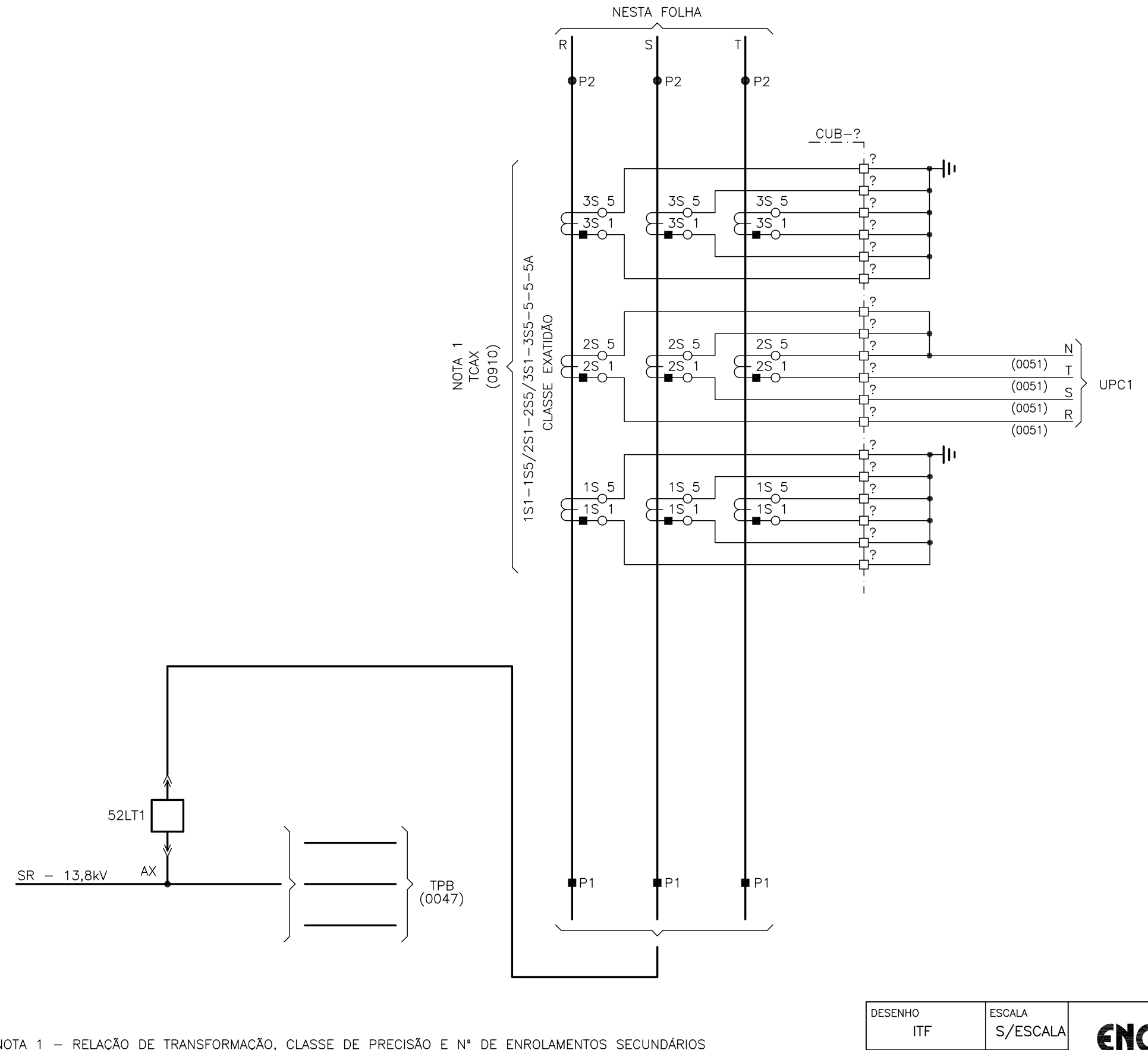
NOTA 1 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, CLASSE DE PRECISÃO E Nº DE ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS VER ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CORRESPONDENTE.

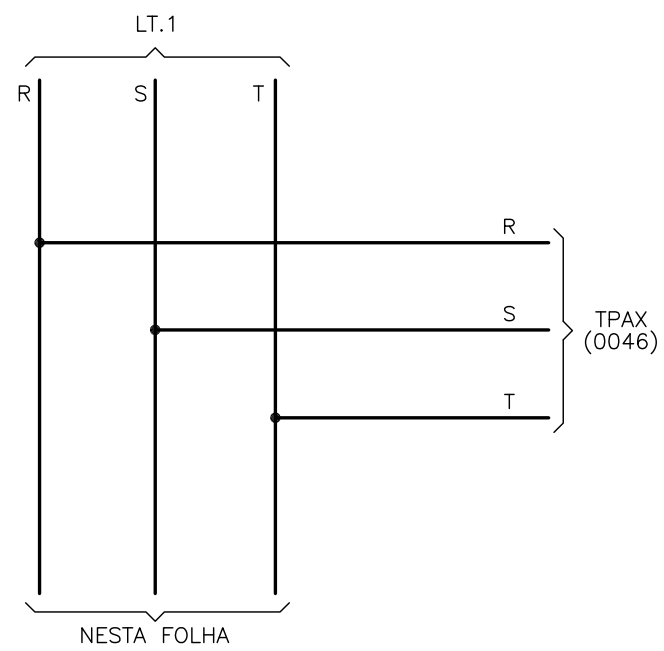
DESENHO	ESCALA		N° ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0040
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	METRÔ DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 198

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMAS TRIFILARES DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO – 4TCAX





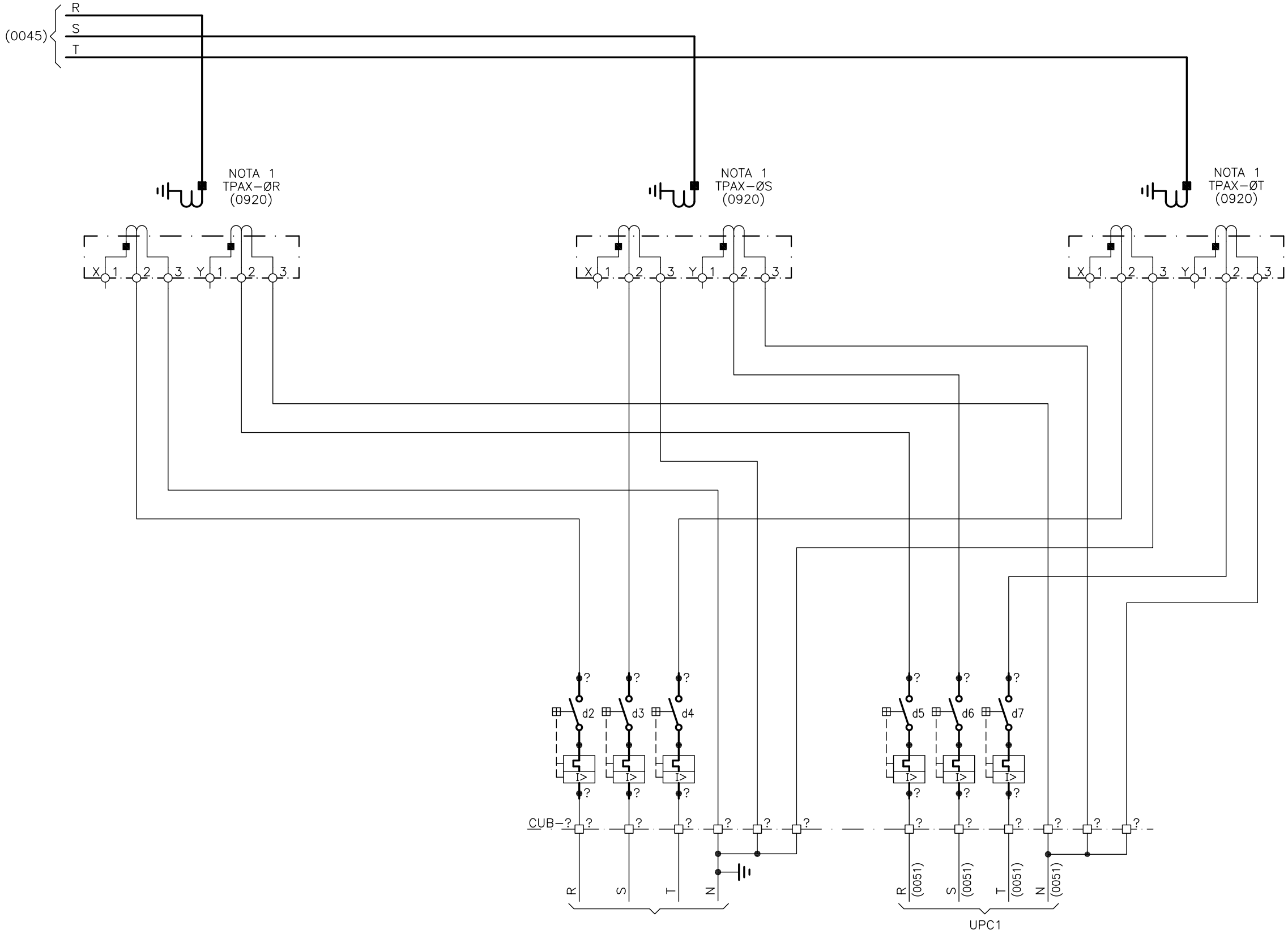
NOTA 1 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, CLASSE DE PRECISÃO E Nº DE ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS VER ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CORRESPONDENTE.

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0045
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		INNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (553107759) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 197

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMAS TRIFILARES DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO – TPAX



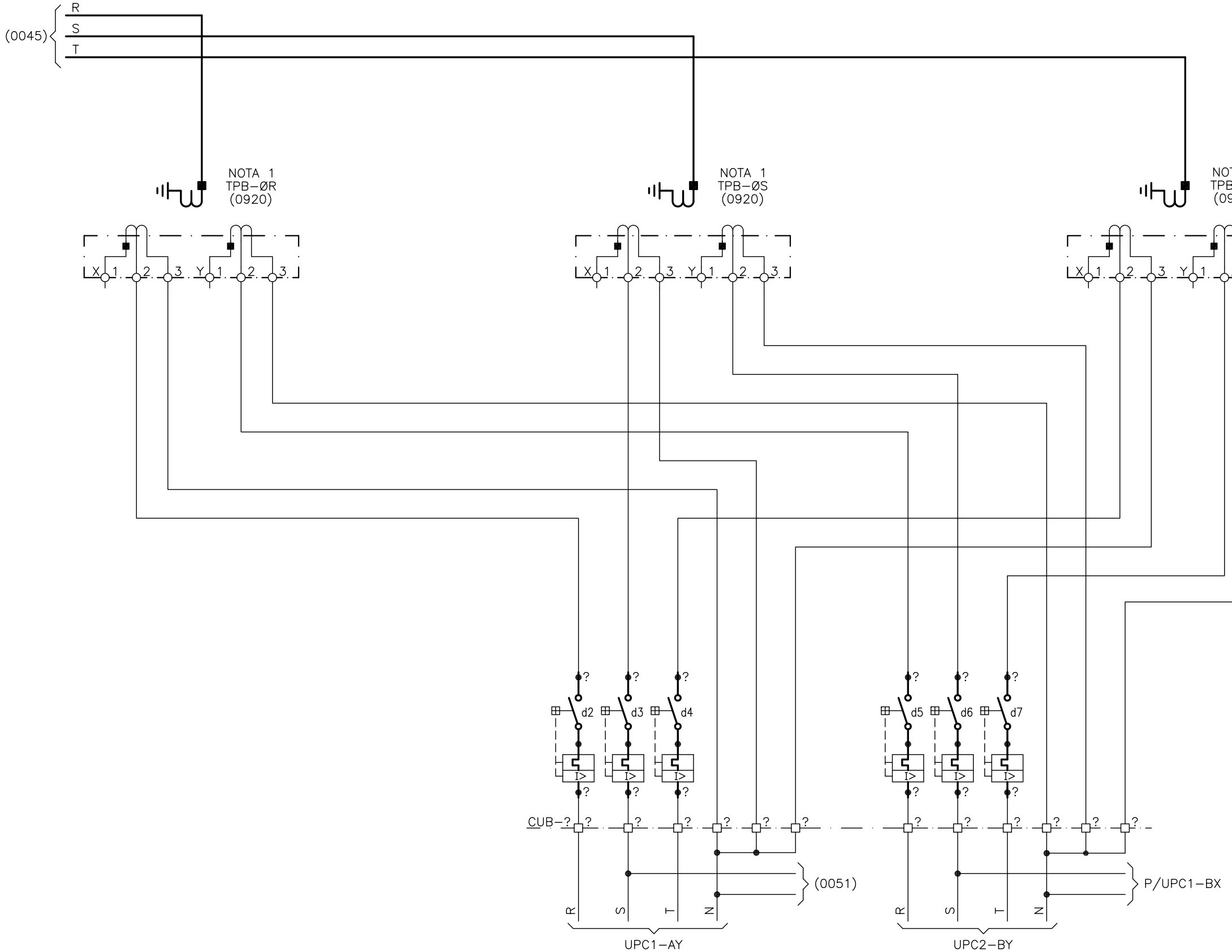
NOTA 1 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, CLASSE DE PRECISÃO E Nº DE ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS VER ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CORRESPONDENTE.

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0046
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		INNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI! 00097-00011881/2020-71 / pg. 198

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMAS TRIFILARES DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO – TPB



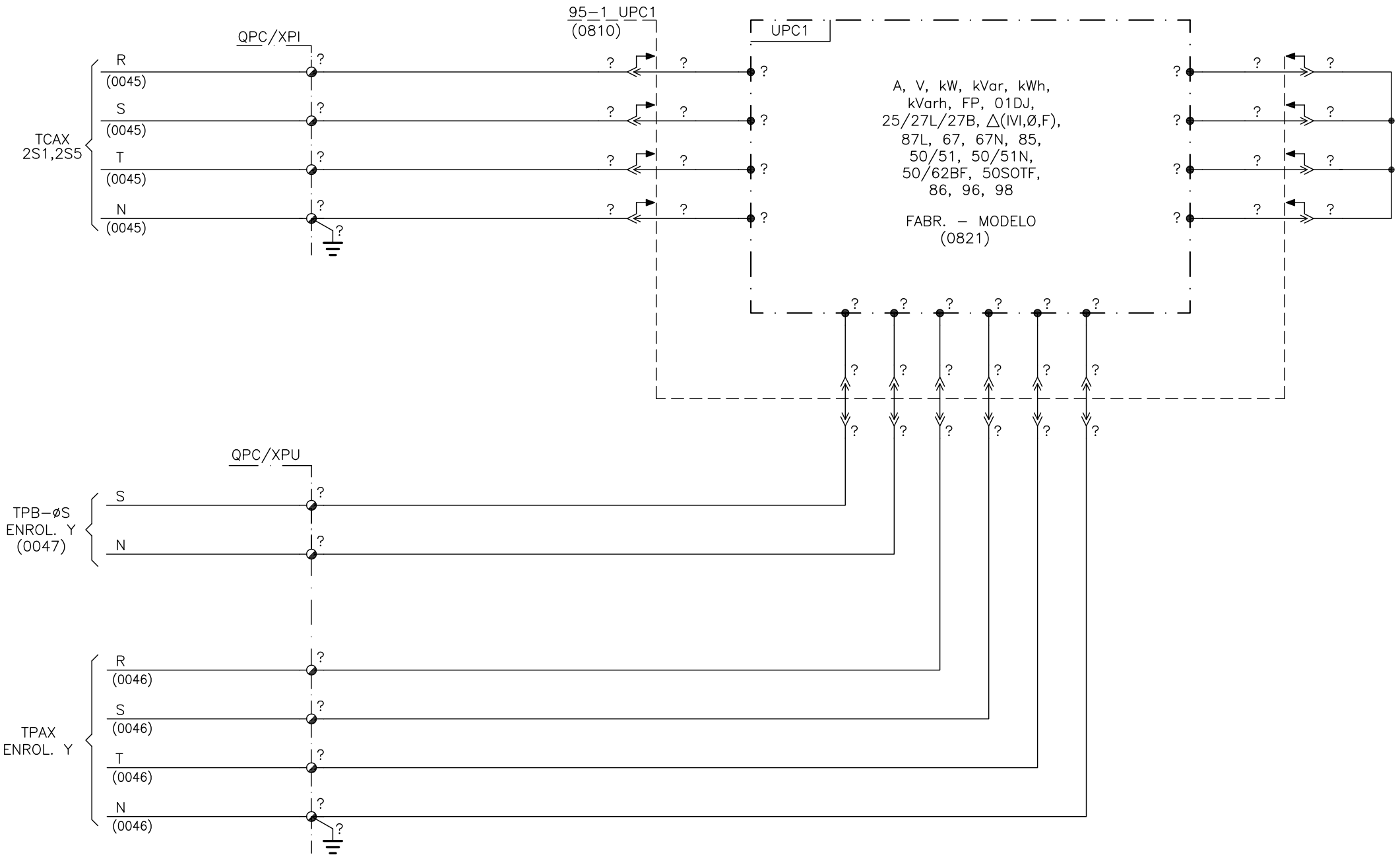
NOTA 1 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, CLASSE DE PRECISÃO E Nº DE ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS VER ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CORRESPONDENTE.

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0047
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		INNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI 0009700011881/2020-71 / pg. 199

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMAS TRIFILARES – UPC1

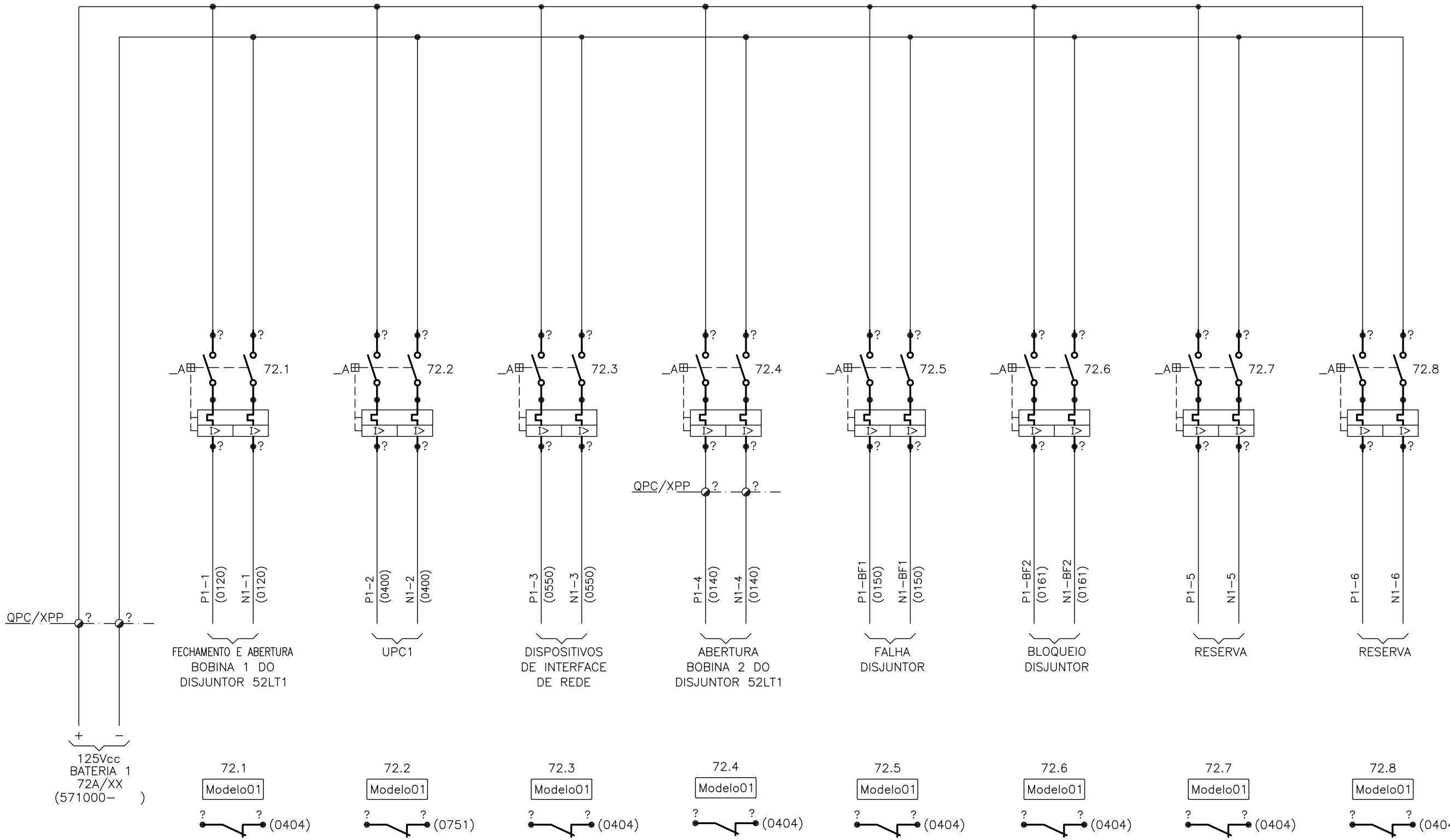


DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0051
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107/59) SEI 00097.000116811/2020-71 / pg. 200

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DISTRIBUIÇÃO DE POLARIDADES – PAINEL QPC–4AX/DY BATERIA 1

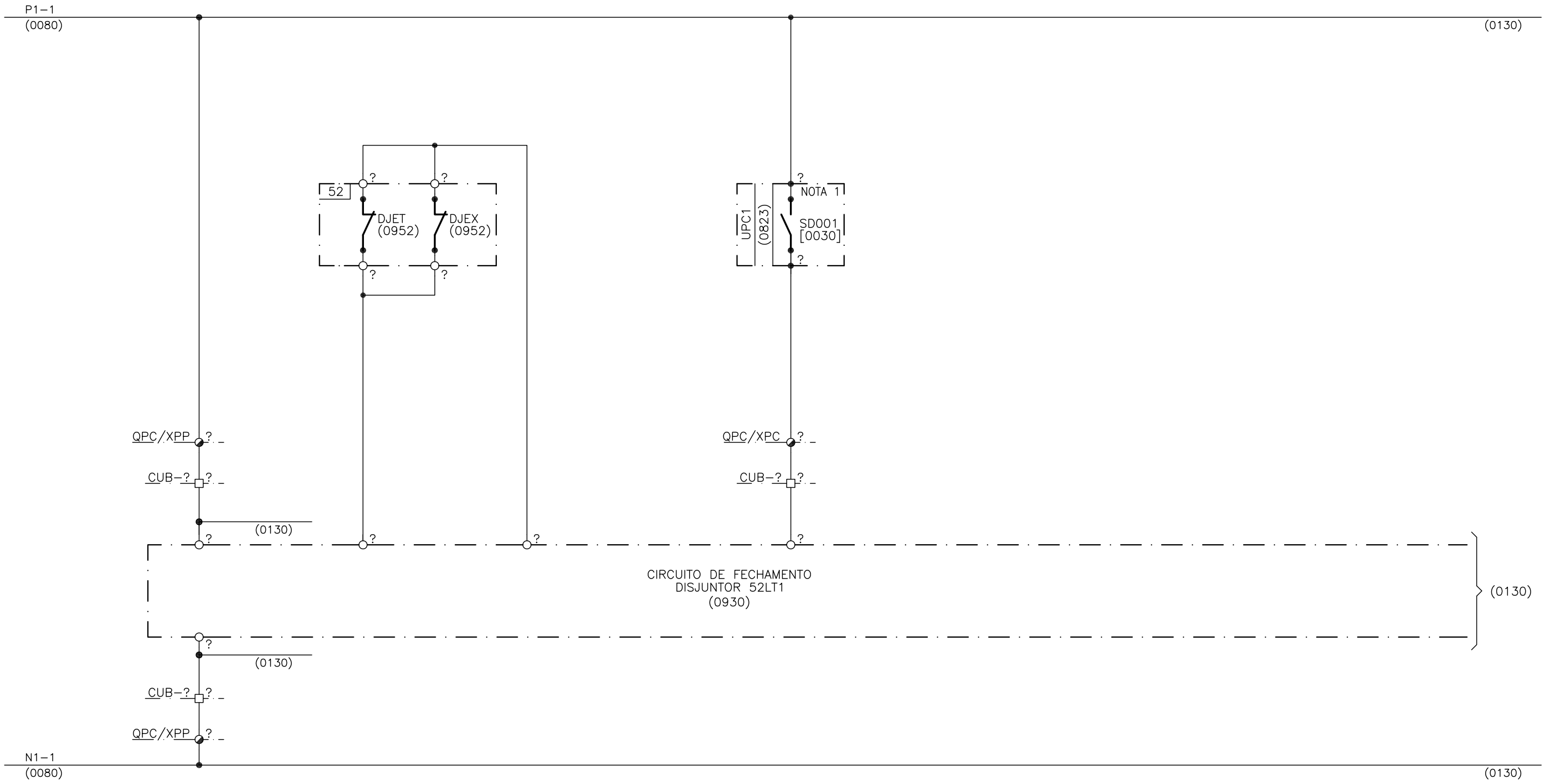


NOTA 1 – OS CONTATOS AUXILIARES DEVEM FECHAR SEMPRE QUE O DISJUNTOR ESTIVER ABERTO (ABERTURA MANUAL OU POR PROTEÇÃO).

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0080
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI 00097-00001681/2020-71 / pg. 201

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1			
CIRCUITO DE FECHAMENTO DO DISJUNTOR 52LT1			
ALIMENTAÇÃO	COMANDO DO DISJUNTOR		
	PERMISSÃO COMANDO LOCAL	FECHAMENTO REMOTO	

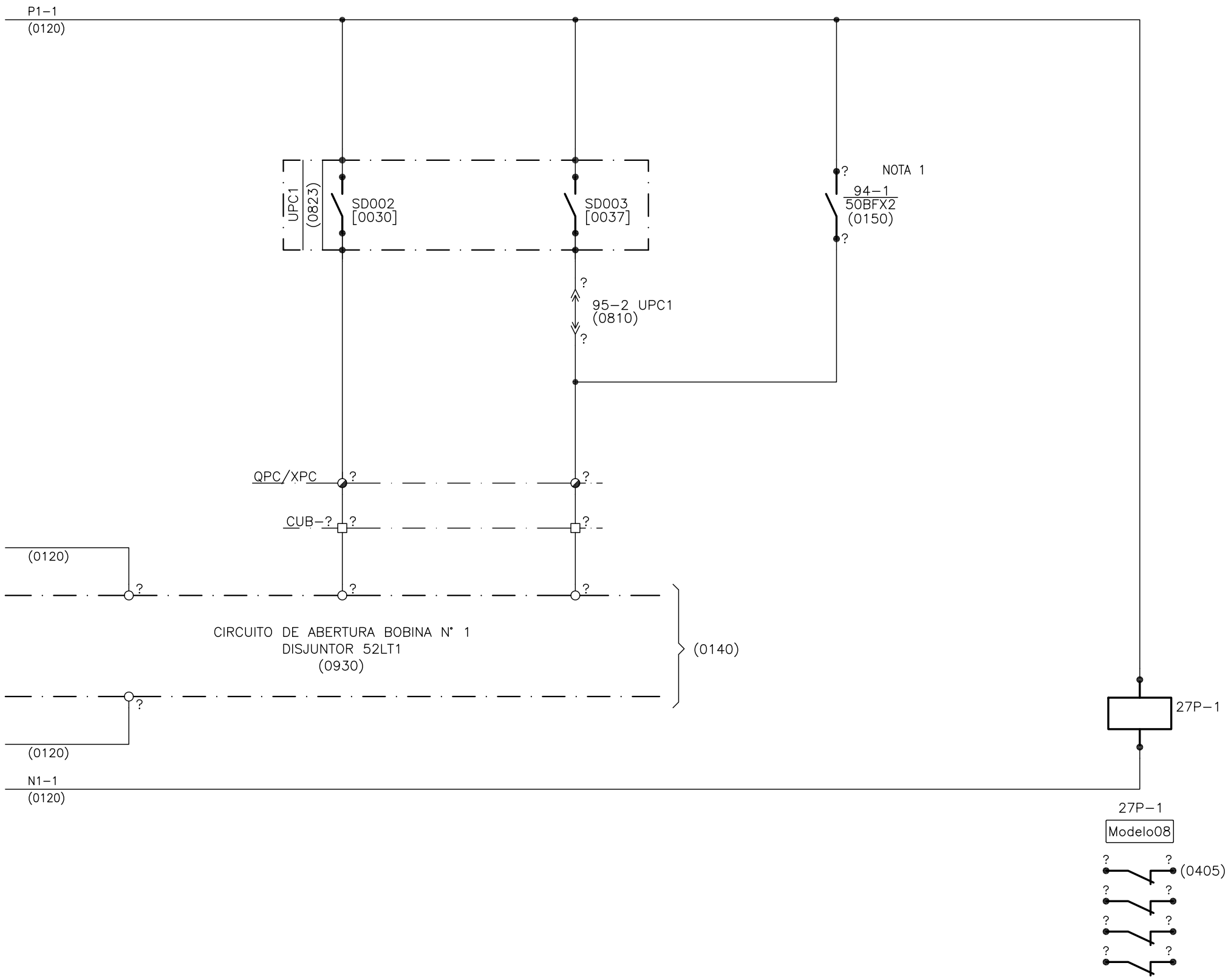


NOTA 1 – COMANDO FECHAMENTO REMOTO DO DISJUNTOR ATRAVÉS DA UPC1 OU CCO, VERIFICANDO 25/27L/27B E 86.

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0120
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	ANNETRO DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5551075) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 202

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1					
CIRCUITO DE DESLIGAMENTO BOBINA 1 DO DISJUNTOR 52LT1					
	COMANDO DE ABERTURA	PROTEÇÃO 87L, 67, 67N,	PROTEÇÃO 52LT1	FECH. E DESL. BOB. 1	
	MANUAL	50/51, 50/51N, 50SOFT	FALHA DISJUNTOR	FALTA 125Vcc	

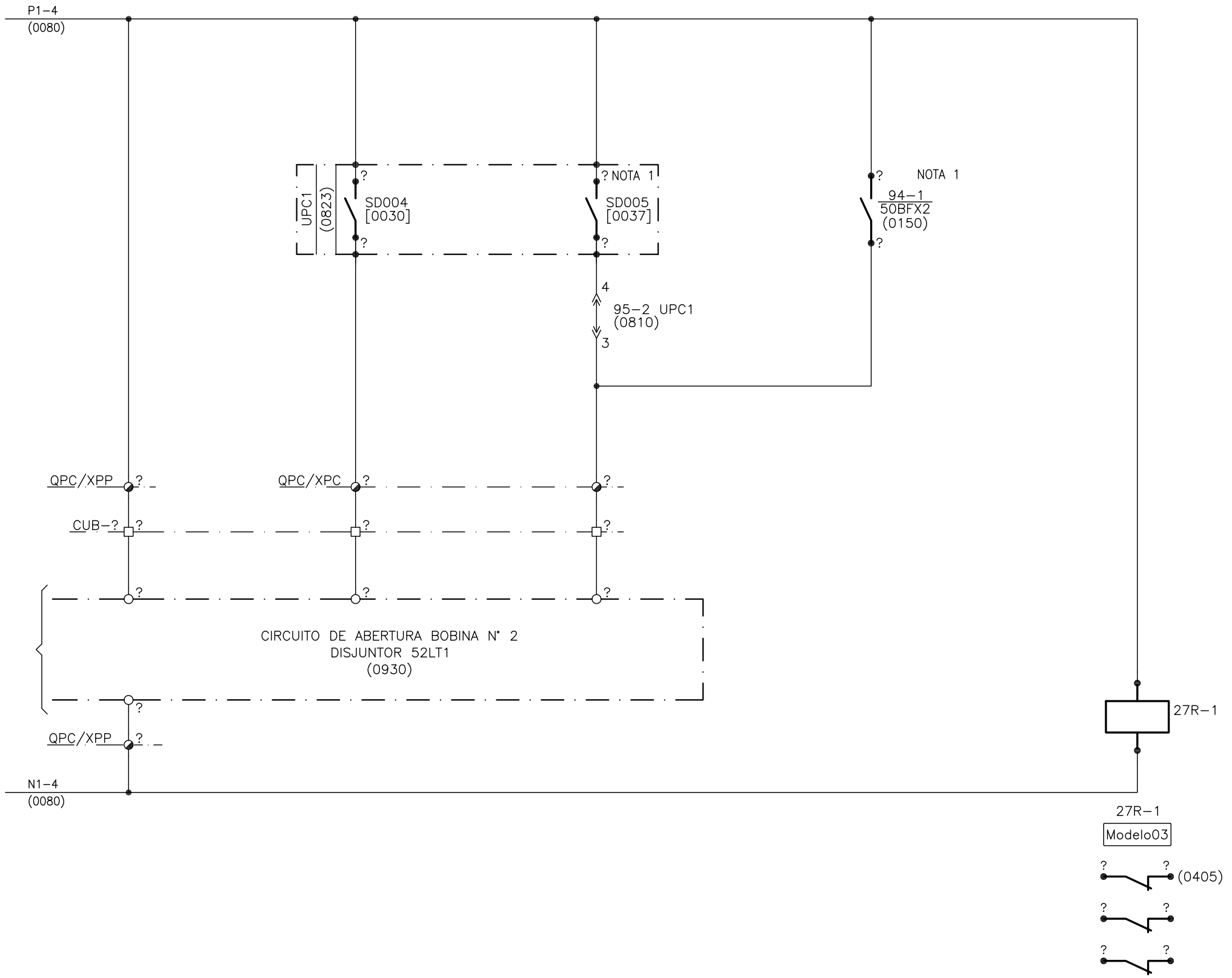


NOTA 1 – O RELÉ AUXILIAR 94–1/50BFX2 DEVE POSSUIR CAPACIDADE DE INTERROMPER A CORRENTE DA BOBINA DE DESLIGAMENTO DO DISJUNTOR.

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0130
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		INNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107759) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 203

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1					
CIRCUITO DE DESLIGAMENTO BOBINA 2 DO DISJUNTOR 52LT1					
	COMANDO DE ABERTURA	PROTEÇÃO 87L, 67, 67N,	PROTEÇÃO 52LT1	DESLIGAMENTO BOBINA 2	
	MANUAL	50/51, 50/51N, 50SOFT	FALHA DISJUNTOR	FALTA 125Vcc	

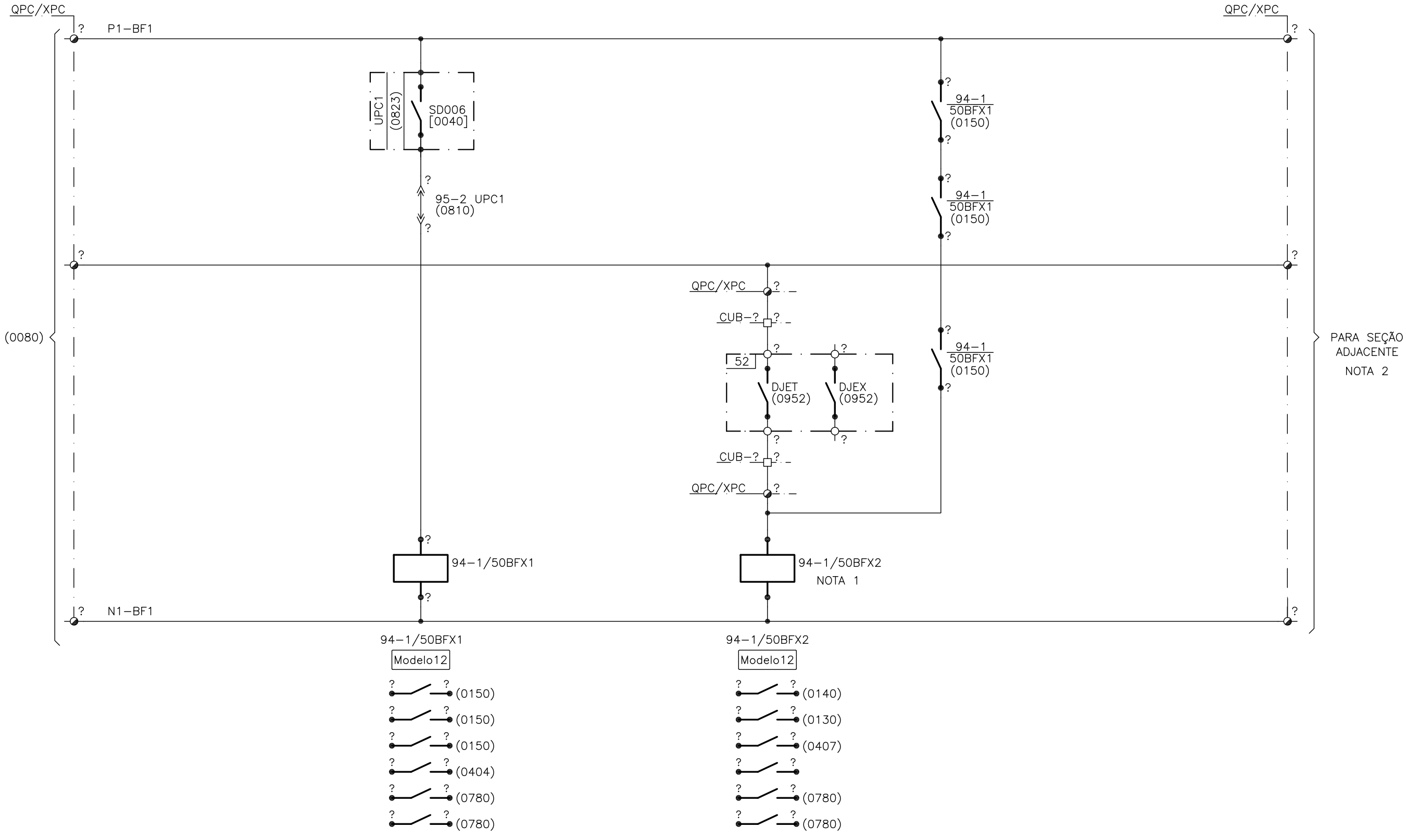


NOTA 1 – O RELÉ AUXILIAR 94–1/50BFX2 DEVE POSSUIR CAPACIDADE DE INTERROMPER A CORRENTE DE DESLIGAMENTO DO DISJUNTOR.

DESENHO	ESCALA		N° ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0140
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5558107559) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 204

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1		
CIRCUITO DOS RELÉS AUXILIARES DE FALHA DO DISJUNTOR 52LT1		
	FALHA DISJUNTOR 52LT1	CIRCUITO AUXILIAR PARA ACIONAR
		RELÉS AUXILIARES 50BFX

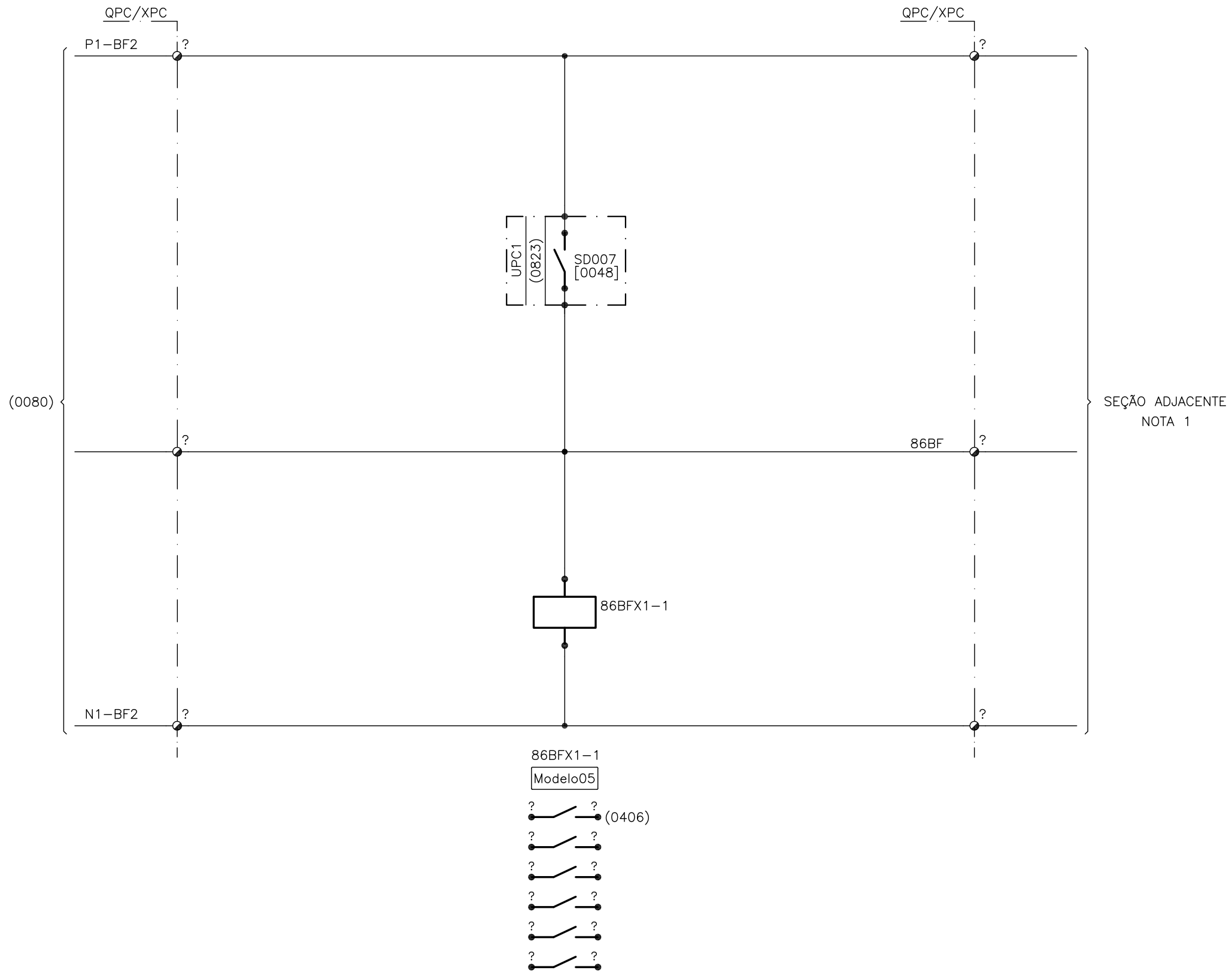


NOTA 1 – O RELÉ 94/50BFX2 POSSUI AS FUNÇÕES: 1–"RETRIP" QUANDO O DISJUNTOR DA SEÇÃO É O DISJUNTOR COM FALHA.
2– TRIP, QUANDO O DISJUNTOR DA SEÇÃO É UM DISJUNTOR ADJACENTE AO DISJUNTOR DEFEITUOSO.
NOTA 2 – REPRESENTAR NO FINAL DESTE CIRCUITO RELÉ DE SUBTENSÃO (27CC) PARA SUPERVISÃO.

DESENHO	ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA		P00160/01–5C–DU–507–0	0150
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	CHESF / MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 205

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
BLOQUEIO DE FECHAMENTO DO DISJUNTOR POR FALHA DE DISJUNTOR ADJACENTE
DISJUNTOR 52LT1 – 50/62BF
BLOQUEIO DISJUNTOR 52LT1 E ADJACENTES

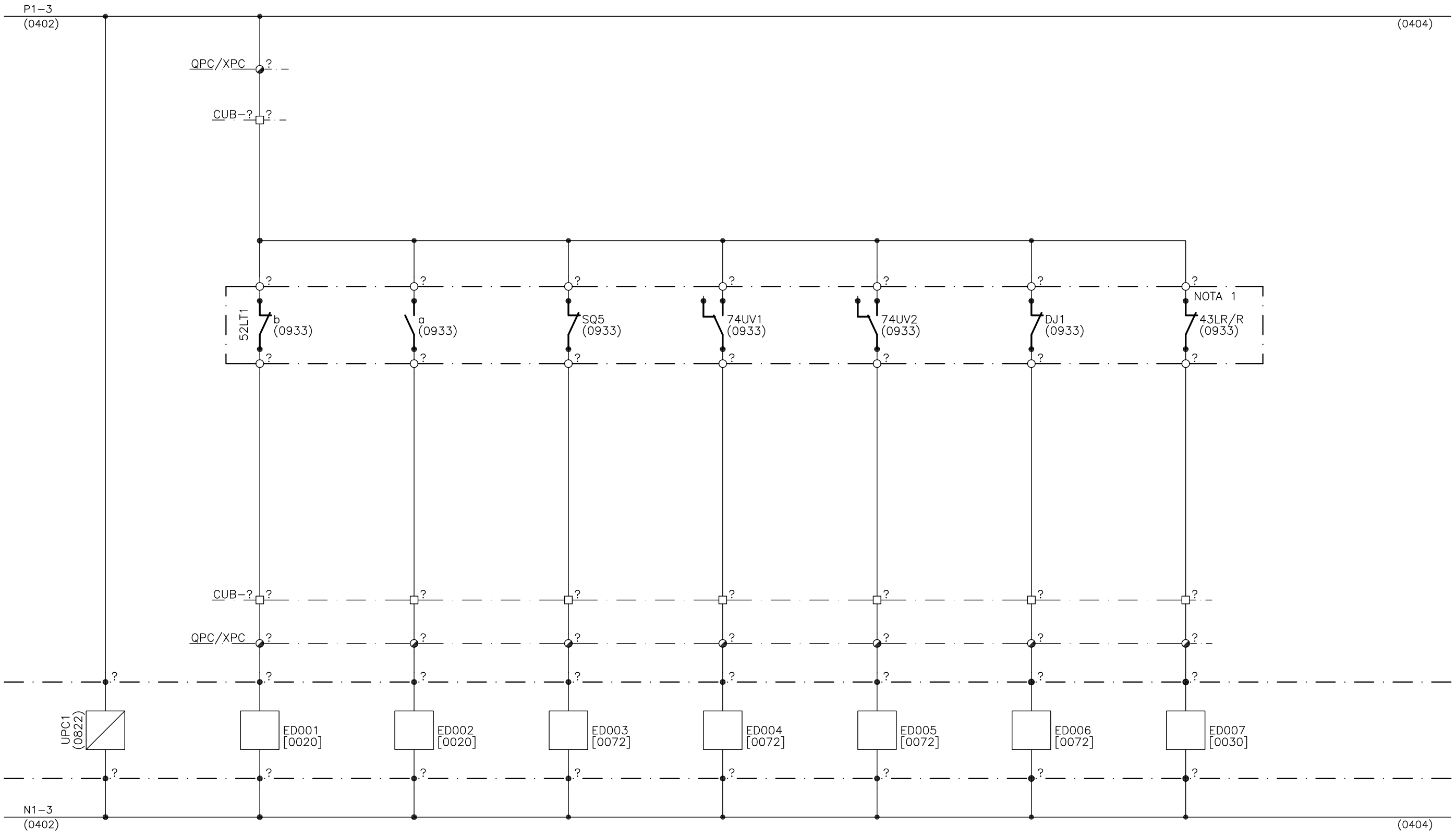


NOTA 1 – REPRESENTAR NO FINAL DESTE CIRCUITO RELÉ DE SUBTENSÃO (27CC) PARA SUPERVISÃO.

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0161
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	METRÔ DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5551075) SEI 000097-000116811/2020-71 / pg. 206

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1									
ENTRADAS DIGITAIS – UPC1									
	ALIMENTAÇÃO	DISJUNTOR 52LT1							
		ABERTO	FECHADO	MOLA DESCARREGADA	SUPERVISÃO DE ABERTURA BOBINA 1	SUPERVISÃO DE ABERTURA BOBINA 2	FALTA TENSÃO – CIRC. MOTOR	CHAVE 43LR/R	

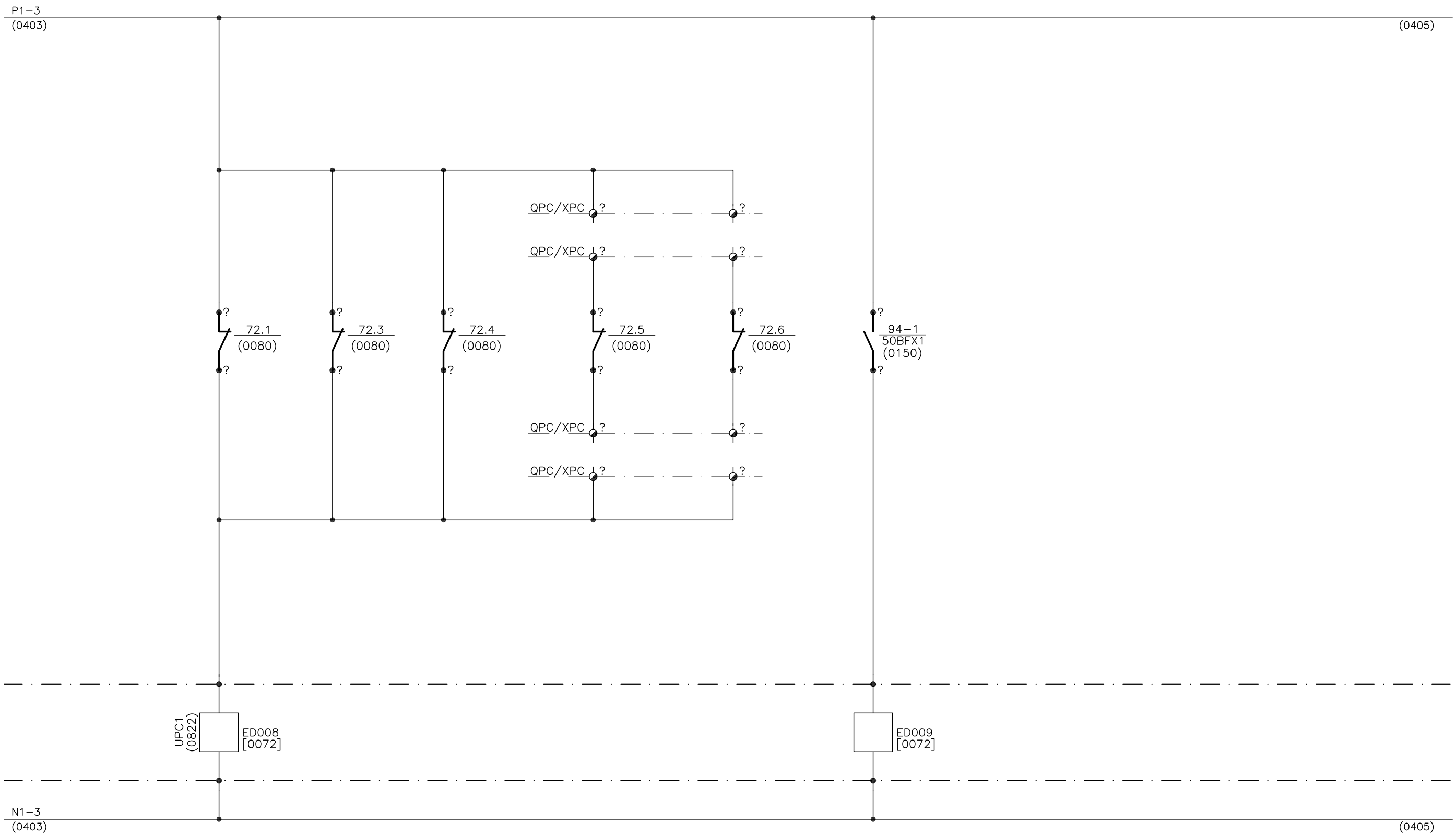


NOTA 1 – CHAVE 43LR/R, CONTATO FECHADO NA POSIÇÃO REMOTA.

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0403
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107759) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 207

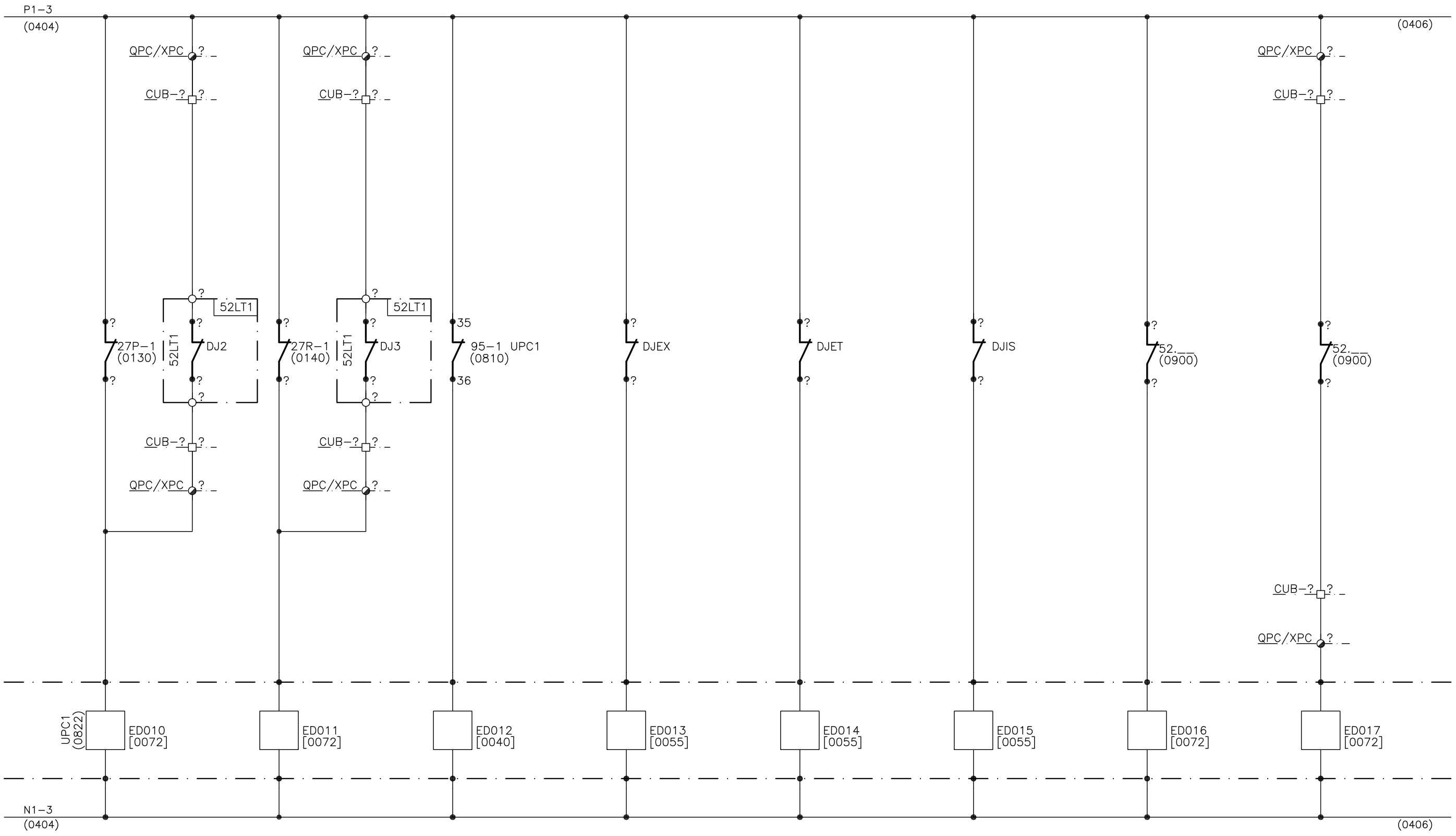
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1						
ENTRADAS DIGITAIS – UPC1						
	POLARIDADE BATERIA 1 – FALTA 125Vcc				ATUAÇÃO FALHA DISJ. 52LT1	
	DISJUNTOR 52LT1 FECH. E ABERT. BOB. 1	DISPOSITIVOS DE INTERF. DE REDE	DISJUNTOR 52LT1 ABERT. BOB. 2	RESERVA	RESERVA	



DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRÔ DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0404
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI 060037-000116811/2020-71 / pg. 208

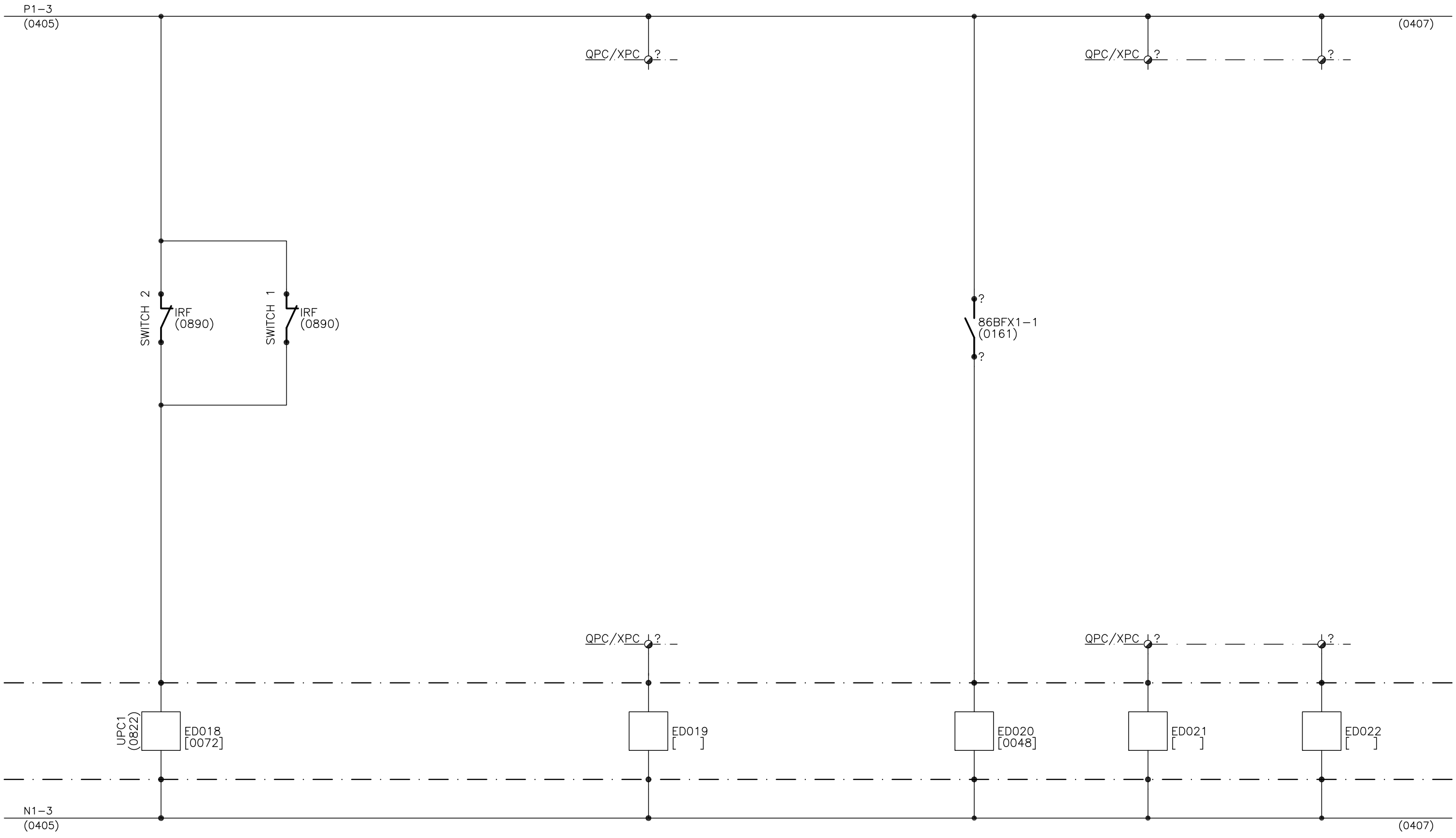
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1								
ENTRADAS DIGITAIS – UPC1								
	DISJUNTOR 52LT1 – FALTA 125Vcc		UPC1 – PENTE DE	DISJ.	DISJ.	DISJ.	QPC1	CUBÍCULOS 15kV ILUM.,
	FECH. E DESL. BOB. 1	DESLIGAMENTO BOB. 2	TESTE NÃO INSERIDO	EXTRAÍDO	EM TESTE	INSERIDO	ILUM., AQUEC. E TOMADAS	AQUEC. E TOMADAS



DESENHO	ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA		P00160/01–5C–DU–507–0	0405
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	METRÔ DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591073.9) SEI 090097-000116811/2020-71 / pg. 209

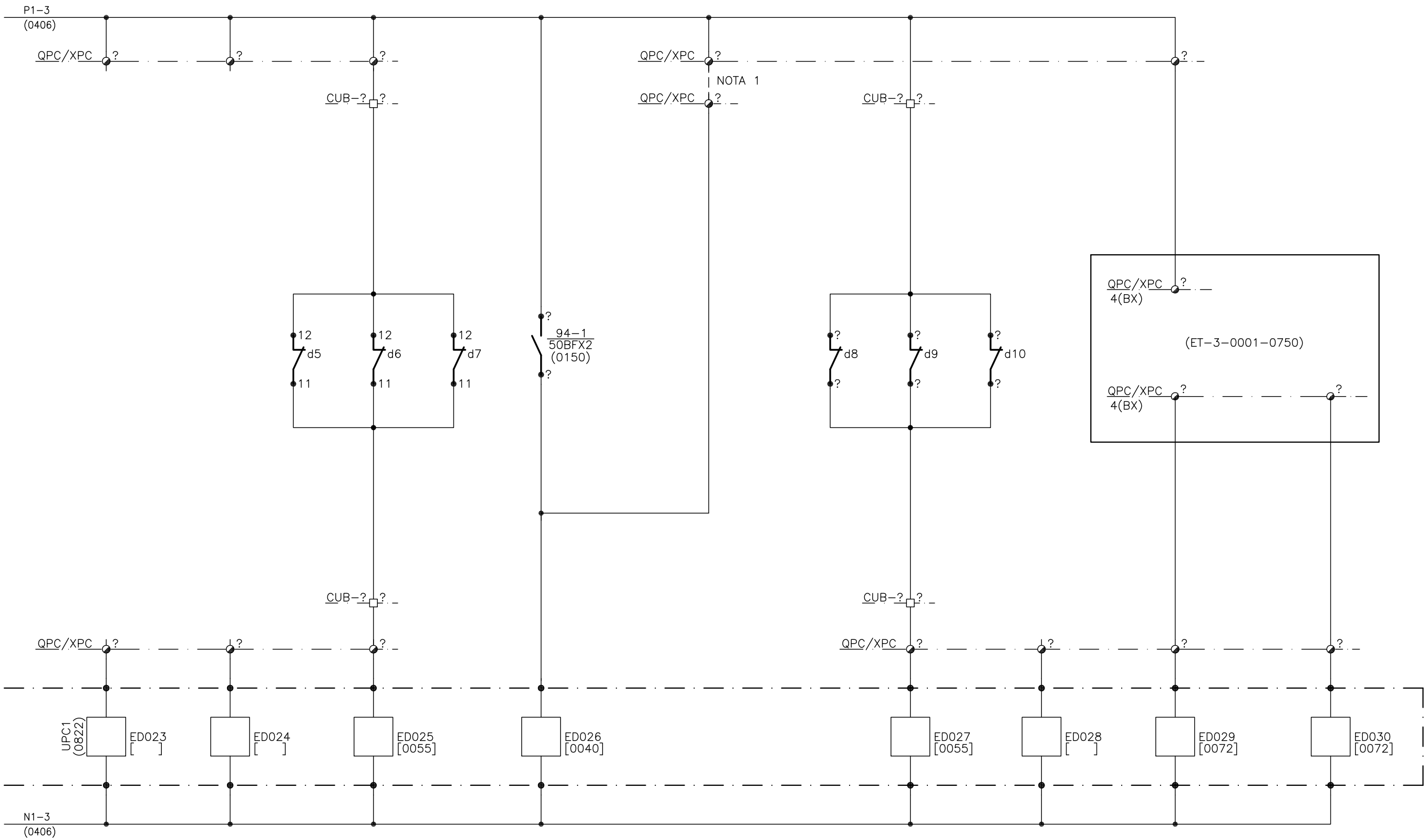
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1						
ENTRADAS DIGITAIS – UPC1						
	FALHA INTERNA – SWITCHES	RESERVA	BLOQ. DE FECH. POR FALHA	RESERVA	RESERVA	
			DISJ. ADJACENTE			



DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0406
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		METRÔ DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5551075) SEI 060037-000116811/2020-71 / pg. 210

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1							
ENTRADAS DIGITAIS – UPC1							
RESERVA	RESERVA	4TPAX (ENROL. Y) – ABERTO	PARTIDA FALHA POR ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES EXTERNAS A UPC1		TPB	UPC1 – BX	
			FALHA 52LT1 OU ADJACENTES	OUTRAS PROTEÇÕES	(ENROL. Y – ABERTO)	FALTA 125Vcc	FALHA INTERNA

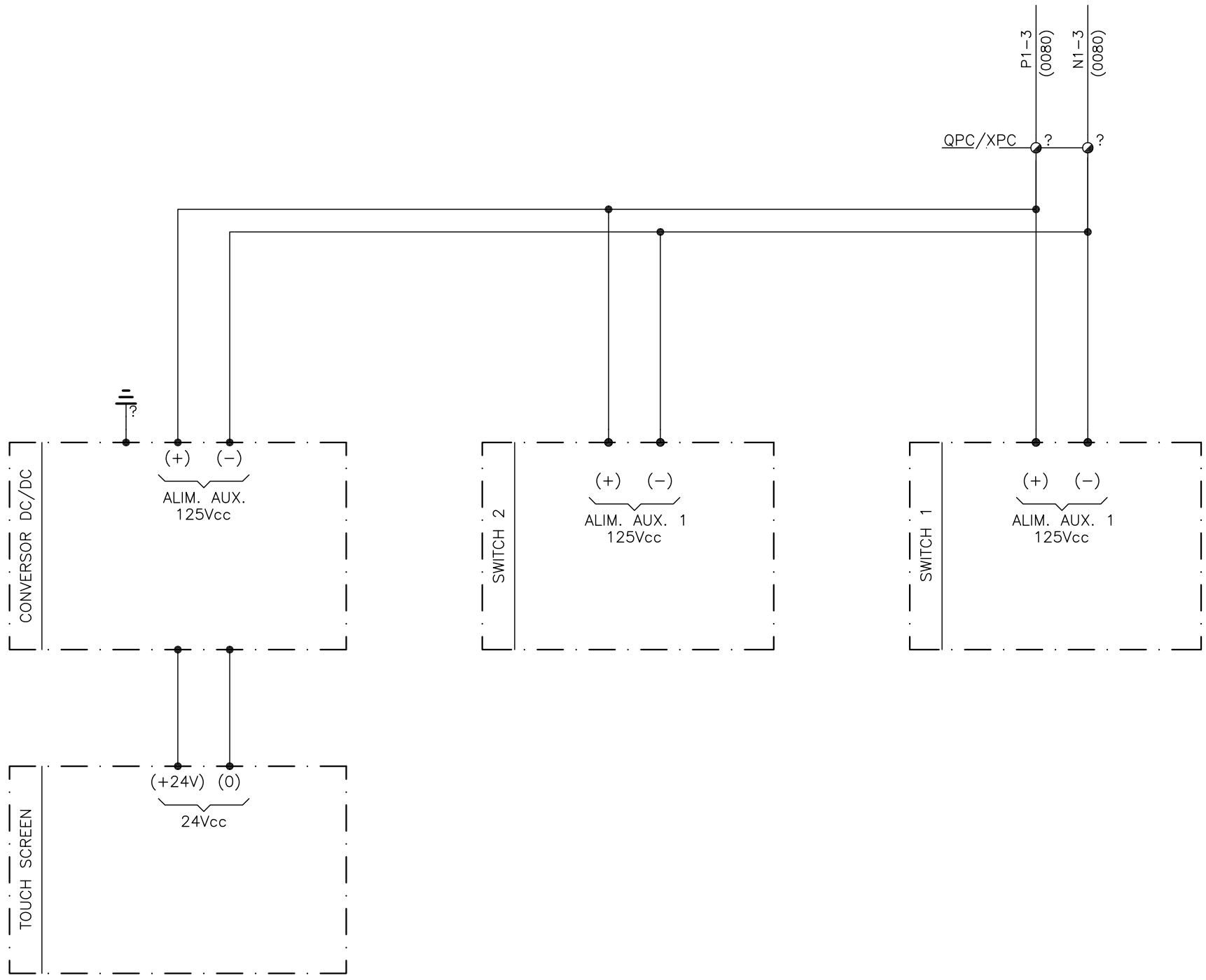


NOTA 1 – REPRESENTAR ENTRE ESTES TERMINAIS CONTATOS DE FUNÇÕES DE PROTEÇÃO EXTERNAS À UPC1 QUE DEVEM PARTIR O FALHA DO DISJUNTOR 52LT1, CASO EXISTAM.

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0407
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107759) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 211

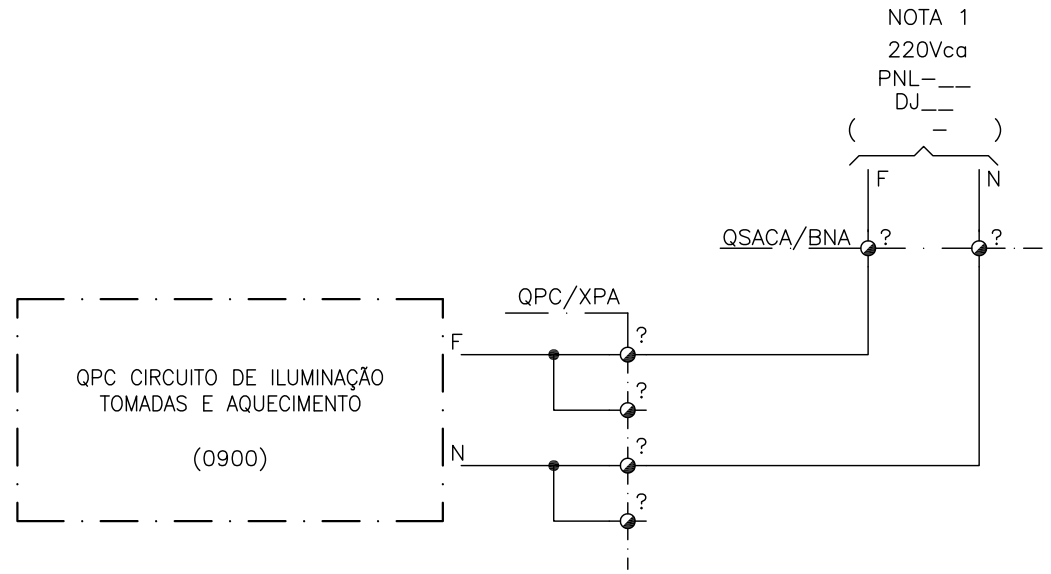
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
ALIMENTAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE INTERFACE DE REDE



DESENHO	ESCALA			Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRÔ DF	P00160/01–5C–DU–507–0	0550
ETAPA DO PROJETO	DATA			CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14			DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107559) SET000097-00011681/2020-71 / pg. 212

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1		
ALIMENTAÇÃO PARA ILUMINAÇÃO, TOMADAS E AQUECIMENTO DOS PAINÉIS		
	ILUMINAÇÃO, TOMADAS E AQUECIMENTO	

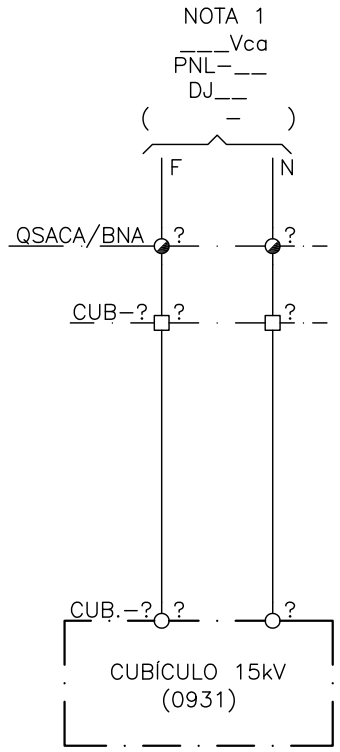


NOTA 1 – O PAINEL MAIS PRÓXIMO DO QSACA SERÁ ALIMENTADO PELO SERVIÇO AUXILIAR QUE POR SUA VEZ ALIMENTARÁ OS DEMAIS.

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0700
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	METRÔ DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5551075 9) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 213

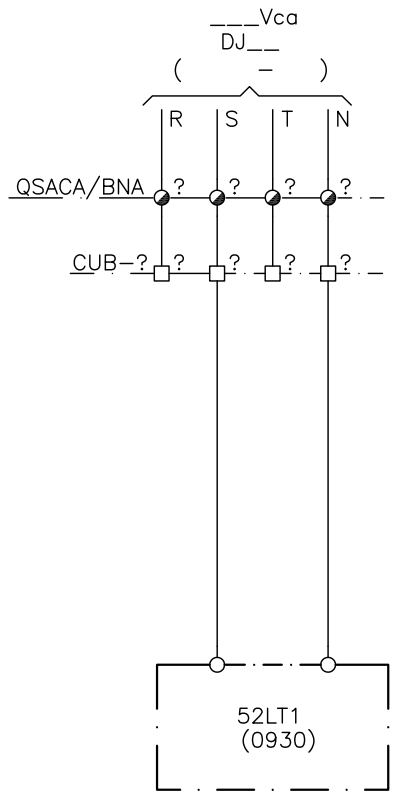
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
ALIMENTAÇÃO PARA ILUMINAÇÃO, TOMADAS E AQUECIMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE PÁTIO



DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0701
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107739) SEI 00097-00011681/2020-71 pg. 214

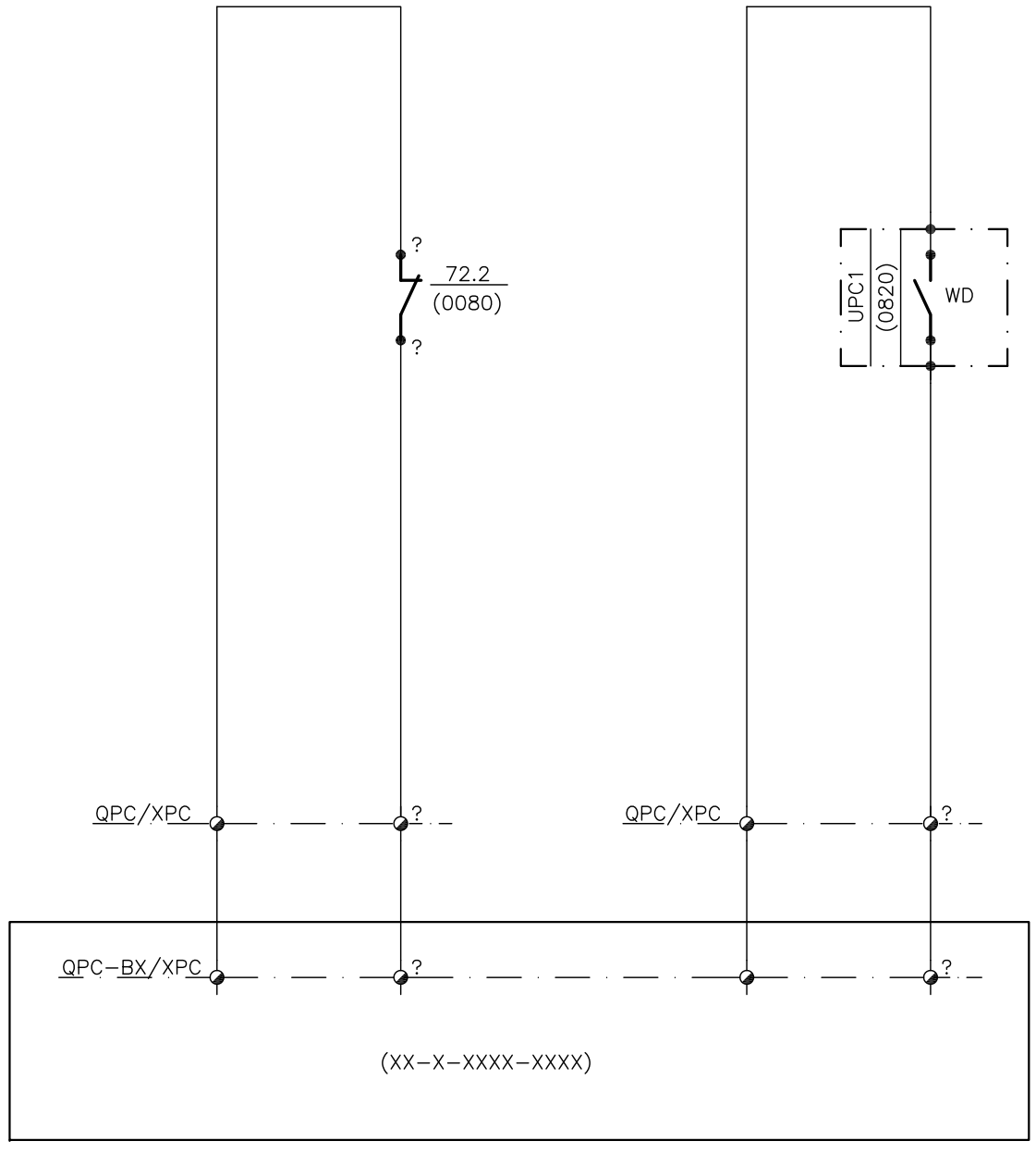
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
ALIMENTAÇÃO PARA MOTORES DOS EQUIPAMENTOS DE PÁTIO



DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0702
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107739) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 215

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1			
	FALTA ALIMENTAÇÃO AUXILIAR	FALHA INTERNA	

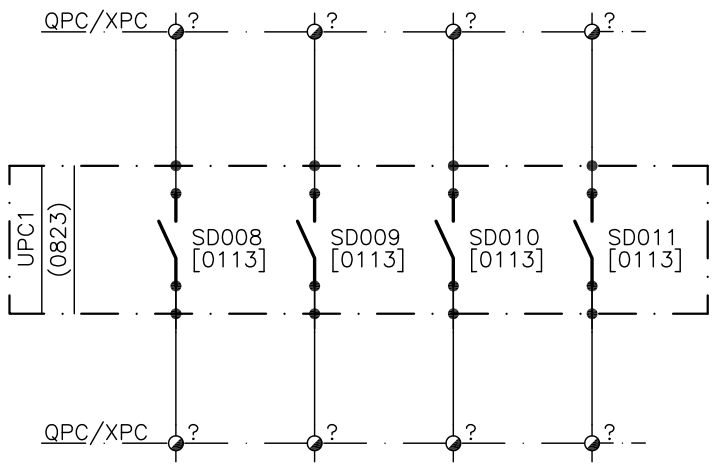


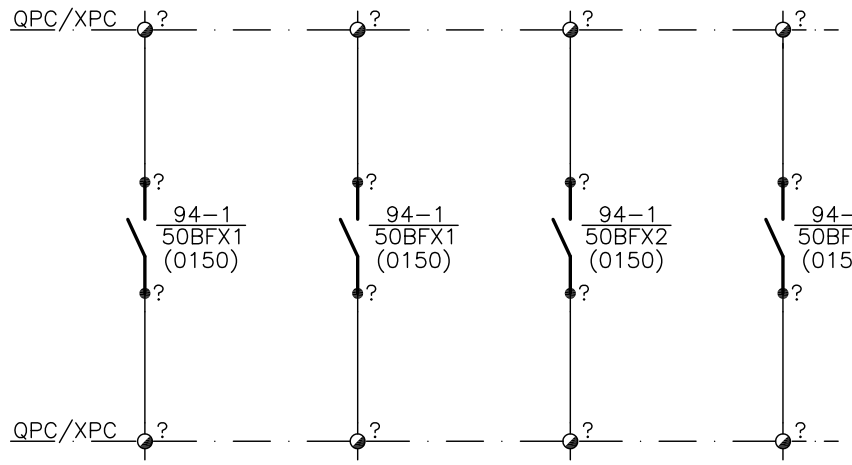
DESENHO	ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA		P00160/01–5C–DU–507–0	0751
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	INNETRO DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5551075) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 216

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

CONTATOS RESERVAS LEVADOS A BORNES



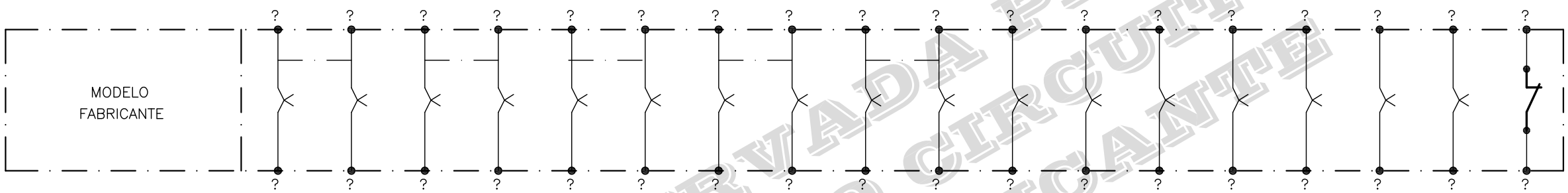


DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	INNETRO DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–C5–DU–507–0	FL.: 0780
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107759) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 217

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
BLOCOS DE TESTE

95–1 UPC1	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	(0051)	( )	( )	( )	(0405)

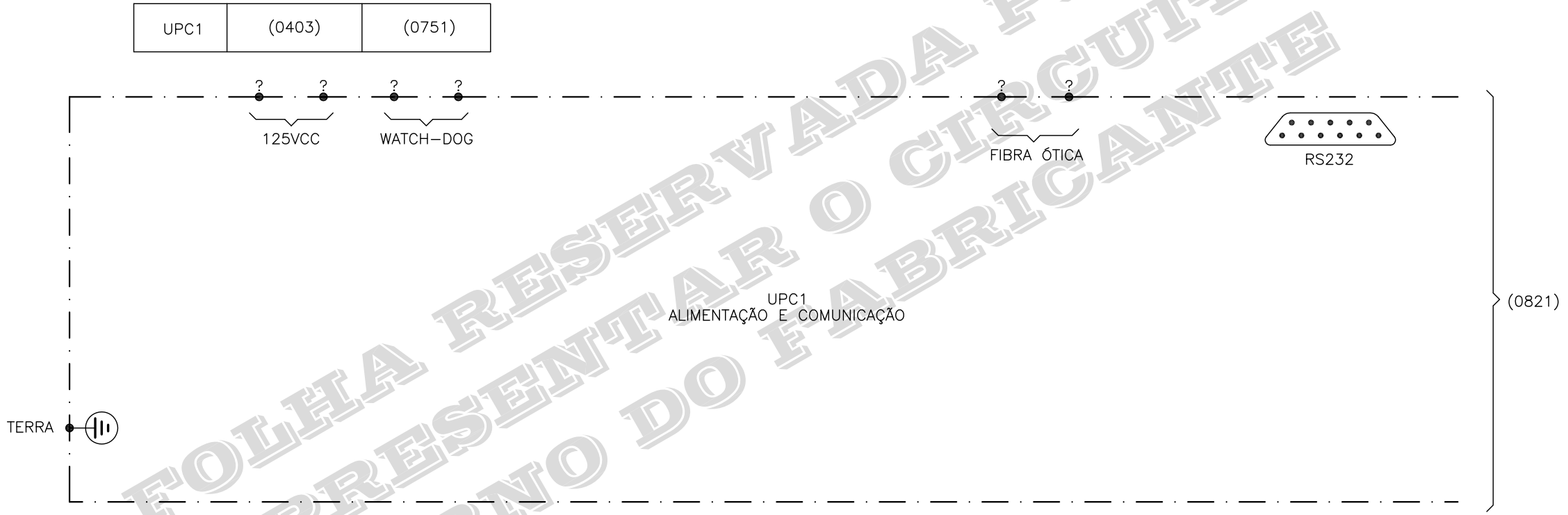


FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAÇÃO DE CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0810
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (55810759) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 218

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1	
UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – ALIMENT. E COMUNIC. – UPC1	
ALIMENTAÇÃO	COMUNICAÇÃO

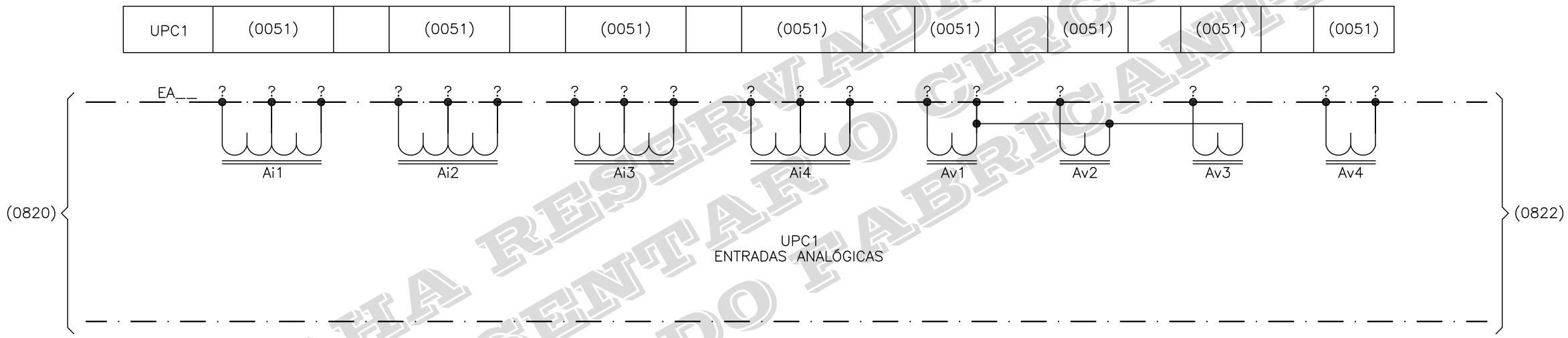


FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAR O CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0820
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	METRÔ DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5591075) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 219

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – ENTRADAS ANALÓGICAS – UPC1



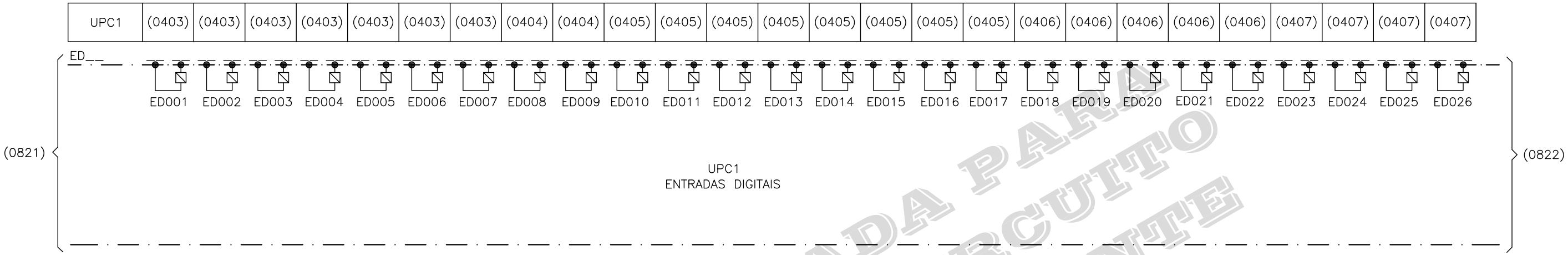
FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAÇÃO CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

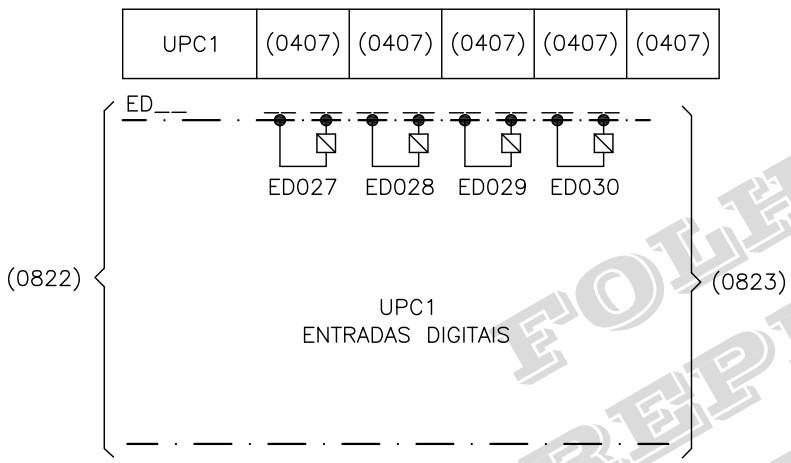
DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0821
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		INNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (559107/39) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 220

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – ENTRADAS DIGITAIS – UPC1





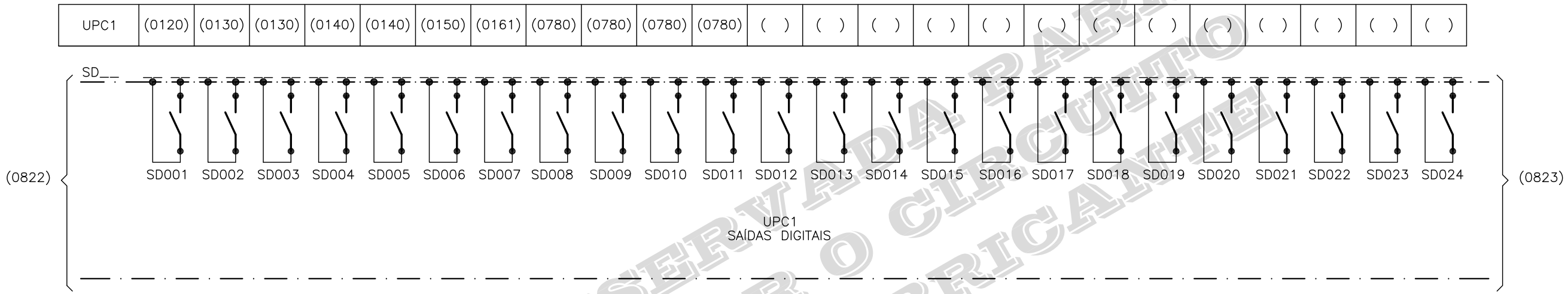
FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAR O CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRÔ DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DU–507–0	FL.: 0822
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5310759) SEI 00087-00011681/2020-71 / pg. 221

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

UNIDADE DE PROT. E CONTROLE DIGITAL – RÉGUAS TERMINAIS – SAÍDAS DIGITAIS – UPC1



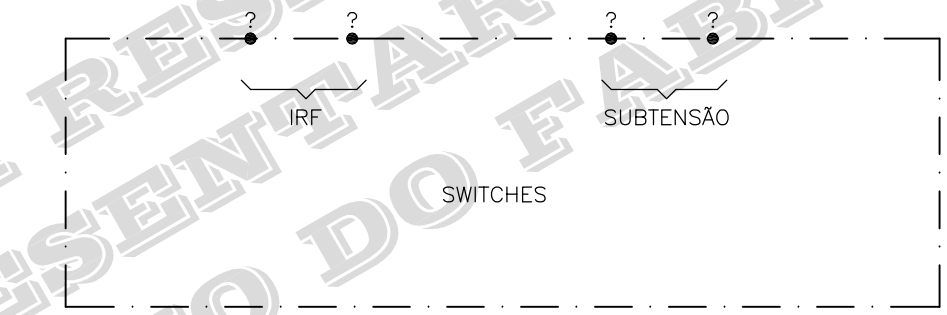
FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAÇÃO DO CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DU-507-0	FL.: 0823
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		INNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5581107759) SEI 000097-00011681/2020-71 / pg. 222

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
SWITCHES

SWITCH 1	(0406)	( )
SWITCH 2	(0406)	( )



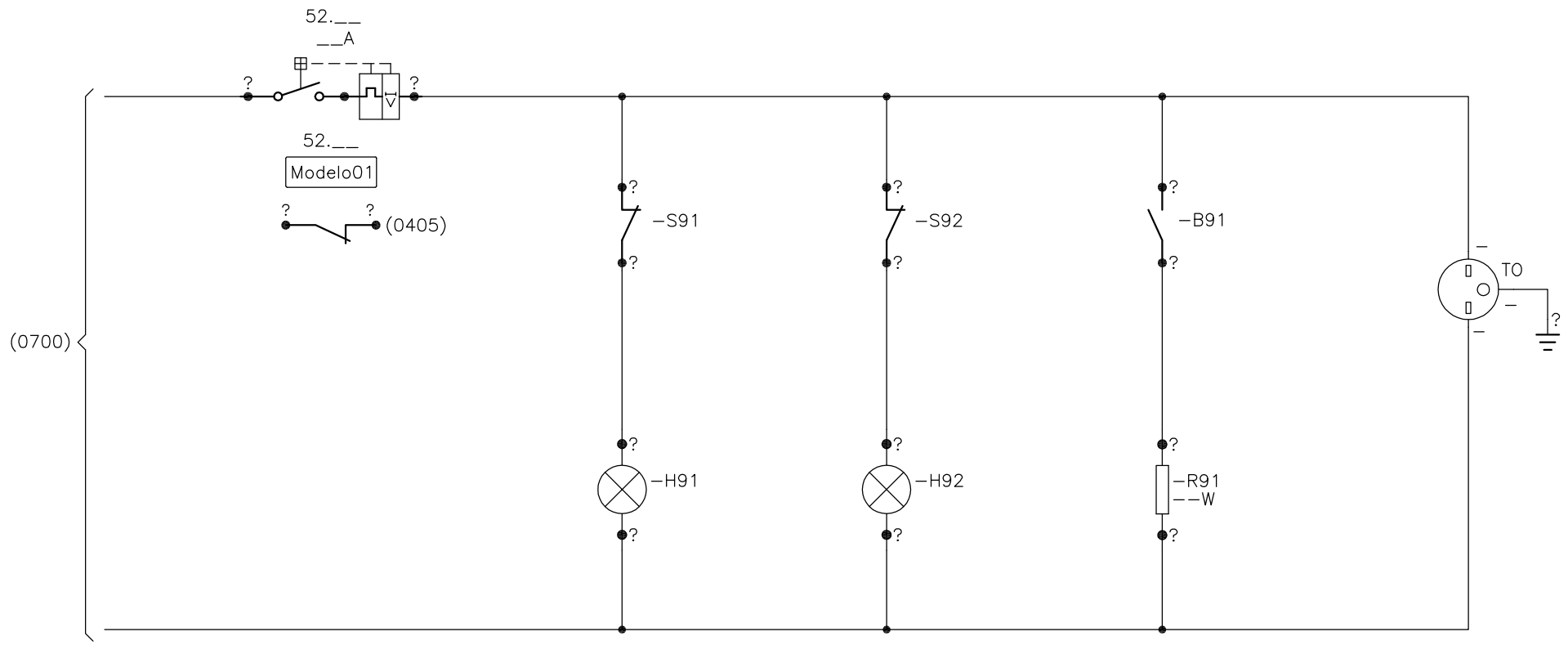
FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAR O CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DU-507-0	FL.: 0890
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

SEI 00007.000116814/2020-71 / pg. 222
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5501075O)

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
QPC–AX/BX – ILUMINAÇÃO E AQUECIMENTO



DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DU–507–0	0900
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5501075O) SEI 00097.0001168/2020 71 / pg. 224

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
PLACA DO TCAX

FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAÇÃO DO CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO	ESCALA			
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX P00160/01–5C–DU–507–0	FL. 0910
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.507	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (550107.50) SEI 00097.0001168/2020 71 / pg. 225

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
PLACA DO TPAX

FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAÇÃO DO CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DU-507-0	FL.: 0920
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (550/0750) SEI 00097.0001168/2020 71 / pg. 226

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
DISJUNTOR 52LT1 – CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE
CIRCUITO DE FECHAMENTO E ABERTURA 1

FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAR O CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DU-507-0	FL.: 0930
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (5501075O) SEI 00097.0001168/2020 71 / pg. 227

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
DISJUNTOR 52LT1 – CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE
CIRCUITO DE FECHAMENTO E ABERTURA 2

FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAÇÃO DO CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DU-507-0	FL.: 0931
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (55910759) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 228

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
DISJUNTOR 52LT1 – CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE
CIRCUITO DE CONTATOS AUXILIARES DISPONIBILIZADOS

FOLHA RESERVADA PARA REPRESENTAR O CIRCUITO INTERNO DO FABRICANTE

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DU-507-0	FL.: 0932
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.507	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.507) (550107.50) SEI 00097.000116814/2020 71 / pg. 220

NNETRO DF	METRÔ-DF	ENGEVIX

N° ENGEVIX: P00160/01-5C-DI-0501-0

SETOR	SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

PROPRIETÁRIO

IDYLIO THOMAZINI FILHO — Nº CREA 5060007017- SP

NOTA: DESENHOS DE REFERÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO. IDENTIFICAÇÕES ESPECÍFICAS DE IEDs, BORNES TERMINAIS, GRANDEZAS ELÉTRICAS, ETC, INDICADAS NESTE DOCUMENTO, SÃO ORIENTATIVAS. OS PROJETOS DE FABRICAÇÃO DEVEM ASSUMIR SUAS IDENTIFICAÇÕES PRÓPRIAS.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
		CONTRATADA				METRO-DF	
1	APROVADO CONFORME PARECER N° 0537/14-TPSF	15/12/14	ITF	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 103/14-TDME ENERGIA DE 20/06/14	20/06/14	WLJ	ECoA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 030/14-TDME ENERGIA DE 20/03/14	22/05/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	15/01/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP

R E V I S Õ E S

METRO-DF

VISTO: ELJ/RJF	DATA: 06/01/14
APROV.: RMP	DATA: 15/12/14
ESCALA: S/ESCALA	ETAPA DE PROJ.: BÁSICO
Nº MÍDIA:	FOLHA: 1

SISTEMA: ENERGIA

SUB-SISTEMA: SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

LOCAL: GERAL

COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO:
SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS
13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX - LT.1
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.508

REVISÃO: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501095?) SEI 00097.00011681/2020-71 / pg. 220

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

REVISÕES

DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

FOLHA	REV.	DESCRIÇÃO
TODAS	0	EMISSÃO INICIAL
TODAS	0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 030/14-TDME ENERGIA DE 20/03/14
TODAS	0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 103/14-TDME ENERGIA DE 20/06/14
TODAS	1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0537/14-TPSF

FOLHA	REV.	DESCRIÇÃO

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01-5C-DI-501-0	0010
ETAPA DO PROJETO	DATA	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.508	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (55910857) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 231

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

ÍNDICE

DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

FOLHA	DESCRIÇÃO
0001	CAPA
0005	ÍNDICE
0010	REVISÕES
0020	REFERÊNCIAS – LEGENDAS E NOTAS
0030	CUBICULO DE 15kV – CUB15.C1
0031	CUBICULO DE 15kV – CUB15.C1
0040	TRANSFORMADOR DE TRAÇÃO 1 – TT1
0050	CUBICULO RETIFICADOR 1 – RET1
0051	CUBICULO RETIFICADOR 1 – RET1
0060	CUBICULO DE 1kVcc – CUB1kVcc
0061	CUBICULO DE 1kVcc – CUB1kVcc
0070	PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – PCOM.QPC–AX/BX
0071	PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – PCOM.QPC–AX/BX
0072	PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – PCOM.QPC–AX/BX

FOLHA	DESCRIÇÃO

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DI–501–0	FL.: 0005
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.508	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501108957) SEI 00097.000116814/2020 71 / pg. 232

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

REFERÊNCIAS – LEGENDAS E NOTAS

DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

REFERÊNCIA

1 – XXX–XXXXX – DIAGRAMA FUNCIONAL
2 – XXX–XXXXX – LISTA DE CABOS
3 – XXX–XXXXX – DESENHO CONSTRUTIVO–PAINEL QPC–AX/BX
4 – XXX–XXXXX – CUBUCULOS
5 – XXX–XXXXX – TRANSFORMADOR

NOTAS

1 – Todos os condutores reservas deverão possuir identificação com Anilhas (Nº do cabo ao qual pertence o condutor) e comprimento suficiente para atingir o último borne superior ,para futura instalação e ainda, uma das extremidades deverá ser aterrada, conforme indicação nos diagramas de interligação.

2 – Os cabos blindados deverão ter a blindagem aterrada nas duas extremidades, exceto cabos que conduzem miliamperes (Transdutores), os quais deverão ter a blindagem aterrada apenas numa extremidade.

3 – Deverá ser feita identificação do condutor através de anilha plástica. Tal identificação deverá ser o próprio nº do borne onde o condutor será conectado.

4 – Numeração de Cabos:

CODIFICAÇÃO: XXXX–XXX
- NUMERAÇÃO SEQUENCIAL DOS CABOS.
- INDICA O VÃO/SEÇÃO OU EQUIPAMENTO PRINCIPAL DO VÃO A QUE PERTENCE.

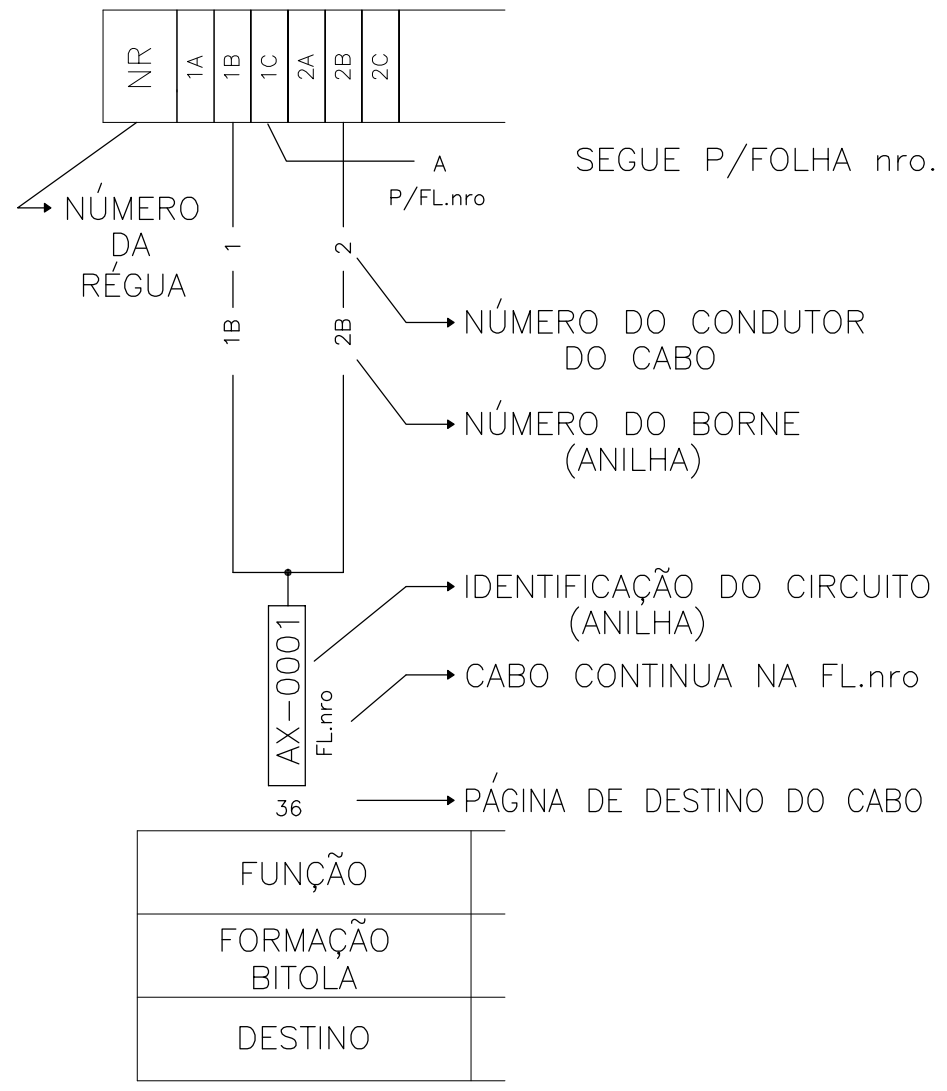
CONFIGURAÇÃO DE PENAS PARA PLOTER.

CONFIGURAÇÃO DAS PENAS PARA PLOTER		
PENA	COR	ESPESSURA
1	RED (Vermelho)	0,18
2	COLOR 40 (laranja)	0,30
3	GREEN (Verde)	0,50
4	CYAN (Azul Claro)	0,20
5	BLUE (Azul)	0,40
6	MAGENTA (Rosa)	0,70
7	WHITE (Branco)	0,08

LEGENDAS

- η – Condutores "reserva" aterrados
- η – Condutores "reserva" não aterrados
- – Cabo com blindagem aterrada.
- – Cabo com blindagem não aterrada.
- – Cabo Coaxial
- – Condutor Flexível
- – Cabo de Fibra Óptica

EXEMPLO DE IDENTIFICAÇÃO DO CABO



FUNÇÃO
FORMAÇÃO BITOLA
DESTINO

OBSERVAÇÃO:

IDENTIFICAÇÃO/CODIFICAÇÃO DE BORNES

XPI – BORNE PARA CIRCUITO DE CORRENTE (SECUNDÁRIO DE TC'S) NO QPC
XPU – BORNE PARA CIRCUITO DE POTENCIAL (SECUNDÁRIO DE TP'S) NO QPC
XPP – BORNE PARA DISTRIBUIÇÃO DE POLARIDADE C.C. NO QPC
XPA – BORNE PARA CIRCUITOS C.A. (ILUMINAÇÃO, AQUECIMENTO, MOTORES, ETC) NO QPC
XPC – BORNE PARA CIRCUITOS DE CONTROLE, SUPERVISÃO E PROTEÇÃO NO QPC
XC – COMANDO
XD – CUBÍCULO DE 1kVcc
XB – PNCA/CC
XM – PAINEL DE 15kV

FUNÇÃO

F–ALIMENTAÇÃO/FORÇA
M–MEDIÇÃO/PROTEÇÃO
S–SINALIZAÇÃO/ALARME
C–COMANDO/CONTROLE

ORIGEM	DESTINO
A–CUBICULO DE 15kV	CUB15–CUBICULO DE 15kV
B–TRANSFORMADOR DE TRAÇÃO	TT1–TRANSFORMADOR DE TRAÇÃO 1
D–CUBICULO RETIFICADOR	TT2–TRANSFORMADOR DE TRAÇÃO 2
E–CUBICULO DE 1 kVcc	RET1–CUBICULO RETIFICADOR 1
G–SERVIÇOS AUXILIARES CA	RET2–CUBICULO RETIFICADOR 2
H–SERVIÇOS AUXILIARES CC	CUB1kVcc–CUBICULO DE 1kVcc
J–CARREGADOR DE BATERIAS	PNL.CC–PAINEL DE SERVIÇOS AUXILIARES CC
K–PAINEL DE COMANDO	PNL.CA–PAINEL DE SERVIÇOS AUXILIARES CA
N–BATERIAS	PCOM.–PAINEL DE COMANDO
L–UNIDADE TERMINAL REMOTA	CAR.BAT.–CARREGADOR DE BATERIAS
	BAT–BATERIAS
	UTR.E–UNIDADE TERMINAL REMOTA
	SRnro. – SUBESTAÇÃO RETIFICADORA Nro.
	SAnro. – SUBESTAÇÃO AUXILIAR Nro.

CODIFICAÇÃO DA ANILHA

X1 X2 X3 X4 X5

X1–ORIGEM
X2–CUBICULO OU COLUNA
X3–FUNÇÃO
X4,X5–SEQUENCIAL

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	METRO DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DI–501–0	FL.: 0020
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.508	REV.: 1

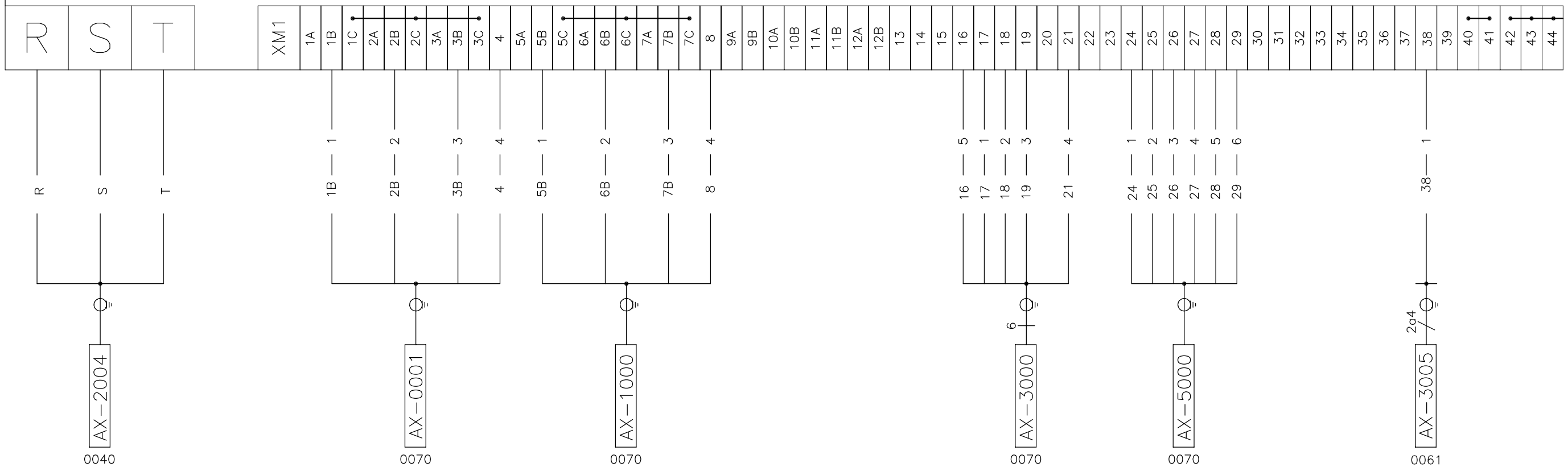
Projeto Básico – Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501/0857) SEI 00097.000116814/2020-71 / pg. 222

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
CUBICULO DE 15kV
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

CUB15.C1

(A1)

CUBICULO DE 15kV
COLUNA 1
(DE.X/XX.XX/XX.XXX)



ALIMENTAÇÃO 15kV		MEDIÇÃO	PROTEÇÃO		COMANDO		SINAL		SINAL	
3x1c#120mm²		1x4c#4mm²	1x4c#4mm²		1x6c#2,5mm²		1x6c#1,5mm²		1x4c#2,5mm²	
TT1		QPC–AX/BX			QPC–AX/BX				CUB 1kVcc	

OBSERVAÇÃO:

DESENHO	ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA			P00160/01–5C–DI–501–0	0030
ETAPA DO PROJETO	DATA			CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.508	1

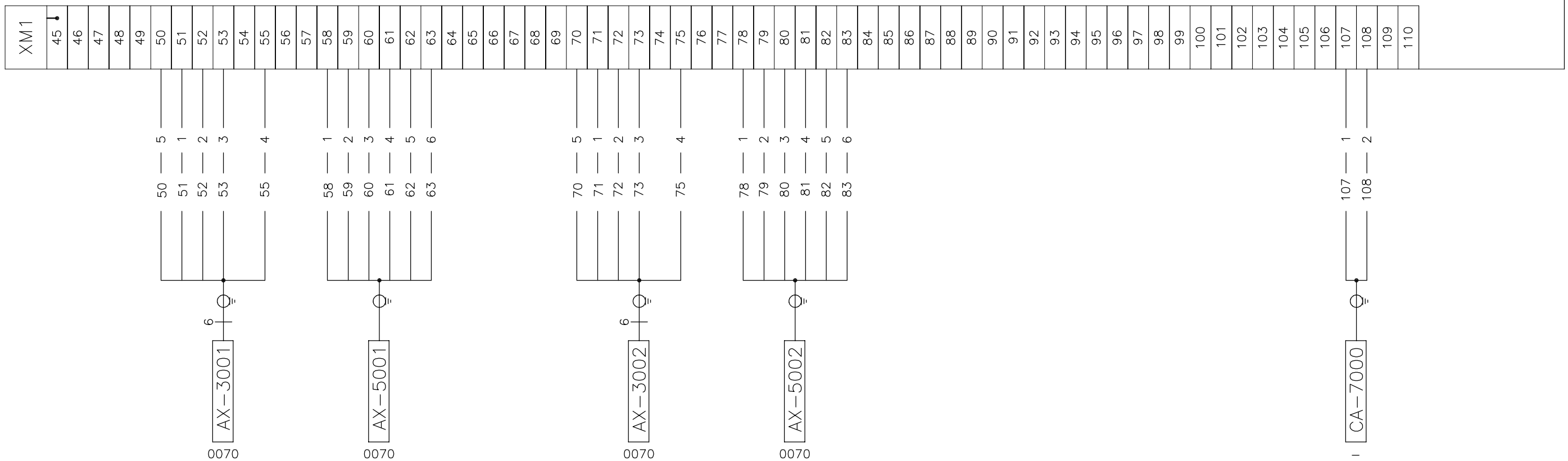
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501085?) SEI 00037.000116?4/2020-71 / pg. 234

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
CUBICULO DE 15kV
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

CUB15.C1

CUBICULO DE 15kV
COLUNA 1
(DE.X/XX.XX/XX.XXX)

(A1)



	COMANDO		SINAL		COMANDO		SINAL		ALIM	
	1x6c#2,5mm²		1x6c#1,5mm²		1x6c#2,5mm²		1x6c#1,5mm²		1x2c#4mm²	
	QPC–AX/BX				QPC–AX/BX				PNL CA	

OBSERVAÇÃO:

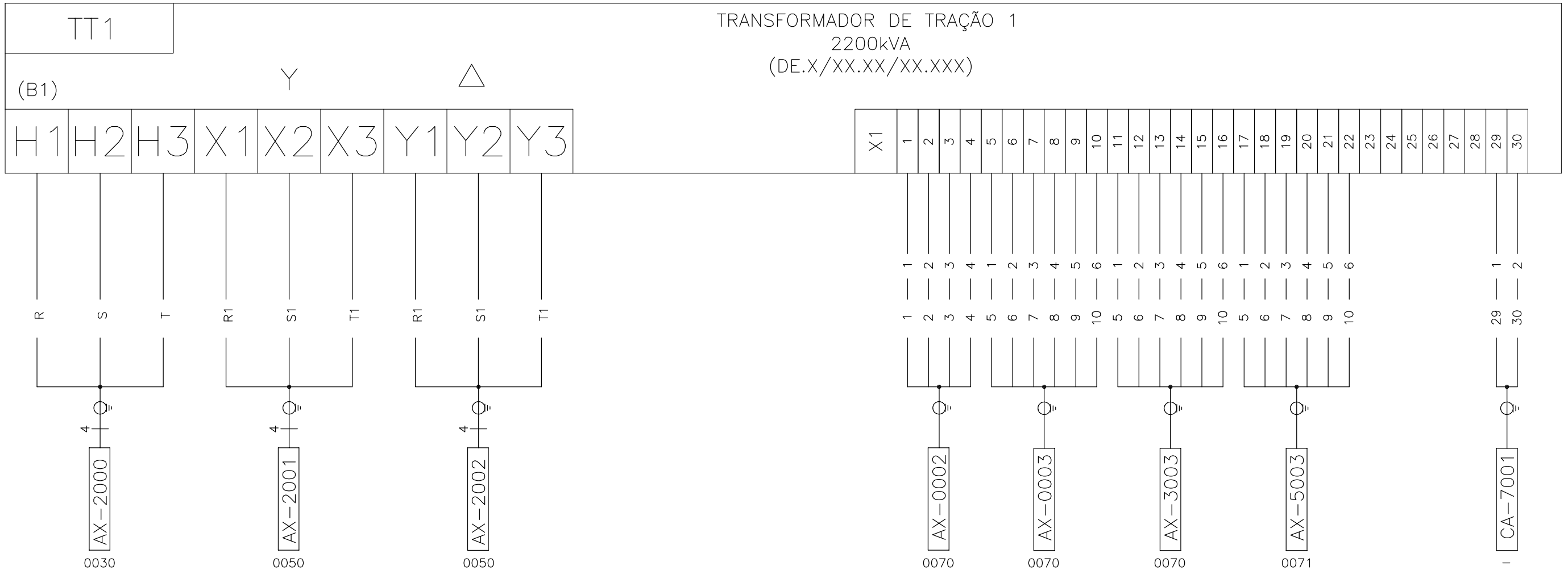
DESENHO	ESCALA		N° ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DI–501–0	0031
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.508	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501009557) SEI 00097.00011684/2020-71 / pg. 225

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

TRANSFORMADOR DE TRAÇÃO 1

DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO



ALIMENTAÇÃO 15kV	ALIMENTAÇÃO 637V			MED.	MED.	COMANDO	SINAL		ALIM
3x1c#120mm²	9x1c#300mm²	9x1c#300mm²		1x4c#2,5mm²	1x6c#2,5mm²	1x6c#2,5mm²	1x6c#1,5mm²		1x2c#4mm²
CUB15.C1	RET1			QPC–AX/BX					PNL CA

OBSERVAÇÕES:

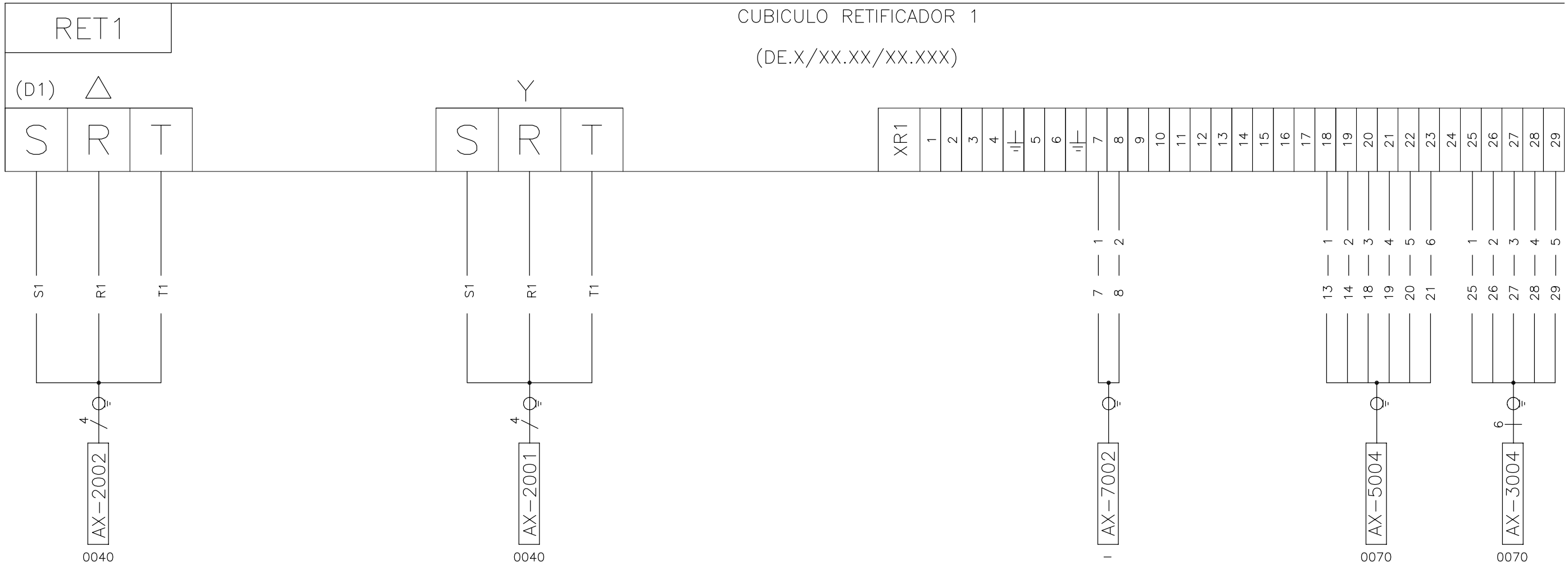
DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DI–501–0	0040
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.508	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (550109857) SEI 00097.000116814/2020-71 / pg. 226

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

CUBICULO RETIFICADOR 1

DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO



ALIMENTAÇÃO 637V			ALIM		SINALIZAÇÃO	COMANDO
9x1c#300mm²	9x1c#300mm²		1x2c#4mm²		1x6c#1,5mm²	1x6c#2,5mm²
TT1			PNL CA		QPC–AX/BX	

OBSERVAÇÃO:

DESENHO ITF	ESCALA S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	Nº ENGEVIX P00160/01–5C–DI–501–0	FL. 0050
ETAPA DO PROJETO BÁSICO	DATA 15/12/14			CODIFICAÇÃO DG.4/EX.99/00.508	REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5510857) SEI 00097.000116814/2020-71 / pg. 227

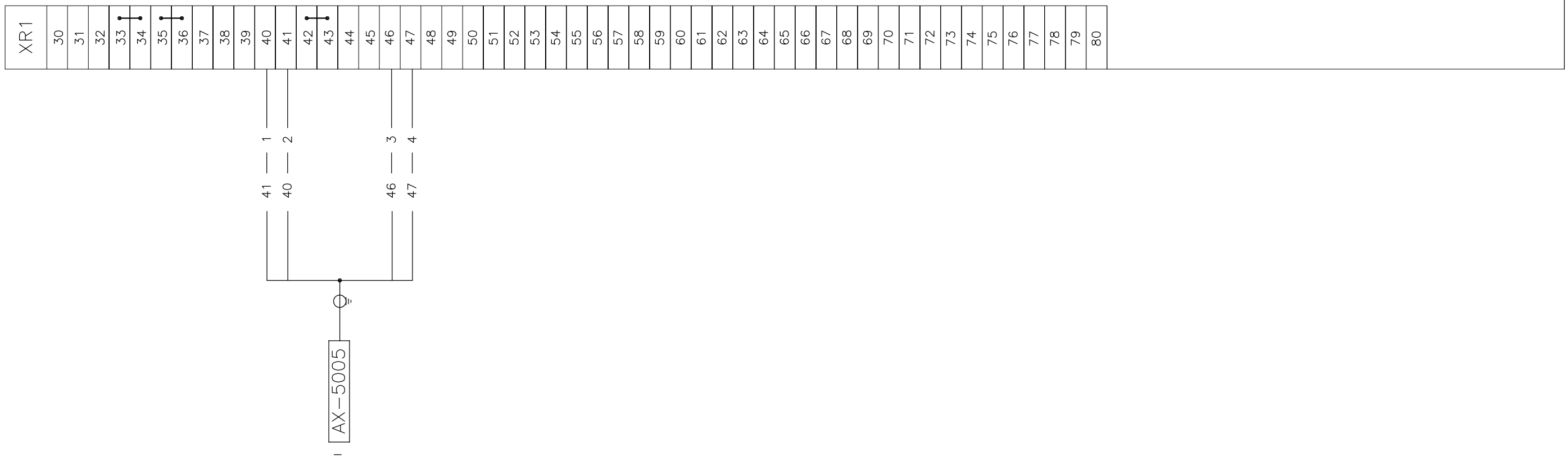
SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
CUBICULO RETIFICADOR 1
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

RET1

CUBICULO RETIFICADOR 1

(DE.X/XX.XX/XX.XXX)

(D1)



	SINAL	
	1x4c#1,5mm²	
	UTRE	

OBSERVAÇÃO:

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01-5C-DI-501-0	0051
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.508	1

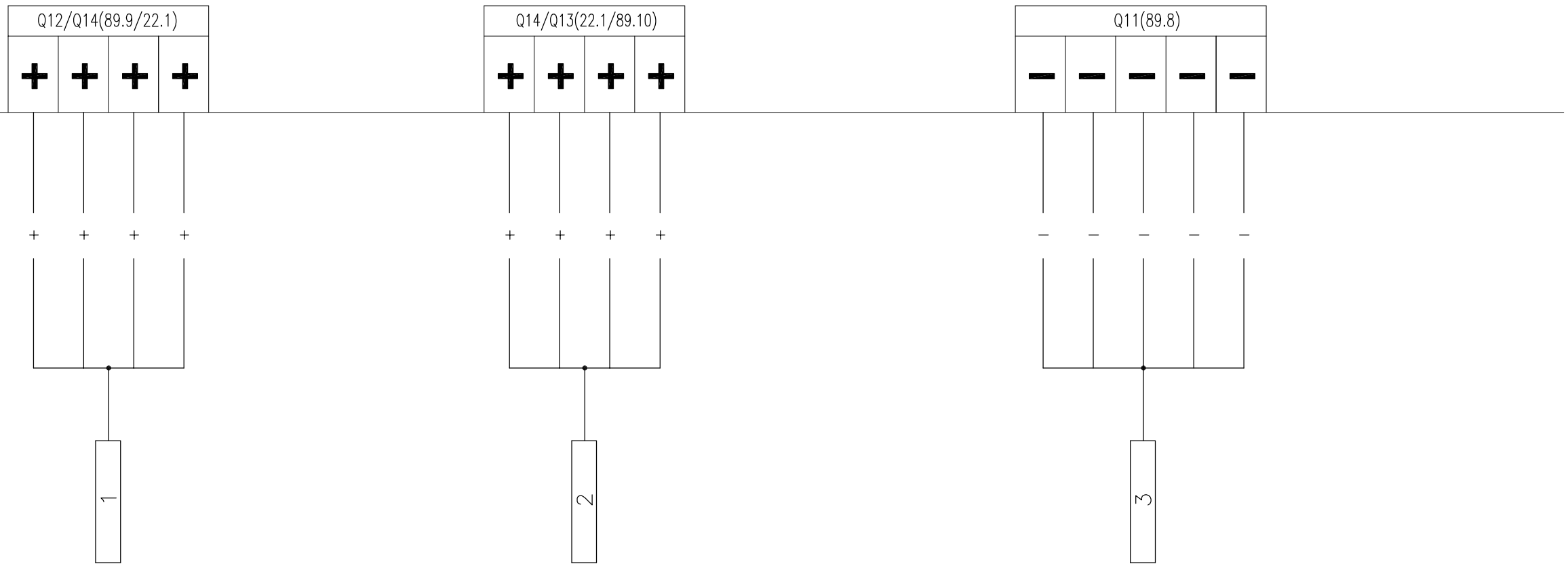
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501057) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 238

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
CUBICULO DE 1kVcc
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

CUB1kVcc

(E1)

CUBICULO DE 1kVcc
COLUNA 1
(DE.X/XX.XX/XX.XXX)



	ALIMENTAÇÃO		ALIMENTAÇÃO		ALIMENTAÇÃO	
	4x1c#400mm²		4x1c#400mm²		5x1c#400mm²	
	3º TRILHO VIA 1 T001–1		3º TRILHO VIA 1 T011–2		TRILHOS VIA 1 VP1	

OBSERVAÇÕES:

DESENHO	ESCALA		N° ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DI–501–0	0060
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.508	1

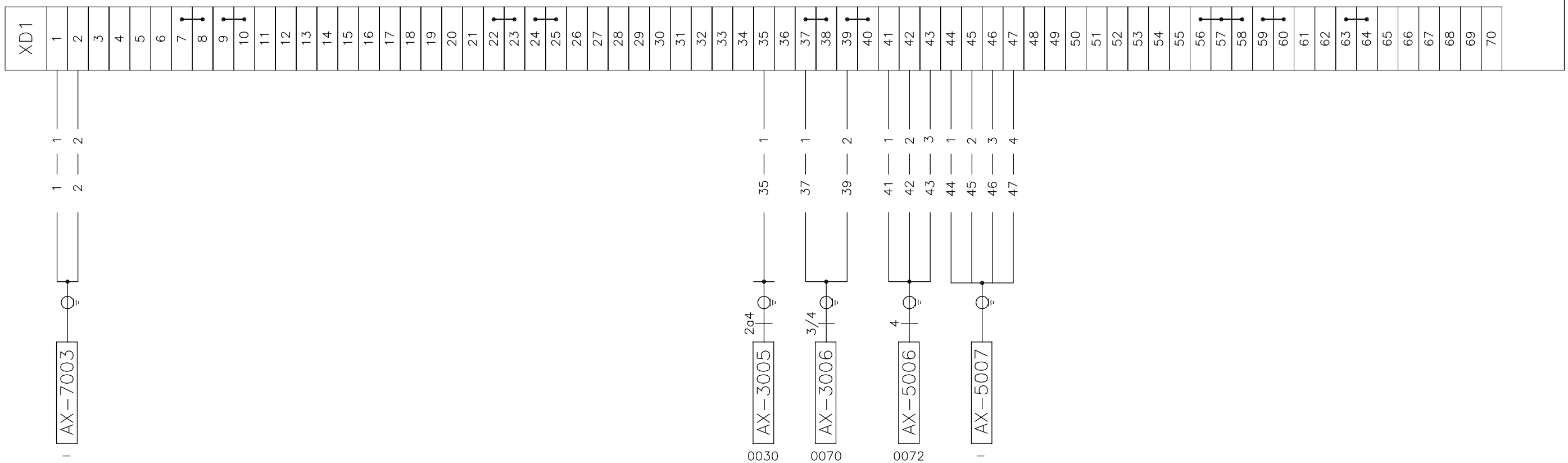
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501109857) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 230

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
CUBICULO DE 1kVcc
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

CUB1kVcc

CUBICULO DE 1kVcc
COLUNA 1
(DE.X/XX.XX/XX.XXX)

(E1)



ALIM		COMANDO		SINAL		
1x2c#4mm²		1x4c# 2,5mm²	1x4c# 2,5mm²	1x4c# 1,5mm²	1x4c# 1,5mm²	
PNL CA		CUB 1kVcc C1	QPC–AX/BX		UTR E	

OBSERVAÇÃO:

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DI–501–0	0061
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	CNNETRO DF	DG.4/EX.99/00.508	1

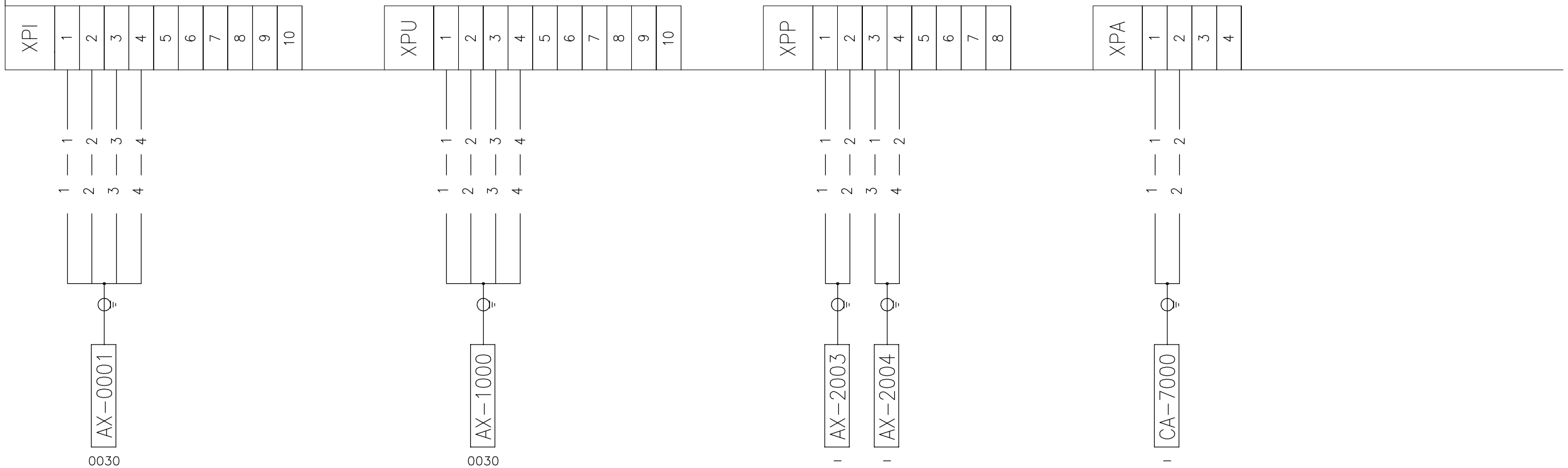
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501057) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 240

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – QPC–AX/BX
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

PCOM.QPC–AX/BX

PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – QPC–AX/BX
COLUNA 1
(DE.X/XX.XX/XX.XXX)

(K1) L.Esquerda



	MEDIÇÃO		PROTEÇÃO		ALIM		ALIM	
	1x4c#4mm²		1x4c#4mm²		1x2c#4mm²		1x2c#4mm²	
	CUB15.C1				PNL CC		PNL CA	

OBSERVAÇÃO:

DESENHO	ESCALA		N° ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DI–501–0	0070
ETAPA DO PROJETO	DATA	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.508	1

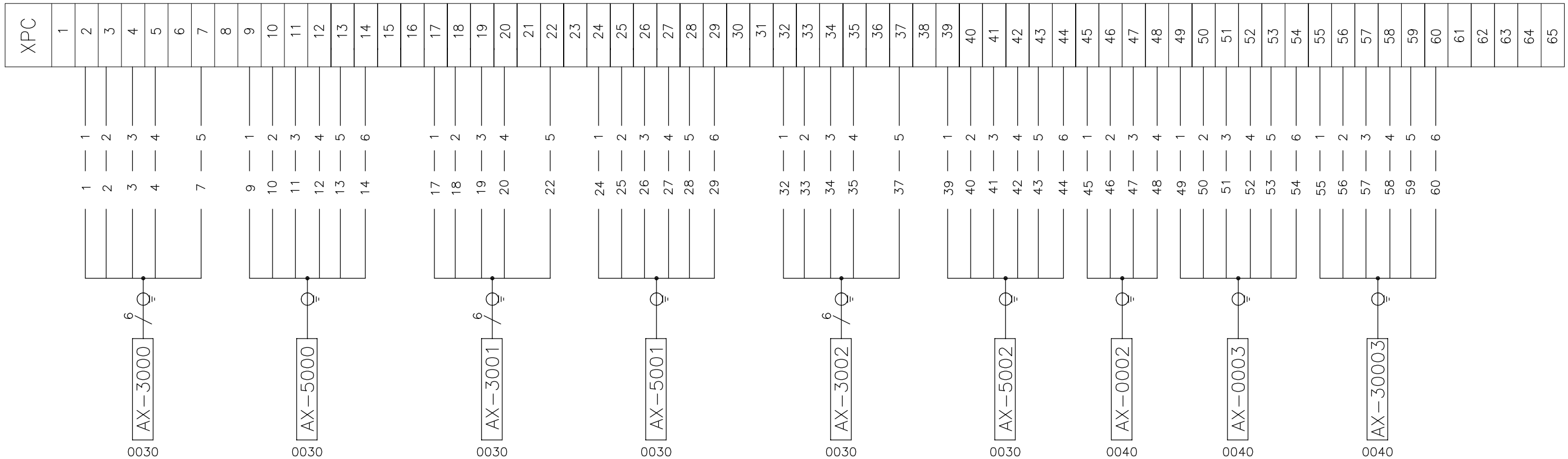
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501008957) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 241

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – QPC–AX/BX
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

PCOM.QPC–AX/BX

PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – QPC–AX/BX
COLUNA 1
(DE.X/XX.XX/XX.XXX)

(K1) L. Esquerda



	COMANDO		SINAL		COMANDO		SINAL		COMANDO		SINAL		MED.		MED.		COMANDO						
	1x6c#2,5mm²		1x6c#1,5mm²		1x6c#2,5mm²		1x6c#1,5mm²		1x6c#2,5mm²		1x6c#1,5mm²		1x4c#2,5mm²		1x6c#2,5mm²		1x6c#2,5mm²						
	CUB15.C1				CUB15.C1				CUB15.C1				TT1										

OBSERVAÇAO:

DESENHO	ESCALA		N° ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DI–501–0	0071
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.508	1

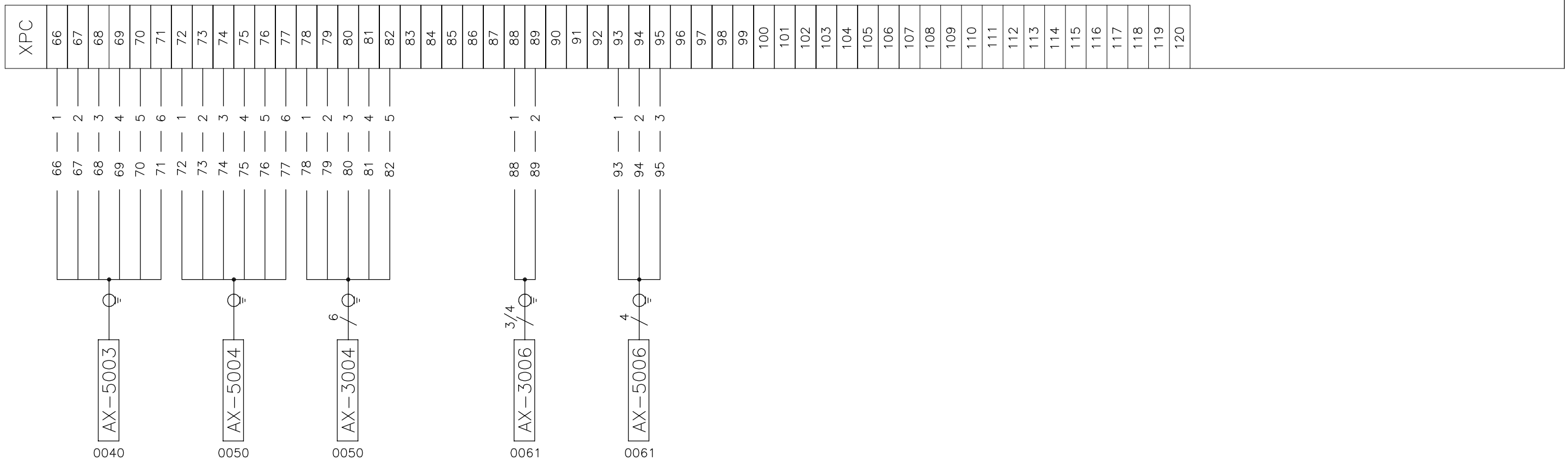
Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5510857) SEI 00037.000116841/2020-71 / pg. 242

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc – SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – QPC–AX/BX
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO

PCOM.QPC–AX/BX

PAINEL DE COMANDO E PROTEÇÃO – QPC–AX/BX
COLUNA 1
(DE.X/XX.XX/XX.XXX)

(K1) L. Direita



	SINAL		COMANDO				
	1x6c# 1,5mm²	1x6c# 1,5mm²	1x6c# 2,5mm²		1x4c# 2,5mm²	1x4c# 1,5mm²	
	TT1	RET1			CUB1kVcc		

OBSERVAÇÃO:

DESENHO ITF	ESCALA S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	Nº ENGEVIX P00160/01–5C–DI–501–0	FL. 0072
ETAPA DO PROJETO BÁSICO	DATA 15/12/14			CODIFICAÇÃO DG.4/EX.99/00.508	REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.508) (5501057) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 243

NNETRO DF METRÔ-DF	ENGEVIX	N° ENGEVIX P00160/01-5C-DL-501-0

SETOR	SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ-DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

PROPRIETÁRIO

IDYLIO THOMAZINI FILHO — Nº CREA 5060007017- SP

NOTA: DESENHOS DE REFERÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO. IDENTIFICAÇÕES ESPECÍFICAS DE IEDs, BORNES TERMINAIS, GRANDEZAS ELÉTRICAS, ETC, INDICADAS NESTE DOCUMENTO, SÃO ORIENTATIVAS. OS PROJETOS DE FABRICAÇÃO DEVEM ASSUMIR SUAS IDENTIFICAÇÕES PRÓPRIAS.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
		CONTRATADA				METRO-DF	
1	APROVADO CONFORME PARECER N° 0537/14-TPSF	15/12/14	ITF	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 103/14-TDME ENERGIA DE 20/06/14	20/06/14	WLJ	ECoA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER N° 030/14-TDME ENERGIA DE 20/03/14	22/05/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	06/01/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP

R E V I S Õ E S

METRO-DF

VISTO ELJ/RJF	DATA 06/01/14
APROV. RMP	DATA 15/12/14
ESCALA S/ESCALA	ETAPA DE PROJ. BÁSICO
Nº MÍDIA	FOLHA 1

SISTEMA	ENERGIA
SUB-SISTEMA	SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
LOCAL	GERAL
COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO	METRÔ - DF - PADRÃO DE ENGENHARIA SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc SETOR 13800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX - LT.1 DIAGRAMAS LÓGICOS
CODIFICAÇÃO	DG.4/EX.99/00.509
REVISÃO	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000) SEI 00097.00011681/2020 71 / pg. 244

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
REVISÕES

FOLHA	REV.	DESCRIÇÃO
TODAS	0	EMISSÃO INICIAL
TODAS	0A	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 030/14–TDME ENERGIA DE 20/03/14
TODAS	0B	REVISADO PARA ATENDER COMENTÁRIOS CONFORME PARECER Nº 103/14–TDME ENERGIA DE 20/06/14
TODAS	1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0537/14–TPSF F

FOLHA	REV.	

DESENHO	ESCALA		N° ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DL–501–0	0007
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.509	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000908) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 245

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc

SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

ÍNDICE

FOLHA	TÍTULO
0001	CAPA
0002	ÍNDICE
0007	REVISÕES
0008	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA, LEGENDA E NOTAS
0009	DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
0010	DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
0011	DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
0012	DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO
0020	(UPC1) – ESTADOS DO DISJUNTOR 52LT1
0030	(UPC1) – FECHAMENTO/ABERTURA DISJUNTOR 52LT1
0035	(UPC1) – DISJUNTOR 52LT1 ABERTURA BOBINA 1 – ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INSTANTÂNEAS – LT.1
0036	(UPC1) – DISJUNTOR 52LT1 ABERTURA BOBINA 1 – ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES TEMPORIZADAS – LT.1
0037	(UPC1) – DISJUNTOR 52LT1 ABERTURA BOBINAS 1 E 2 – 52LT1
0040	(UPC1) – ATUAÇÃO DA PROTEÇÃO FALHA DISJUNTOR (50/62BF)
0041	(UPC1) – LÓGICA 50SOTF
0048	(UPC1) – BLOQUEIO/DESBLOQUEIO DE FECHAMENTO DISJ. 52LT1
0055	(UPC1) – SINCRONISMO
0072	(UPC1) – SINAIS AQUISITADOS NA UPC1
0110	(UPC1) – UNIDADE DE PROTEÇÃO E CONTROLE – ENTRADAS E SAIDAS

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14

ENGEVIX ENGENHARIA S/A

NNETRO DF

Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0	FL.: 0002
CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV.: 1

Projeto Básico – Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550/10008) SEI 00097.0001168/2020 71 / pg. 246

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc

SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

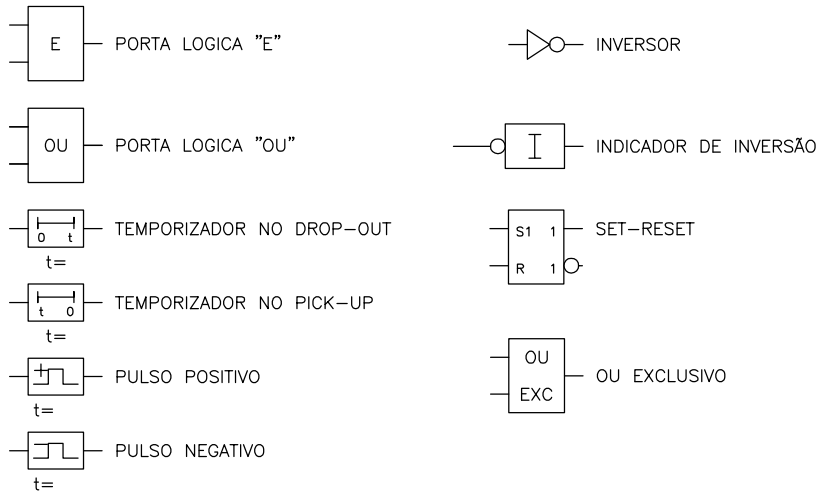
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA, LEGENDA E NOTAS

1 – REFERÊNCIA – DOCUMENTOS DE PROJETO

1 – DIAGRAMA TRIFILARES FUNCIONAL DA LT.1 – LADO 13,8kV N° (DG.4/EX.99/00.506)

2 – LEGENDAS

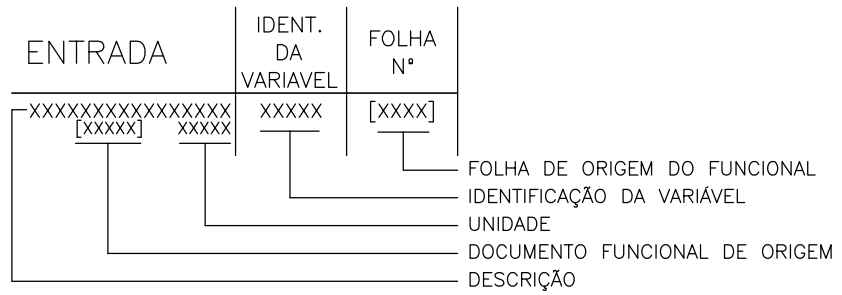
2.1 – IDENTIFICAÇÃO DAS FUNÇÕES



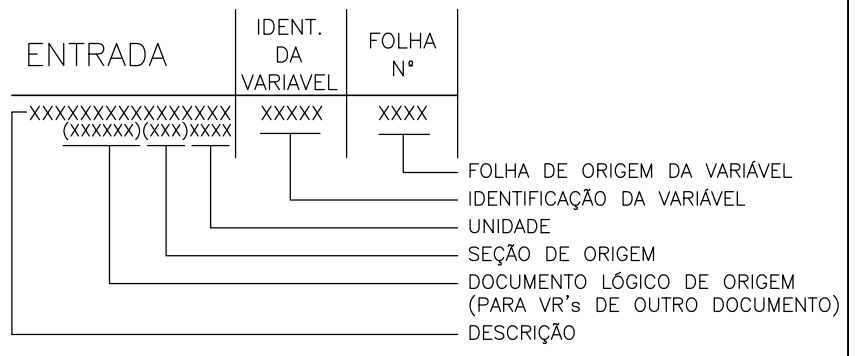
ED – ENTRADAS DIGITAIS
EP – ENTRADAS PROGRAMADAS
SD – SAÍDAS DIGITAIS

Vi – VARIÁVEIS INTERNAS ÀS IED's
VR – VARIÁVEIS DE REDE
VD – VARIÁVEIS ASSOCIADAS ÀS TELEPROTEÇÕES QUE TRAFEGA ENTRE AS SUBESTAÇÕES EXTREMAS DE UMA LT 13,8kV

2.2 – IDENTIFICAÇÃO DE ENDEREÇAMENTO DE SINAIS



2.3 – IDENTIFICAÇÃO DE ENDEREÇAMENTO DE VARIÁVEIS



3– NOTAS

4– CONFIGURAÇÃDO DE PENAS PARA PLOTER.

CONFIGURAÇÃO DAS PENAS PARA PLOTER

PENA	COR	ESPESSURA
1	RED (Vermelho)	0,18
2	COLOR 40 (laranja)	0,30
3	GREEN (Verde)	0,50
4	CYAN (Azul Claro)	0,20
5	BLUE (Azul)	0,40
6	MAGENTA (Rosa)	0,70
7	WHITE (Branco)	0,08

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	N° ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509

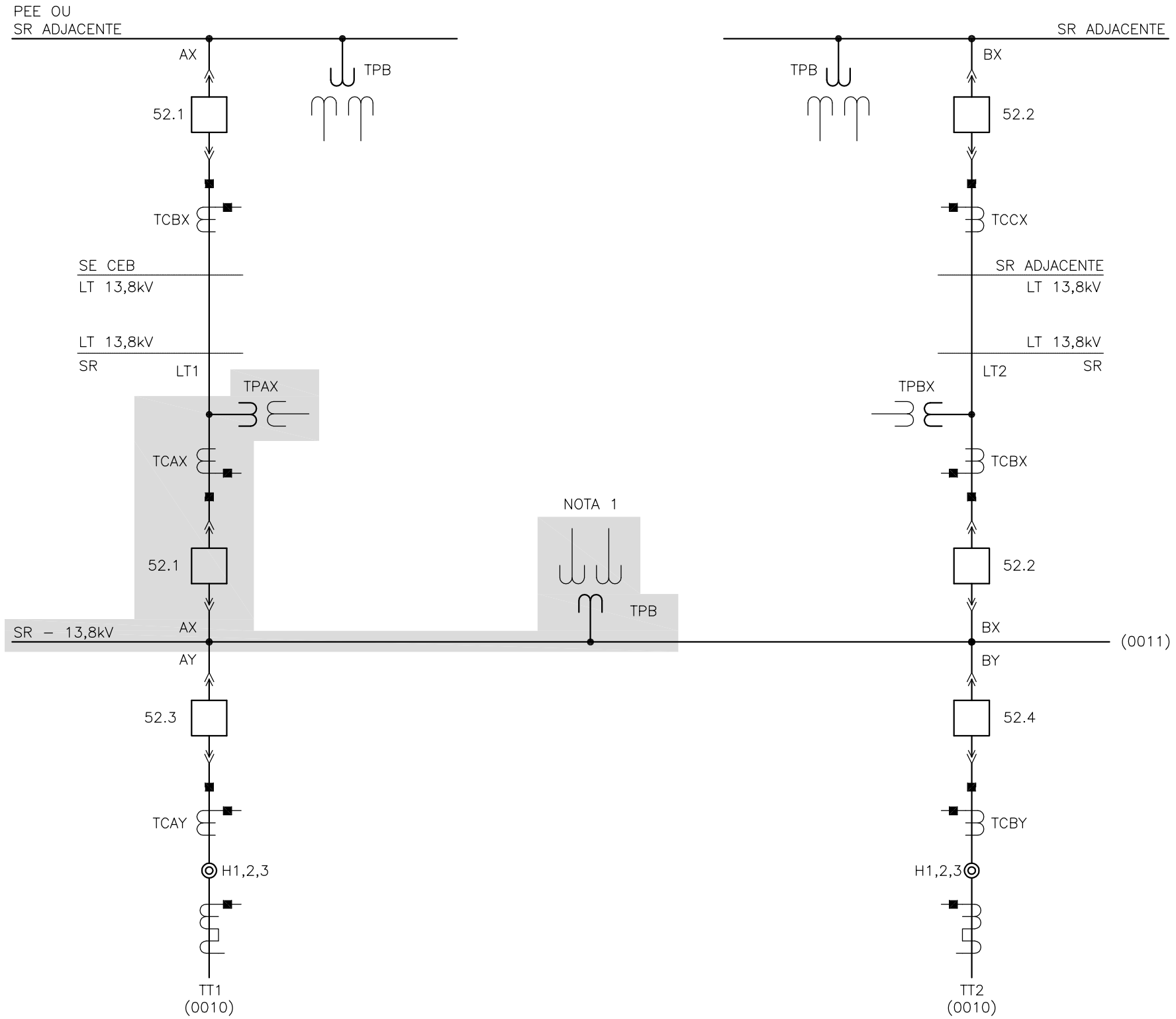
NNETRO DF

FL. 0008

REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000) - SEI 00007.000116814/2020-71 / pg. 247

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO



NOTA:
1 – O SOMBREAMENTO MOSTRA A ABRANGÊNCIA DESTE DOCUMENTO.

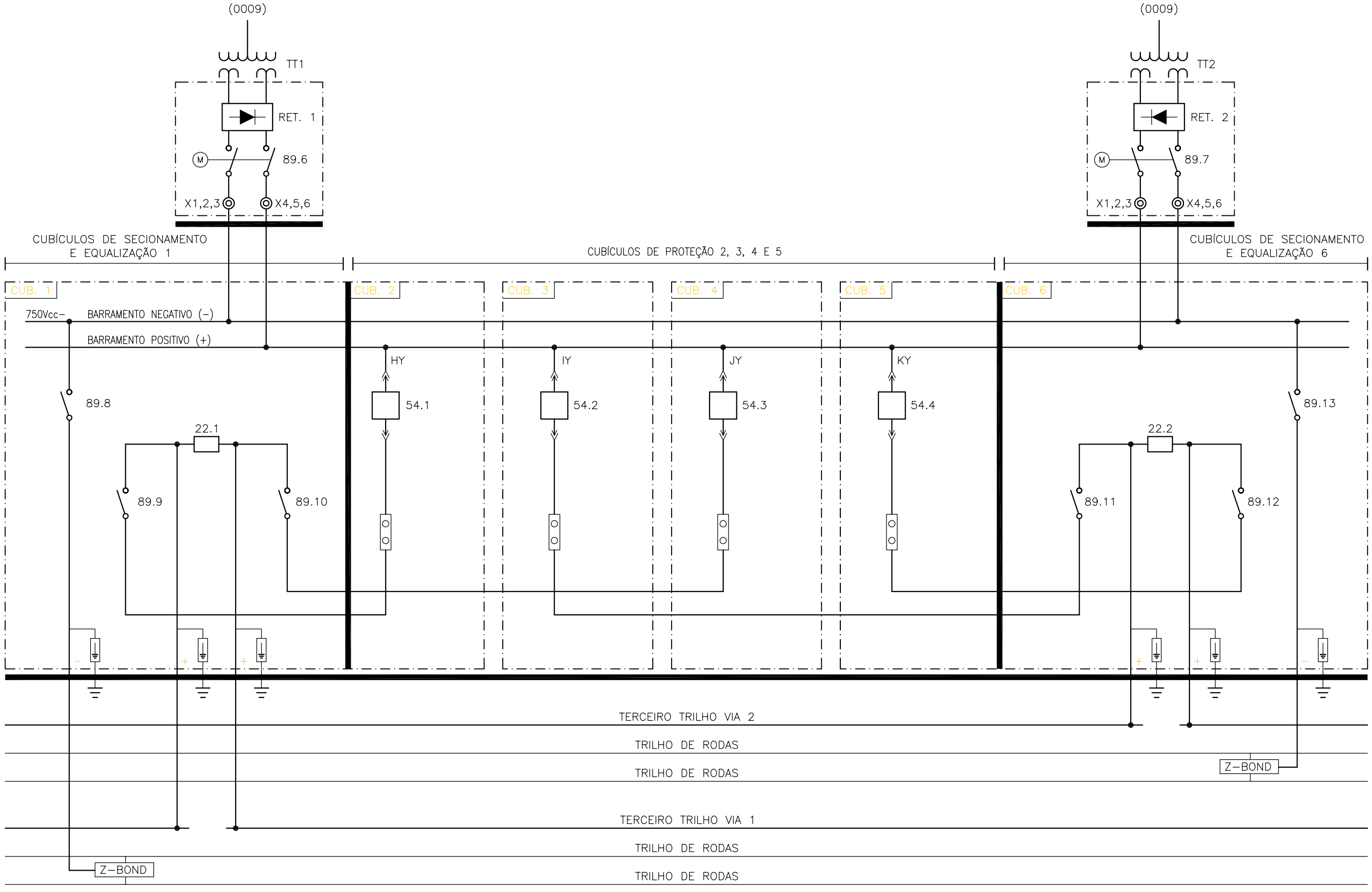
DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DL–501–0	0009
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.509	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501009) SEI 00037.000116814/2020-71 / pg. 248

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc

SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO



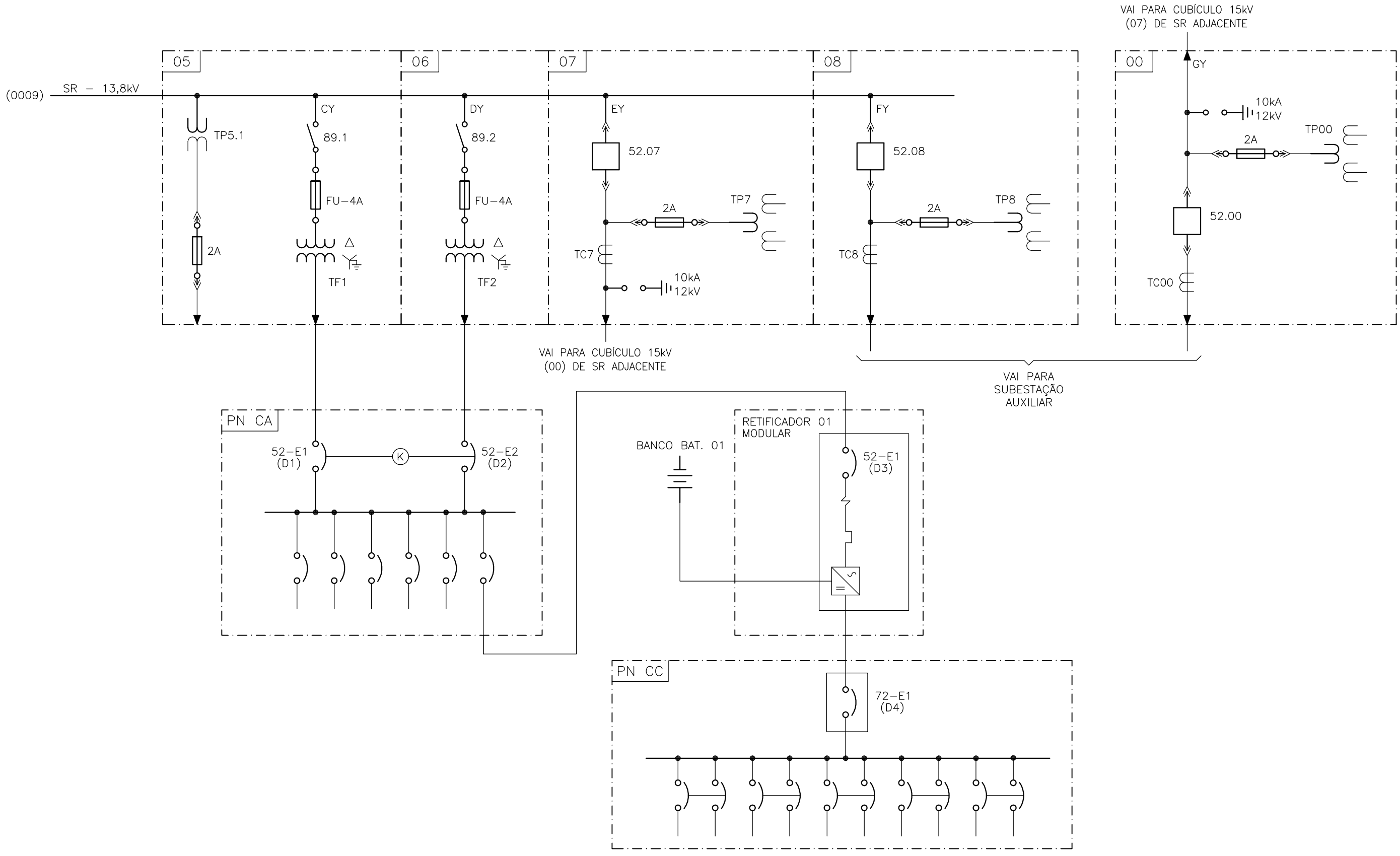
DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	P00160/01–5C–DL–501–0	FL. 0010
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000B) SEI 00097.000116814/2020-71 / pg. 240

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc

SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1

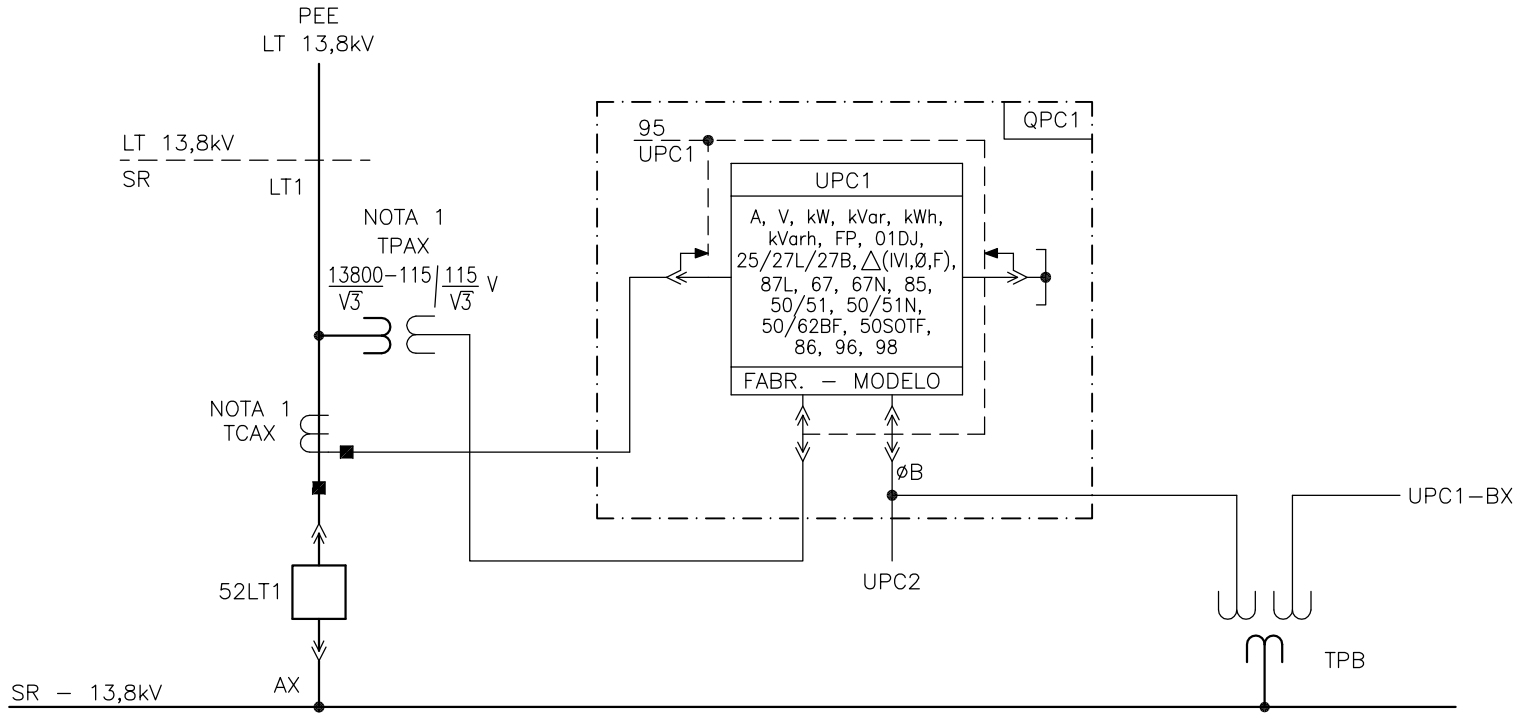
DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO



DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DL–501–0	FL. 0011
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV. 1

Projeto Básico – Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000) SEI 00097.0001168/2020 71 / pg. 250

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTEÇÃO E MEDIÇÃO

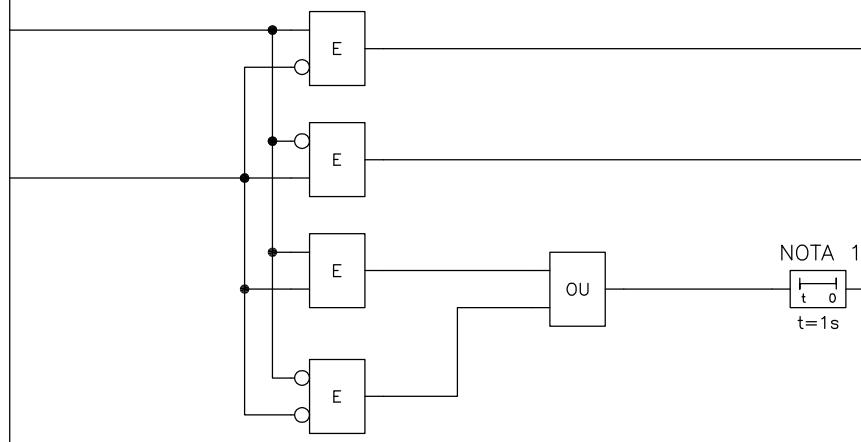


NOTA 1 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, CLASSE DE PRECISÃO E Nº DE ENROLAMENTOS SECUNDÁRIOS VER ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA CORRESPONDENTE.

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DL–501–0	0012
ETAPA DO PROJETO	DATA	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14		DG.4/EX.99/00.509	1

Projeto Básico – Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550100098) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 251

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1 (UPC1) – ESTADOS DO DISJUNTOR 52LT1	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
DISJ. 52LT1 – ABERTO	ED001	[0403]		Vi013	0030,0048, 0055,0072	DISJ. 52LT1 – ABERTO
DISJ. 52LT1 – FECHADO	ED002	[0403]		Vi014	0030,0040 0072	DISJ. 52LT1 – FECHADO
				Vi	0072	DISJ. 52LT1 – INDEFINIDO



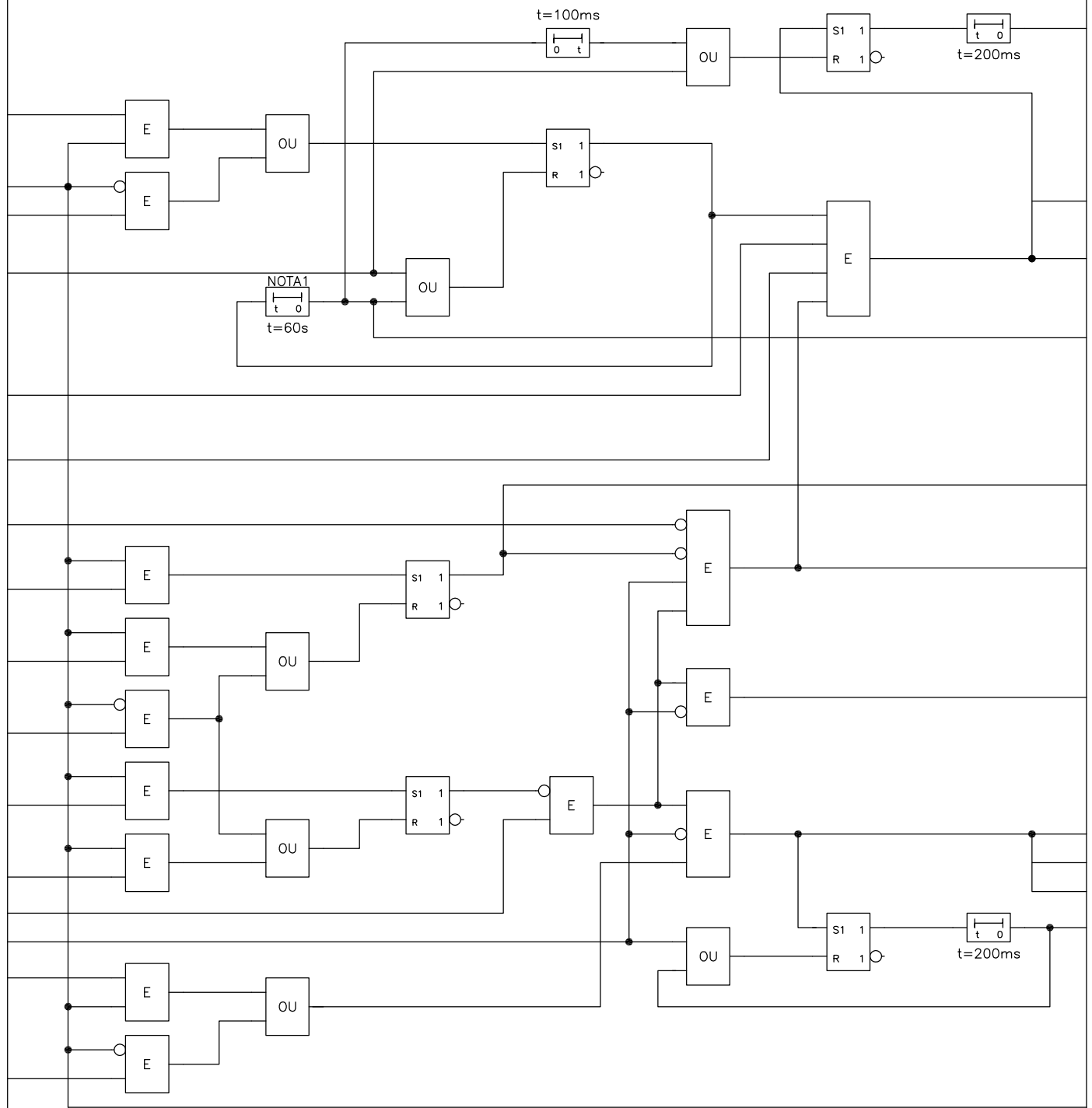
NOTA 1 – TEMPO DE REFERÊNCIA.

DESENHO	ESCALA		Nº ENGEVIX	FL.
ITF	S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DL–501–0	0020
ETAPA DO PROJETO	DATA		CODIFICAÇÃO	REV.
BÁSICO	15/12/14	NNETRO DF	DG.4/EX.99/00.509	1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550100008) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 252

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº
COMANDO DE FECHAR: (IHM–CCO) DISJ. 52LT1 – FECHAR	EP	–
(IHM–UPC1) SELEÇÃO L/R – REMOTO	EP001	–
(IHM–UPC1) DISJ. 52LT1 – FECHAR	EP011	–
INTERTRAVAMENTO: DISJ. 52LT1 – FECHADO	Vi014	0020
DISJ. 52LT1 – SINC. VERIF. OU DISJ. ISOLADO	Vi031	0055
DISJ. 52LT1 – ISOLADO	Vi030	0055
DISJ. 52LT1 – BLOQ. FECH.	Vi028	0048
(IHM–CCO) COLOCAR CARTÃO AMARELO LINHA VIVA	EP	–
(IHM–CCO) RETIRAR CARTÃO AMARELO LINHA VIVA	EP	–
(IHM–UPC1) RETIRAR CARTÕES	EP003	–
(IHM–CCO) COLOCAR CARTÃO VERMELHO NÃO OPERE	EP	–
(IHM–CCO) RETIRAR CARTÃO VERMELHO NÃO OPERE	EP	–
DISJ. 52LT1 – CHAVE 43LR/R – POS. REMOTO	ED007	[0403]
DISJ. 52LT1 – ABERTO	Vi013	0020
COMANDO DE ABRIR: (IHM–CCO) DISJ. 52LT1 – ABRIR	EP	–
(IHM–UPC1) DISJ. 52LT1 – ABRIR	EP013	–

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
(UPC1) – FECHAMENTO/ABERTURA DISJUNTOR 52LT1



IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
Vi	0072	DISJ. 52LT1 – COM. FECH. NÃO REALIZADO
Vi	0072	DISJ. 52LT1 – ORDEM DE FECHAR
NOTA 2 SD001	[0120]	DISJ. 52LT1 – FECHAR
Vi	0072	DISJ. 52LT1 – FECH. MANUAL ABORTADO
Vi032	0072	CARTÃO AMARELO COLOCADO
Vi	0072	DISJ. 52LT1 – PERMISSÃO FECHAR
Vi	0072	DISJ. 52LT1 – PERMISSÃO ABRIR
NOTA 2 SD002	[0130]	DISJ. 52LT1 – BOB. 1 – ABRIR
SD004	[0140]	DISJ. 52LT1 – BOB. 2 – ABRIR
Vi	0072	DISJ. 52LT1 – ORDEM DE ABRIR
Vi	0072	DISJ. 52LT1 – COM. ABERT. NÃO REALIZADO
EP	0041	(IHM–UPC1) SELEÇÃO L/R – REMOTO

NOTA 1 – TEMPO DE REFERÊNCIA.
NOTA 2 – OS PULSOS PARA FECHAR OS CONTATOS DEVERÃO TER DURAÇÃO MÍNIMA DE 100ms.

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	FL.: 0030
		CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000) SEI 00037.000116814/2020-71 / pg. 252

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1 (UPC1) – DISJUNTOR 52LT1 ABERTURA BOBINA 1 – ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INSTANTÂNEAS – LT.1	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
ATUAÇÃO PROTEÇÃO (87L) ØA	Vi094	0110				
ATUAÇÃO PROTEÇÃO (67) INST. ØA	Vi118	0110		Vi071	0037,0072	ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØA
ATUAÇÃO PROTEÇÃO (87L) ØB	Vi095	0110				
ATUAÇÃO PROTEÇÃO (67) INST. ØB	Vi119	0110		Vi072	0037,0072	ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØB
ATUAÇÃO PROTEÇÃO (87L) ØV	Vi096	0110				
ATUAÇÃO PROTEÇÃO (67) INST. ØV	Vi120	0110		Vi073	0037,0072	ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØV
67N INSTANTÂNEO	Vi107	0110		Vi074	0037,0072	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67N INSTANTÂNEO
SEÇÃO AX ABERTA	Vi036	0055		VD011	–	ENVIO POTT (67, 67N, INST.) SE REMOTA – UPC1
RECEPÇÃO POTT (67, 67N, INST.)	VD002	–		Vi	0072	ENVIO POTT (67, 67N, INST.) SE REMOTA – UPC1

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0	FL.: 0035
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000B) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 254

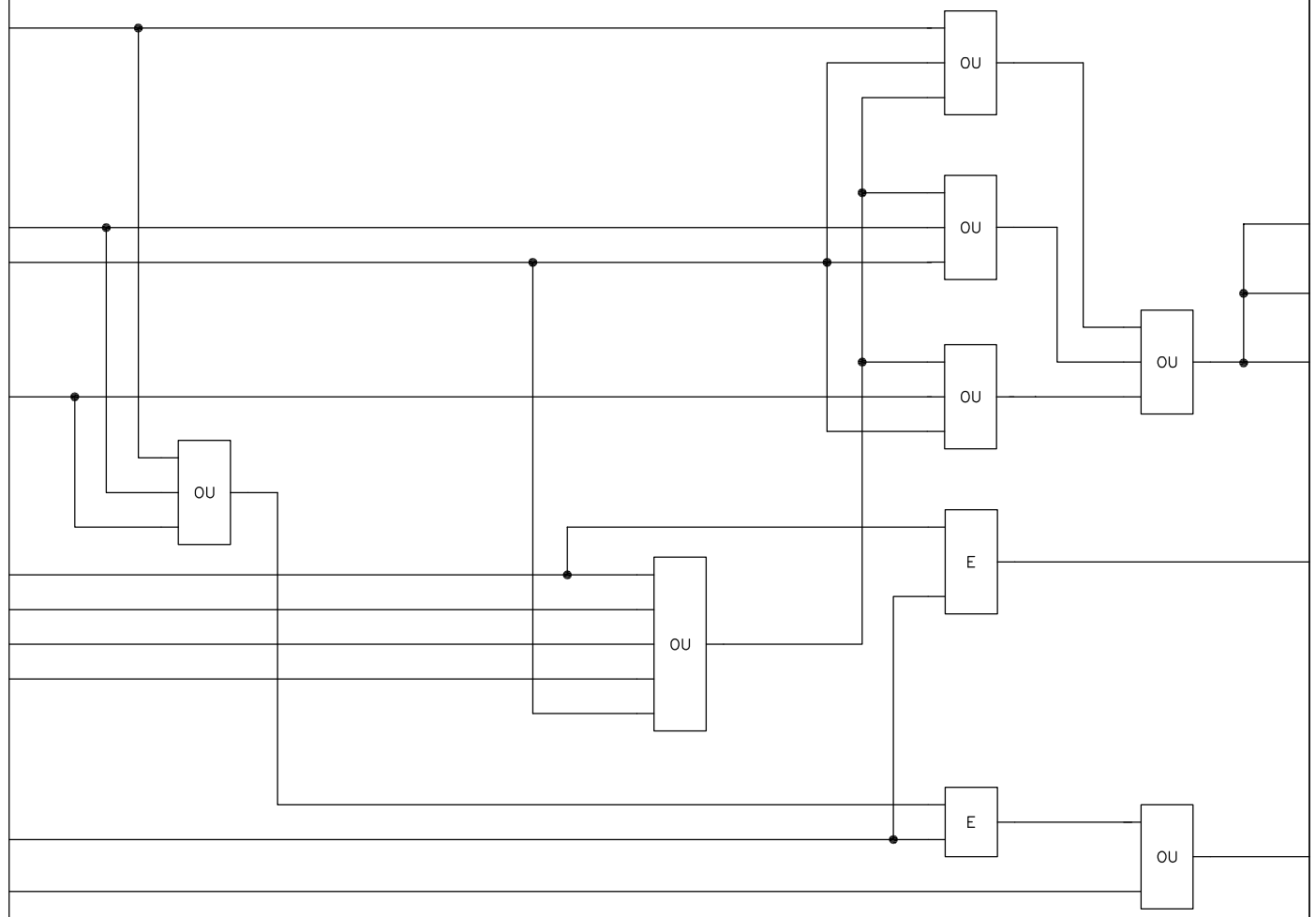
ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1 (UPC1) – DISJUNTOR 52LT1 ABERTURA BOBINA 1 – ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES TEMPORIZADAS – LT.1	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67N TEMP.	Vi112	0110	OU	Vi078	0037	ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES TEMPORIZADAS
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67 TEMP.	Vi121	0110				
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 51 TEMP.	Vi092	0110				
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 51N TEMP.	Vi093	0110				

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DL-501-0	FL.: 0036
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550100008) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 255

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
(UPC1) – DISJUNTOR 52LT1 ABERTURA BOBINAS 1 E 2 – 52LT1

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº
ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØA	Vi071	0035
ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØB	Vi072	0035
RECEPÇÃO DE TDD SE REMOTA	VD001	–
ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØV	Vi073	0035
PROTEÇÃO 50SOTF – ATUADO	Vi085	0041
ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES TEMPORIZADAS	Vi078	0036
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 50N INST.	Vi137	0110
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67N INSTANTÂNEO	Vi074	0035
UPC1 – PENTE DE TESTE – NÃO INSERIDO	Vi124	0040
FALHA DISJ. 52LT1	Vi	0040



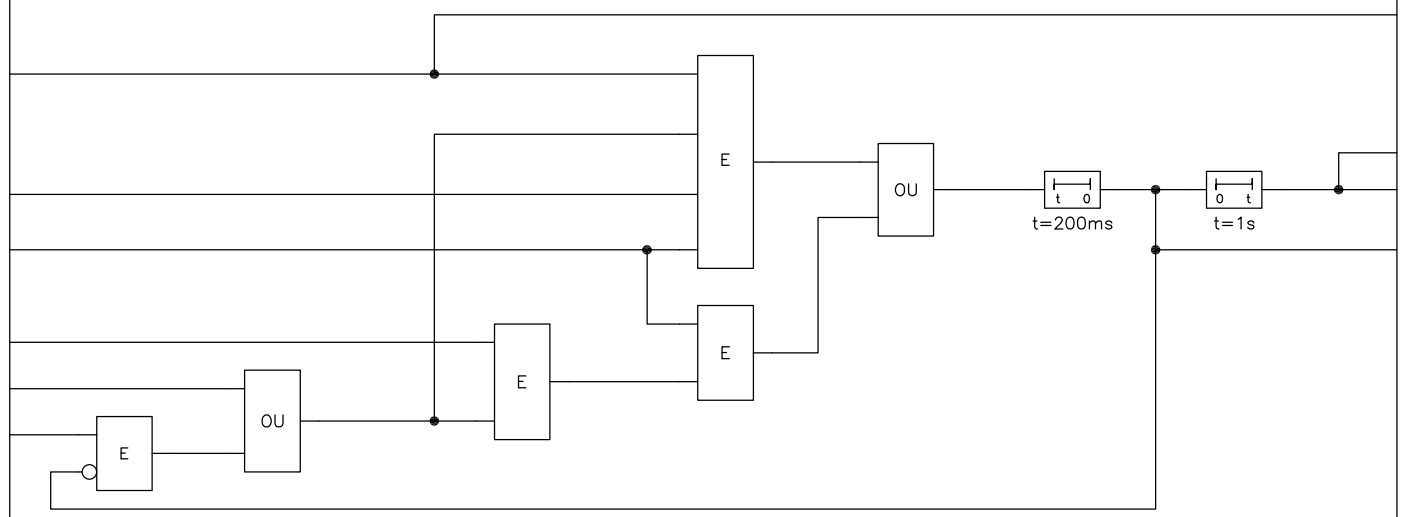
IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
SD003	[0130]	DISJ. 52LT1 – ABERTURA BOBINA 1
SD005	[0140]	DISJ. 52LT1 – ABERTURA BOBINA 2
Vi126	0040	PART. FALHA POR ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INTERNAS À UPC1
Vi081	0048	BLOQUEIO DISJ. 52LT1
VD010	–	ENVIO TDD SE REMOTA – UPC1

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A		Nº ENGEVIX: P00160/01-5C-DL-501-0	FL.: 0037
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14		NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000008) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 256

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº
UPC1 – PENTE DE TESTE – NÃO INSERIDO	ED012	[0405]
DISJ. 52LT1 – FECHADO	Vi014	0020
DISJ. INSERIDO	Vi001	0055
PRESENÇA DE CORRENTE	Vi125	0110
PART. FALHA POR ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INTERNAS À UPC1	Vi126	0037
PART. FALHA POR ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES EXTERNAS À UPC1	ED026	[0407]

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
(UPC1) – ATUAÇÃO DA PROTEÇÃO FALHA DISJUNTOR (50/62BF)



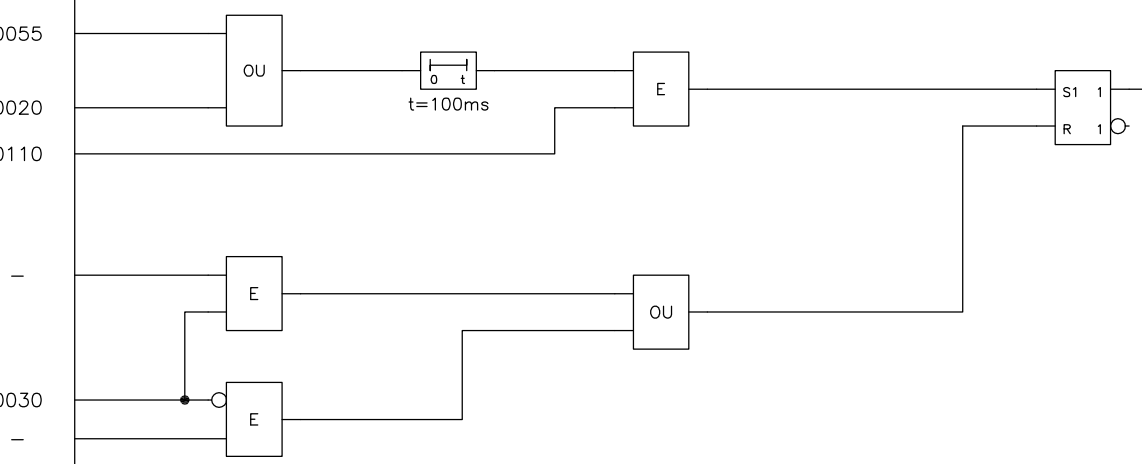
IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
Vi124	0037	UPC1 – PENTE DE TESTE – NÃO INSERIDO
Vi	0037	FALHA DISJ. 52LT1
SD006	[0150]	FALHA DISJ. 52LT1
Vi084	0048	FALHA DISJ. 52LT1

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0	FL.: 0040
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV.: 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550100008) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 257

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº
DISJ. INSERIDO	Vi001	0055
DISJ. FECHADO	Vi014	0020
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 50SOTF	Vi115	0110
(IHM–CCO) – RESET 50SOTF	EP	–
(IHM–UPC1) SELEÇÃO L/R – REMOTO	EP	0030
(IHM–UPC1) – RESET 50SOTF	EP	–

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
(UPC1) – LÓGICA 50SOTF



IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
Vi085	0037	PROTEÇÃO 50SOTF – ATUADO

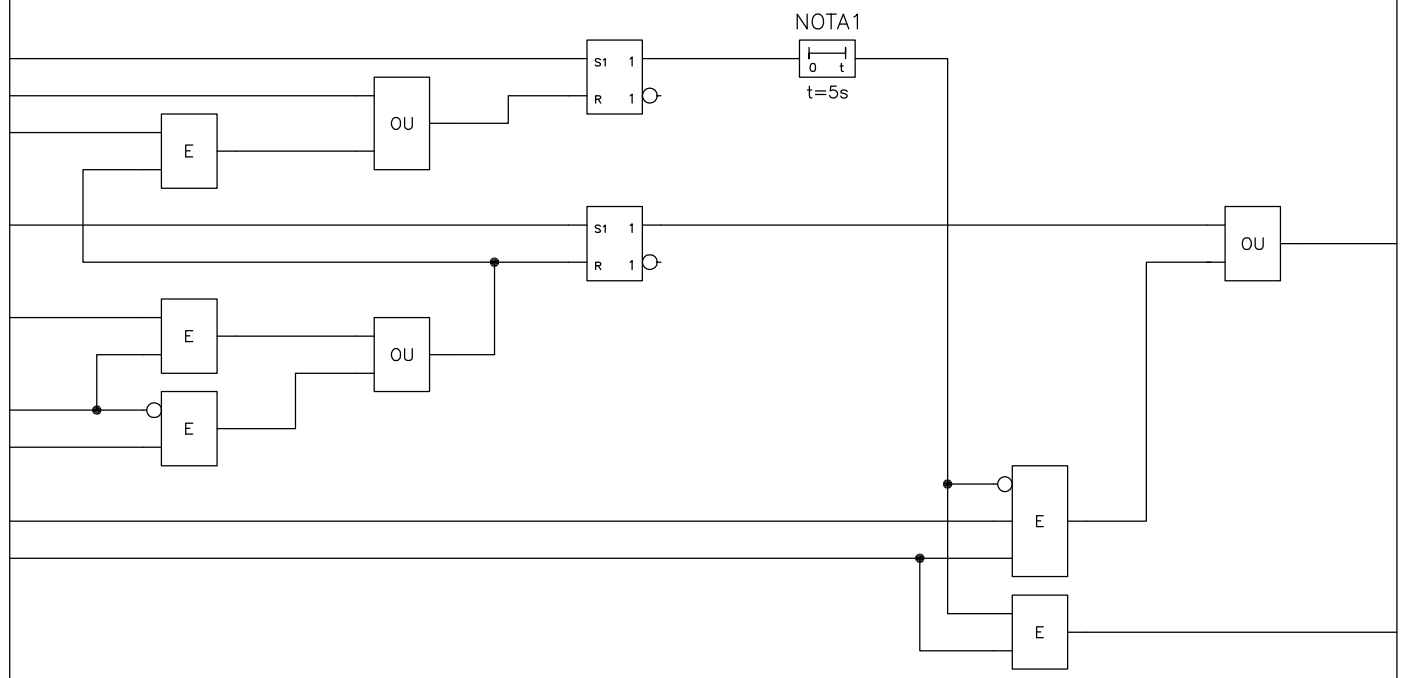
DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509

FL. 0041
REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550100008) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 258

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº
FALHA DISJ. 52LT1	Vi084	0040
DISJ. 52LT1 – ISOLADO	Vi030	0055
DISJ. 52LT1 – ABERTO	Vi013	0020
BLOQUEIO DE FECHAMENTO DISJUNTOR: BLOQUEIO DISJ. 52LT1	Vi081	0037
TRANSFERÊNCIA DESBLOQUEIO: (IHM–CCO) DISJ. 52LT1 – DESBLOQUEIO	EP	–
(IHM–UPC1) SELEÇÃO L/R – REMOTO	EP001	–
(IHM–UPC1) DISJ. 52LT1 – DESBLOQUEIO	EP014	–
BLOQ. FECH. DISJ. POR ABERT. FALHA DISJ. ADJ.: FALHA DISJ. 52LT1 E ADJACENTES	ED020	[0406]
DISJ. INSERIDO	Vi001	0055

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
(UPC1) – BLOQUEIO/DESBLOQUEIO DE FECHAMENTO DISJ. 52LT1



SAÍDA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº
DISJ. 52LT1 – BLOQ. FECH.	Vi028	0030
DISJ. 52LT1 – BLOQ. FECH. FALHA ADJ.	SD007	[0161]

NOTA 1 – TEMPO DE REFERÊNCIA.

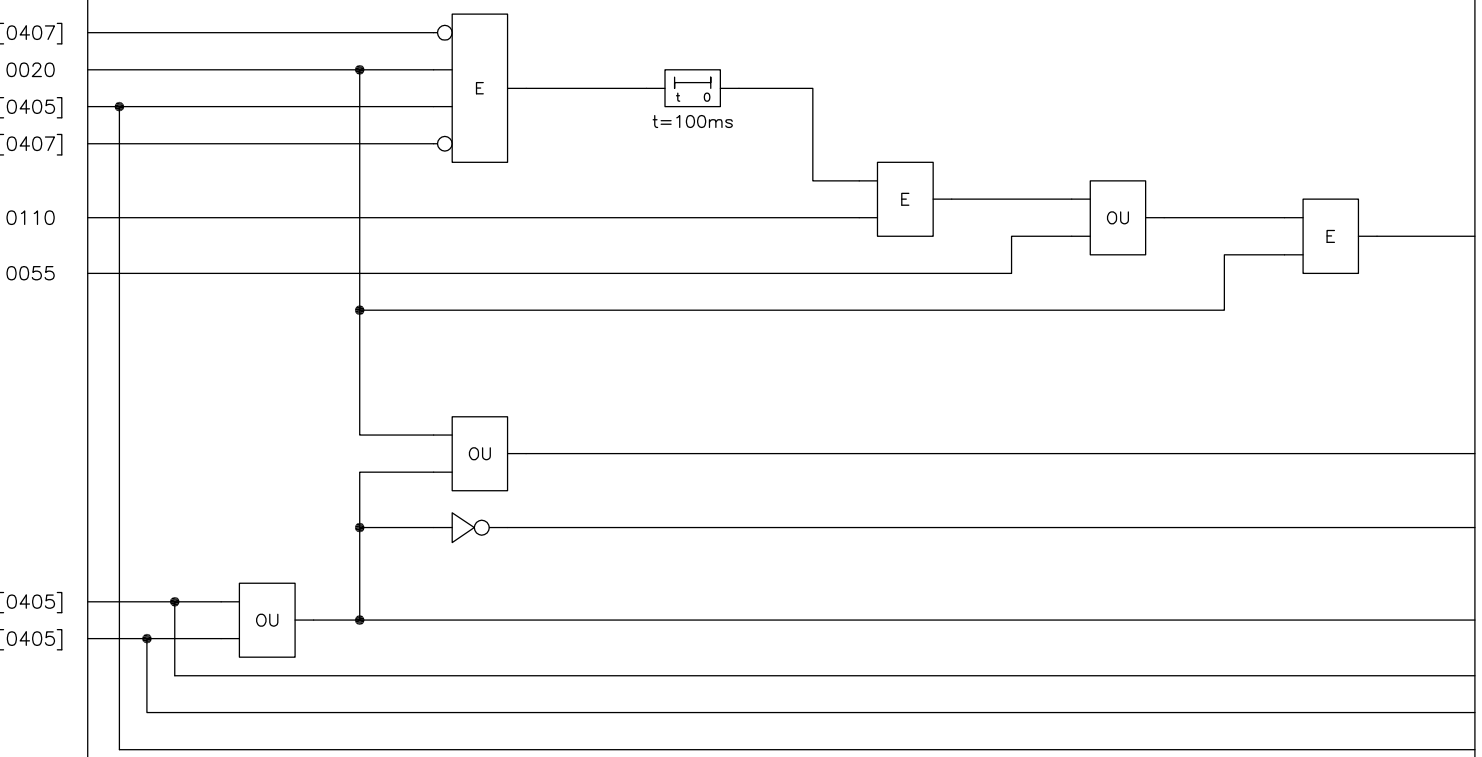
DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509

FL. 0048
REV. 1

Projeto Básico – Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550100098) – SEI 00097.0001168/2020 71 / pg. 259

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº
TPB (ENROL. Y) – ABERTO	ED027	[0407]
DISJ. 52LT1 – ABERTO	Vi013	0020
DISJ. INSERIDO	ED015	[0405]
TPAX (ENROL. Y) – ABERTO	ED025	[0407]
SINC. VERIF.	Vi043	0110
DISJ. 52LT1 – ISOLADO	Vi030	0055
DISJ. EXTRAÍDO	ED013	[0405]
DISJ. EM TESTE	ED014	[0405]

SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc
SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1
(UPC1) – SINCRONISMO



SAÍDA	FOLHA Nº	IDENT. DA VARIAVEL
DISJ. 52LT1 – SINC. VERIF. OU DISJ. ISOLADO	0030	Vi031
SEÇÃO AX – ABERTA	0035	Vi036
DISJ. 52LT1 – EM SERVIÇO	0072	Vi029
DISJ. 52LT1 – ISOLADO	0030,0048, 0055,0072	Vi030
DISJ. EXTRAÍDO	0072	Vi
DISJ. EM TESTE	0072	Vi
DISJ. INSERIDO	0040,0041, 0048,0072	Vi001

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	Nº ENGEVIX: P00160/01–5C–DL–501–0	FL.: 0055
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV.: 1

Projeto Básico – Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000B) SEI 00037.000116814/2020-71 / pg. 260

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1 (UPC1) – SINAIS AQUISITADOS NA UPC1	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
DISJ. 52LT1 – MOLA DESCARREGADA	ED003	[0403]		VR505	–	DISJ. 52LT1 – MOLA DESCARREGADA
DISJ. 52LT1 – SUPERVISÃO ABERT. BOB. 1	ED004	[0403]		VR506	–	DISJ. 52LT1 – SUPERVISÃO ABERT. BOB. 1
DISJ. 52LT1 – SUPERVISÃO ABERT. BOB. 2	ED005	[0403]		VR507	–	DISJ. 52LT1 – SUPERVISÃO ABERT. BOB. 2
DISJ. 52LT1 – FALTA TENSÃO CA CIRC. MOTOR	ED006	[0403]		VR508	–	DISJ. 52LT1 – FALTA TENSÃO CA CIRC. MOTOR
POL. BATERIA 1 – FALTA 125Vcc	ED008	[0404]		VR509	–	POL. BATERIA 1 – FALTA 125Vcc
DISJ. 52LT1 – FECH. E DESLIG. BOBINA 1 – FALTA 125Vcc	ED010	[0405]		VR511	–	DISJ. 52LT1 – FECH. E DESLIG. BOBINA 1 – FALTA 125Vcc
DISJ. 52LT1 – DESLIGAMENTO BOBINA 2 – FALTA 125Vcc	ED011	[0405]		VR512	–	DISJ. 52LT1 – DESLIGAMENTO BOBINA 2 – FALTA 125Vcc
QPC–4AX/BX – FALTA CA	ED016	[0405]		VR514	–	QPC–4AX/BX – FALTA CA
SWITCHES – FALHA INTERNA	ED018	[0406]		VR515	–	SWITCHES – FALHA INTERNA
UPC1–BX – FALTA 125Vcc	ED029	[0407]		VR525	–	UPC1–BX – FALTA 125Vcc
CUBÍCULO 15kV – CIRCUITO ILUM., AQUEC., TOMADA – FALTA 125Vcc	ED017	[0405]		VR	–	CUBÍCULO 15kV – CIRCUITO ILUM., AQUEC., TOMADA – FALTA 125Vcc
DISJ. 52LT1 – SELETORA L/R EM REMOTO	ED007	[0403]		VR	–	DISJ. 52LT1 – SELETORA L/R EM REMOTO
DISJ. 52LT1 – ABERTO	Vi013	0020		VR	–	DISJ. 52LT1 – ABERTO
DISJ. 52LT1 – FECHADO	Vi014	0020		VR	–	DISJ. 52LT1 – FECHADO
DISJ. 52LT1 – INDEFINIDO	Vi	0020		VR	–	DISJ. 52LT1 – INDEFINIDO
DISJ. 52LT1 – COM. FECH. NÃO REALIZADO	Vi040	0030		VR	–	DISJ. 52LT1 – COM. FECH. NÃO REALIZADO
DISJ. 52LT1 – ORDEM DE FECHAR	Vi	0030		VR	–	DISJ. 52LT1 – ORDEM DE FECHAR
DISJ. 52LT1 – FECH. MANUAL ABORTADO	Vi	0030		VR	–	DISJ. 52LT1 – FECH. MANUAL ABORTADO
CARTÃO AMARELO COLOCADO	Vi	0030		VR	–	CARTÃO AMARELO COLOCADO
DISJ. 52LT1 – PERMISSÃO FECHAR	Vi	0030		VR	–	DISJ. 52LT1 – PERMISSÃO FECHAR
DISJ. 52LT1 – PERMISSÃO ABRIR	Vi	0030		VR	–	DISJ. 52LT1 – PERMISSÃO ABRIR
DISJ. 52LT1 – ORDEM DE ABRIR	Vi	0030		VR	–	DISJ. 52LT1 – ORDEM DE ABRIR
DISJ. 52LT1 – COM. ABERT. NÃO REALIZADO	Vi	0030		VR	–	DISJ. 52LT1 – COM. ABERT. NÃO REALIZADO
ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØA	Vi071	0035		VR	–	ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØA
ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØB	Vi072	0035		VR	–	ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØB
ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØV	Vi073	0035		VR	–	ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES INST. – ØV
ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67N INSTANTÂNEO	Vi074	0035		VR	–	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67N INSTANTÂNEO
ENVIO POTT (67N, INST.) CANAL 2 – SE REMOTA – UPC1	Vi	0035		VR	–	ENVIO POTT (67N, INST.) CANAL 2 – SE REMOTA – UPC1
DISJ. 52LT1 – EM SERVIÇO	Vi029	0055		VR	–	DISJ. 52LT1 – EM SERVIÇO
DISJ. 52LT1 – ISOLADO	Vi030	0055		VR	–	DISJ. 52LT1 – ISOLADO
DISJ. EXTRAÍDO	Vi	0055		VR	–	DISJ. EXTRAÍDO
DISJ. EM TESTE	Vi	0055		VR	–	DISJ. EM TESTE
UPC1–BX – FALHA INTERNA	ED030	[0407]		VR	–	UPC1–BX – FALHA INTERNA
DISJ. INSERIDO	Vi001	0055		VR	–	DISJ. INSERIDO
ATUAÇÃO FALHA DISJ. 52LT1	ED009	[0404]		VR	–	ATUAÇÃO FALHA DISJ. 52LT1

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	NNETRO DF	P00160/01–5C–DL–501–0	FL. 0072
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14			CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509	REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (5501000B) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 261

ENTRADA	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SUBESTAÇÃO DE REFERÊNCIA 13800Vca/637Vca/750Vcc SETOR 13800Vca – VÃO A – SEÇÃO AX – LT.1 (UPC1) – UNIDADE DE PROTEÇÃO – ENTRADAS E SAÍDAS	IDENT. DA VARIAVEL	FOLHA Nº	SAÍDA
			NOTA 1			
			UPC1 FAB: MOD:			
4TCAX – IA	Ai1	[0051]		Vi043	0055,0056	SINCRONISMO VERIFICADO
4TCAX – IB	Ai2	[0051]		Vi089	NOTA 2	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (50) INST. ØA
4TCAX – IV	Ai3	[0051]		Vi090	NOTA 2	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (50) INST. ØB
4TCAX – IN	Ai4	[0051]		Vi091	NOTA 2	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (50) INST. ØV
4TPAX – VA	Av1	[0051]		Vi092	0036	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (51) TEMP.
4TPAX – VB	Av2	[0051]		Vi093	0036	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (51N) TEMP.
4TPAX – VV	Av3	[0051]		Vi094	0035	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (87L) ØA
VB – BP	Av4	[0051]		Vi095	0035	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (87L) ØB
				Vi096	0035	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (87L) ØV
				Vi107	0035	67N INSTANTÂNEO
				Vi112	0036	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67N TEMP.
				Vi115	0041	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 50SOTF
				Vi118	0035	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67 INST. ØA
				Vi119	0035	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67 INST. ØB
				Vi120	0035	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67 INST. ØV
				Vi121	0036	ATUAÇÃO PROTEÇÃO 67 TEMP.
				Vi125	0040	PRESENÇA DE CORRENTE
				Vi137	0037	ATUAÇÃO PROTEÇÃO (50N) INST.

A, V, kW, kVar, kWh, kVarh, FP, 01DJ, 25/27L/27B, △(IVI,Ø,F), 87L, 67, 67N, 85, 50/51, 50/51N, 50/62BF, 50SOTF, 86, 96, 98

NOTAS:
1 – AS FUNÇÕES DE PROTEÇÃO DEVERAM SER PARAMETRIZADAS CONFORME ESTUDOS DE PROTEÇÃO.
2 – FUNÇÕES IMPLEMENTADAS, MAS DESABILITADAS.

DESENHO: ITF	ESCALA: S/ESCALA	ENGEVIX ENGENHARIA S/A	P00160/01–5C–DL–501–0 / FL. 0110
ETAPA DO PROJETO: BÁSICO	DATA: 15/12/14	NNETRO DF	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.509 / REV. 1

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (DG.4/EX.99/00.509) (550100098) SEI 00037.000116814/2020 71 / pg. 262

Metrô - DF		CODIFICAÇÃO
SETOR	SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA	
ENDEREÇO	GERAL	
PROPRIETÁRIO	Metrô - DF	
AUTOR DO PROJETO	ONISLEY OLIVEIRA PINTO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO		

Metrô-DF

ONISLEY OLIVEIRA PINTO CREA Nº 20427/D-DF

Metrô - DF		SISTEMA: ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)	
		SUBSISTEMA: SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA	
VISTO: OOP	DATA: 29/01/2018	LOCAL: GERAL	
APROVADO: OOP	DATA: 29/01/2018	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO: ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE APLICAÇÃO PARA FORNECIMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO.	AREA DE CONST.: -
ESCALA: **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ.: Básico		
N MICROFILME:	FOLHA: 1/56	CODIFICAÇÃO: ET.3/EX.99/00.551	REVISÃO: **0**

1	EMISSÃO INICIAL	29/01/2018				OOP	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV
						Metrô - DF	

RE V I S Õ E S

Metrô-DF

ET.3/EX.99/00.551

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE APLICAÇÃO PARA FORNECIMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO.

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

NOTAS 7

1 OBJETIVO 7

2 ABRANGÊNCIA 8

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 10

4 LOCALIZAÇÃO 11

5 TELECOMUNICAÇÕES 12

6 VISÃO GERAL DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF E SPCS ASSOCIADO 13

6.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF 13

6.2 CONCEITOS BÁSICOS DA PROTEÇÃO APLICADOS AO METRÔ-DF 14

6.3 ZONAS PROTEÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO E TRAÇÃO DO METRÔ-DF 14

6.4 MODULARIDADE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E SUPERVISÃO 15

7 SUMÁRIO DO FORNECIMENTO - SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS: SR01 A SR14, SR61, SR62, SM E CCO 17

8 PARTICULARIDADES 25

8.1 Redes de comunicação 25

8.2 Proteção de linhas de 13,8 kV 25

8.3 Sistema de supervisão e proteção das condições de isolamento negativo - terra 25

9 ARRANJO FÍSICO 26

10 FOLHA DE DADOS 27

11 PARÂMETROS DO SISTEMA ELÉTRICO E DADOS DE CURTO CIRCUITO 55

12 INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS 56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquemático Subestações Retificadoras, PEE e Subestações CEB 11

Figura 2 - Diagrama da Rede de Alimentação 11

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Folha de Dados – Arquitetura de Hardware - Subestação Retificadora 27

Tabela 2 - Folha de Dados – Arquitetura de Hardware - Subestação de Manutenção 27

Tabela 3 - Folha de Dados - Arquitetura de Hardware – PEE/HIP 28

Tabela 4 - Folha de Dados - Arquitetura de Hardware - CCO 28

Tabela 5- Folhas de Dados - Estações de Trabalho - Subestações Retificadoras e de Manutenção 29

Tabela 6 - Folha de Dados - Proteção e Controle – Vãos AX e BX 31

Tabela 7- Folha de Dados - Proteção e Controle - Vãos AY e BY 32

Tabela 8 - Folha de Dados - Proteção e Controle - Vãos HY, JY, IY e KY 33

Tabela 9 - Folha de Dados - Controle - Equipamentos Manobra e de Via ligados à SR 34

Tabela 10 - Folha de Dados - Proteção e Controle – AX 35

Tabela 11 - Folha de Dados - Proteção e Controle – Vão BX 36

Tabela 12 - Folha de Dados - Proteção e Controle - Vãos AY 37

Tabela 13- Folha de Dados - Proteção e Controle - Vão LY 38

Tabela 14- Folha de Dados - Controle – Equipamentos de Manobra e de Via ligados à SM 39

Tabela 15 - Folha de Dados - Via de Dados 40

Tabela 16- Folha de Dados - Subsistema de Sincronismo 41

Tabela 17- Folha de Dados - Acessórios de Comunicação 42

Tabela 18- Folha de Dados - Proteção e Controle – PEE/HIP 43

Tabela 19- Folha de Dados - Estações de Trabalho - Modernização 45

Tabela 20- Folhas de Dados - Estações de Trabalho - CCO 47

Tabela 21 - Folhas de Dados - Estações de Trabalho - CCO 49

Tabela 22 - Folhas de Dados - Acessórios de Comunicação - CCO 51

Tabela 23- Folhas de Dados - Subsistema de Sincronismo - Subestações Retificadoras e CCO 52

Tabela 24- Folha de Dados - Serviços - Modernização..... 53

NOTAS

Foi inserido o seguinte texto no 3º parágrafo do item 2 – Abrangência: "...e da contatora de aterramento (KT).
Foi inserida a proteção contra arcos elétricos interno (50 AFD) nas UPCs das seguintes tabelas deste documento: 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 e 18.

Obs: O Metrô-DF é responsável somente pelas alterações realizadas em NOTAS.

1 OBJETIVO

O objetivo desta Especificação Técnica é estabelecer a abrangência do fornecimento do Sistema de Proteção Controle e Supervisão (SPCS) para as Subestações Retificadoras existentes do Metrô-DF. Complementam esta especificação os DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA listados nesta especificação.

Esta especificação engloba a modernização das Subestações Retificadoras nos trechos da Samambaia, da Ceilândia, de Taguatinga, do Guará e da Asa Sul no Plano Piloto.

A modernização ocorrerá nas dezesseis Subestações Retificadoras existentes ao longo da via e na Subestação de Manutenção (SM):

- Trecho Plano Piloto – Águas Claras: 8 Subestações Retificadoras denominadas SR1 a SR8;
- Trecho Águas Claras - Ceilândia: 5 Subestações Retificadoras denominadas SR10 a SR14;
- Trecho Águas Claras – Samambaia: 3 Subestações Retificadoras denominadas SR9, SR 61 e SR 62 (antigas SR16 e SR 15 respectivamente);
- Complexo Administrativo e Operacional – Subestação de Manutenção.

2 ABRANGÊNCIA

O fornecimento abrange então a implantação de Sistema de Proteção Controle e Supervisão (SPCS), com tecnologia digital, incluindo todo meio de comunicação para as 16 Subestações Retificadoras Operacionais e a Subestação de Manutenção.

O fornecimento deverá abranger a modernização completa das instalações de Proteção e Controle e interface de comunicação com o CCO eliminando o Painel de Comando e Proteção (PCP) e a UTRE (Unidade Terminal Remota de Energia) existentes.

A modernização deverá abranger além da desmontagem dos citados painéis e a montagem dos novos, a desmontagem de toda a cabeação do sistema de comando, proteção e controle existente e a montagem de nova cabeação, bem como a retirada da proteção em corrente contínua dos alimentadores dos circuitos de tração (feeders) e da contatora de aterramento (KT), instaladas no cubículo de 1,0 kVcc, que será substituída por nova proteção, com tecnologia digital utilizando a comunicação via protocolo IEC 61850.

Nas Subestações Retificadoras (SRs) existentes abaixo relacionadas, a interligação do alimentador 1 (ver DG.4/EX.99/00.552) é feita diretamente com uma subestação de 138/13,8 kV da concessionária local CEB:

- SRs 1 e 2 – interligadas com a SE CEB BC (Brasília Centro);
- SRs 7, 8, 9 e 61 (antiga 16) – interligadas com a SE CEB AC (Águas Claras);
- SRs 12 e 13 – interligadas com a SE CEB CS (Ceilândia Sul);
- SM – interligada com a SE CEB AC (Águas Claras).

Nas SRs existentes abaixo, a interligação do alimentador (ver DG.4/EX.99/00.502) será feita com o Painel de Entrada de Energia Hípica do Metrô-DF (PEE/HIP):

- SRs 3, 4, 5 e 6 – interligadas com o PEE/HIP.

Incluso ao fornecimento o Sistema de Proteção e Controle para o Painel de Entrada de Energia do PEE/HIP, instalação não abrigada, onde estão incorporados os IEDs para Proteção e Controle dos circuitos alimentadores da rede de 13,8 kV e do respectivo Filtro de Harmônicas, bem como os DIOs para interconexão das fibras óticas com o Painel de Controle e Comunicação da SR5, associada ao PEE.

Tanto para as SRs como para o CCO deverá ser implementado um Sistema de Supervisão e Controle redundante com recursos para operação local (SR e CCO) e a partir de estações "client" interligadas pela rede operativa do Metrô-DF. O sistema a ser implementado permitirá o desenvolvimento de telas gráficas contendo informações sobre estados de equipamentos, atuação de proteções, comando de equipamentos, supervisão de alarmes, geração de gráficos, armazenamento de histórico de eventos e alarmes com recursos de filtros e pesquisa.

Deverá ser feita também a modernização do Sistema de Curto-Circuitamento Negativo-Terra e da proteção de fuga à terra, atualmente implantado nos cubículos retificadores e cubículos de 1,0 kVcc das subestações existentes, por novas tecnologias conforme especificado na Especificação Técnica Geral (ET.4/EX.99/00.502) de modo a padronizar tal sistema em todas as Subestações Retificadoras (novas e existentes).

Não se prevê, contudo, a modernização das proteções intrínsecas dos equipamentos da subestação, ou seja, serão modernizados os relés de proteção dos painéis de 15 kV e 1 kVcc

e o painel de comando das Subestações Retificadoras e de Manutenção e as exceções mencionadas acima.

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

ET.4/EX.99/00.502 Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Especificação Técnica Geral para Fornecimento de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão;

ET.4/EX.99/00.553: Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Especificação Técnica para Documentos de Projetos de Fabricação e Executivo;

MD.4/EX.99/00.551: Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Memorial Descritivo do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão;

DG.4/EX.99/00.552: Subestações Retificadoras - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de Alimentação e de Tração;

DG.4/EX.99/00.553: Subestações Retificadoras- Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de Serviços Auxiliares;

DG.4/EX.99/00.554: Subestações Retificadoras, CCO e CEB - Arquitetura Geral;

DG.4/EX.99/00.555: Painel de Entrada de Energia - - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – (PEE/HIP);

DG.4/EX.99/00.556:Subestações Retificadoras 14, e 62 - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Alimentadores para Contingências

DG.4/EX.99/00.562: Subestações Manutenção - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de Alimentação e de Tração;

4 LOCALIZAÇÃO

As Subestações Retificadoras estão localizadas ao longo das linhas do Metrô-DF em Brasília.

A figura abaixo mostra de forma esquemática a localização das Subestações Retificadoras, dos Painéis de Entrada de Energia (PEEs) e das subestações de 138/13,8 kV da CEB.

As Subestações Retificadoras 15, 16, 21, 63, 64 e 65 fazem parte da ampliação. As demais são existentes, sendo que as SRs 61 e 62 foram renomeadas uma vez que na fase de implantação eram denominadas SR 16 e SR15, respectivamente.

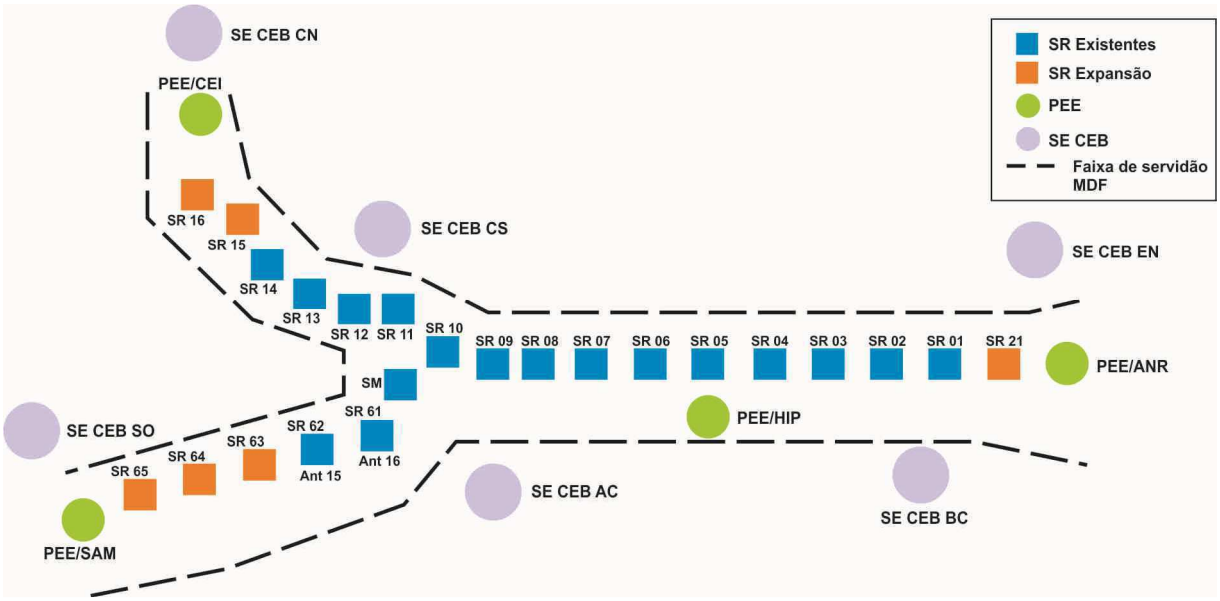


Figura 1 - Esquemático Subestações Retificadoras, PEE e Subestações CEB

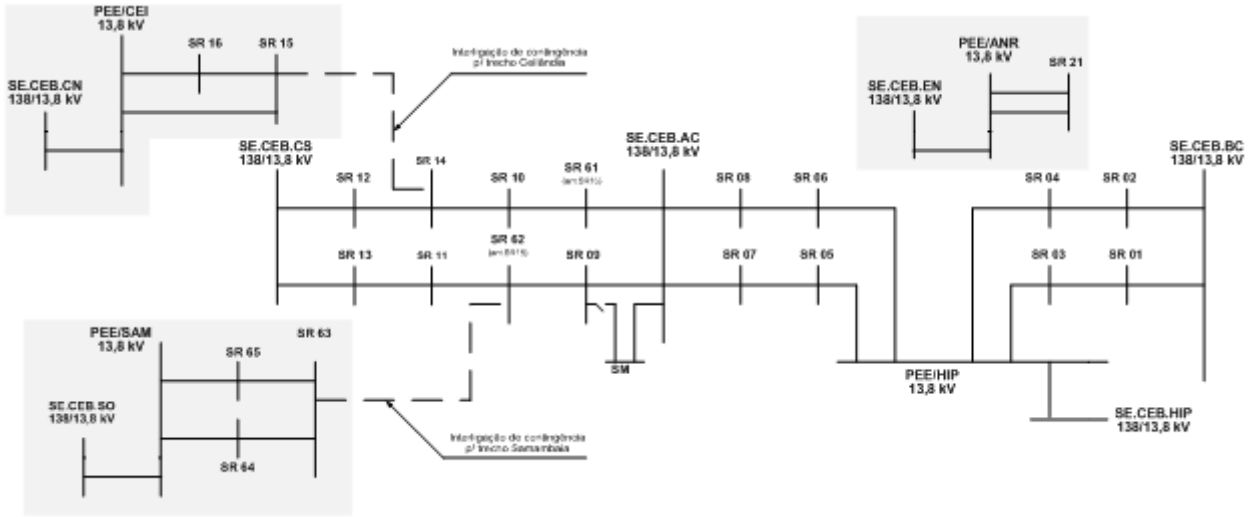


Figura 2 - Diagrama da Rede de Alimentação

5 TELECOMUNICAÇÕES

O Metrô-DF será responsável pelo fornecimento dos recursos de telecomunicações para a implantação de todas as conexões necessárias ao funcionamento integrado do sistema entre o Centro de Controle Operacional (CCO) as Subestações Retificadoras e Subestações da CEB. No entanto é escopo deste fornecimento todas as interfaces necessárias, em cada subestação, para integrar o SPCS aos sistemas de telecomunicações do Metrô-DF.

6 VISÃO GERAL DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF E SPCS ASSOCIADO

6.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF

O Sistema de Alimentação Elétrica do Metrô-DF, com a implantação da expansão dos trechos Samambaia, Ceilândia e Asa Norte passa a ser constituído por vinte e duas Subestações Retificadoras com barramentos em 13,8 kVca, 380 Vca e 750 Vcc estrategicamente localizadas ao longo das vias dos trens. Cada subestação possui um conjunto de cubículos de 15 kV com a função de distribuir a tensão de 13,8 kV para as cargas de tração e dos Serviços Auxiliares tanto da própria Subestação Retificadora como das estações de passageiros ligadas a ela.

Para a alimentação da carga de tração são derivados do conjunto de cubículos de 15 kV dois circuitos para alimentação de dois grupos retificadores constituídos de transformadores de tração e cubículos retificadores, com potências de 1750 kW, 2000 kW ou 2750 kW, em função da retificadora específica. Os grupos retificadores alimentam o barramento em 750 Vcc que tem a função, por sua vez, de alimentar a carga de tração. A partir desses barramentos quatro alimentadores suprem as cargas dos respectivos setores elétricos do Sistema de Tração interligados aos terceiros trilhos, vias 1(3) e 2(4). Paralelamente, são derivadas duas saídas do barramento negativo do cubículo de 1,0 kVcc para interligação com o trilho de rolamento, compondo assim o circuito de retorno do sistema de tração.

Para a alimentação dos serviços auxiliares das Subestações Retificadoras são derivados do conjunto de cubículos de 15 kV, circuitos de 13,8 kV para alimentação de dois transformadores redundantes de 30 kVA responsáveis em suprir as cargas próprias da retificadora.

São atendidas ainda as cargas das estações de passageiros através de alimentadores radiais de 13,8 kV, que alimentam transformadores específicos de 13800/380 Vca, que operam também de forma redundante. Especificamente, para as estações de passageiros dos trechos em expansão são previstas alimentação por cubículos dotados de disjuntores à vácuo de 13,8 kV e alimentação cruzada entre as SRs adjacentes. Já para as subestações existentes as alimentações em 13,8 kV são radiais e efetuadas por chaves seccionadoras com fusíveis instaladas nos respectivos cubículos de 15 kV, não havendo alimentação cruzada.

As Subestações Retificadoras são interligadas entre si através dos barramentos em 13,8 kVca com alimentação redundante de forma a aumentar a confiabilidade na alimentação elétrica destas subestações e obter um nível mínimo de qualidade de energia para o sistema de tração. As 16 Subestações Retificadoras existentes atualmente são interligadas através de dois anéis distintos. Cada anel possui fontes de alimentação em 13,8 kVca provenientes de subestações da CEB. Na modernização do sistema elétrico do Metrô-DF a Subestação Elétrica da CEB/Hípica entrará como uma nova fonte, intermediária ao anel de Brasília Centro e Águas Claras. Já as outras 6 Subestações Retificadoras, integrantes da expansão, estarão interligadas em anéis independentes por trechos, com alimentações distintas, provenientes de subestações da CEB, conforme mostra a figura 2 deste documento e o DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO DG.4/EX.99/00.503. Os serviços auxiliares das Subestações Retificadoras e Estações de Passageiros são supridos por transformadores em 13,8 kVca/380 Vca e 125 Vcc. O sistema de 125 Vcc é alimentado através de um carregador/retificador e banco de baterias.

O objetivo deste item é dar uma visão geral do novo Sistema de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS) para esse Sistema de Alimentação Elétrica do Metrô-DF, descrito acima, afim de melhor orientar os PROPONENTES na elaboração de suas propostas.

6.2 CONCEITOS BÁSICOS DA PROTEÇÃO APLICADOS AO METRÔ-DF

Para definir as proteções do Sistema de Alimentação de Energia ao Metrô-DF foram consideradas as premissas tradicionais como sensibilidade, rapidez, seletividade, simplicidade, superposição e custos.

Levou-se também em consideração de que todo ponto elétrico deve possuir pelo menos duas proteções com funções distintas e sempre que possível uma proteção de atuação instantânea, ou seja, sem temporização intencional.

Para a definição das proteções o Sistema de Alimentação de Energia do Metrô-DF foi dividido em 07 zonas de proteção representadas no DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.552.

6.3 ZONAS PROTEÇÃO DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO E TRAÇÃO DO METRÔ-DF

Para a visualização das zonas de proteção ver o DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO – DG.4/EX.99/00.552.

ZP1: A primeira zona de proteção (87L e 67/67N) protege os alimentadores de13,8 kVca. Para conseguir seletividade e atuação instantânea optou-se por funções tipo diferencial (87L). Essas funções são inerentemente restritas e, portanto atuam somente para defeitos no alimentador protegido.

Outra proteção para estes alimentadores é a função de sobrecorrente direcional (67/67N) ajustada com sobrealcance e integrada ao esquema de teleproteção POTT (Permissive Overreaching Transfer Trip). Este esquema estabelece uma comunicação entre as funções de cada extremidade do alimentador de forma a permitir o desligamento somente quando o defeito é simultaneamente identificado pelas funções dessas duas extremidades, caracterizando assim um defeito no alimentador protegido. Essas funções têm atuação instantânea e são inerentemente restritas.

A proteção 50/50N também protege os alimentadores. Ajustada em sub-alcance desliga instantaneamente as duas extremidades. Uma através de trip direto e a extremidade remota através de envio do sinal de transfer trip.

Sempre que um sinal de trip estiver caracterizado em um terminal de um trecho da rede de alimentação ele deve acionar o transfer trip para desligamento da extremidade remota.

ZP2: A segunda zona de proteção (67/67N e 51, 51N) protege os barramentos em 13,8 kVca das Subestações Retificadoras e abrigados em cubículos do Metrô-DF. São protegidos com atuações temporizadas das funções de sobrecorrente direcional (67/67N) e sobrecorrente não direcional (51/51N) das extremidades remotas dos alimentadores de 13,8 kVca. Estes barramentos são também protegidos por unidades de sobrecorrente temporizadas (51/51N) locais.

Estas proteções são também proteções de retaguarda para os alimentadores de 13,8 kVca adjacentes.

ZP3: A terceira zona de proteção (50/50N) protege os transformadores. Possuem atuações instantâneas e alcance até parte dos enrolamentos de baixa tensão. As funções 51/51N proporcionam proteções de retaguarda a estes transformadores.

ZP4: A quarta zona de proteção (proteções inerentes aos transformadores) protege os transformadores de tração TT1 e TT2, 13800/637 Vca. Para os transformadores com enrolamentos imersos em óleo os relés de gás (63), temperatura do óleo (26) e temperaturas dos enrolamentos (49). Para os transformadores a seco os dispositivos de temperaturas dos enrolamentos (49). Possuem atuações instantâneas e abrangência interna aos transformadores de força.

ZP5: A quinta zona de proteção (proteções inerentes aos retificadores) protege os retificadores contra defeitos e serão definidos pelo fabricante conforme os requisitos apresentados na especificação técnica ET.4/EB.99/26.001. Possuem atuações instantâneas.

ZP6: **A sexta zona de proteção** é a proteção de sobrecorrente temporizada (**76B**), fornecida pelo fabricante do retificador com a finalidade de proteger o trecho entre a saída do retificador e os barramentos de 1 kVcc. São temporizadas para permitir coordenação com as proteções instantâneas dos alimentadores de 750 Vcc.

ZP7: A sétima e última zona de proteção (di/dt e 76D) protege todo o sistema de tração dos trens com funções de proteção implementadas em IEDs, nos cubículos de 1kVcc e inerentes aos disjuntores. Para maiores detalhes ver a ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GERAL – ET.4/EX.99/00.502.

Existem ainda as proteções de falha dos disjuntores de 13,8 kVca e 750Vcc (50/62BF). Têm como função central um temporizador que inicia a contagem de tempo sempre que o disjuntor recebe um sinal de trip e esta contagem é interrompida pela abertura mecânica do disjuntor protegido (relés auxiliares) ou pela abertura elétrica (ausência de corrente nos contatos principais do disjuntor). Caso a contagem de tempo não seja interrompida deverá ser emitida uma ordem para o desligamento dos disjuntores eletricamente adjacentes ao disjuntor protegido.

Sempre que houver atuação de proteção por defeito no terceiro trilho deverá ser acionado o intertripping nas duas Subestações Retificadoras adjacentes. Este intertripping constitui-se de um sinal que parte por atuação das proteções de cada Subestação Retificadora e é enviado à subestação adjacente, no sentido da via defeituosa, para isolar o trecho defeituoso.

6.4 MODULARIDADE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E SUPERVISÃO.

As proteções e controle do sistema de alimentação serão providas pelos IEDs representados nos DIAGRAMAS UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO- DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.553, DG.4/EX.99/00.555, DG.4/EX.99/00.556 e DG.4/EX.99/00.562 e identificados por UPC. Cada UPC está associada a um disjuntor e à proteção do circuito associado a este disjuntor. É através destes IEDs que os equipamentos associados serão supervisionados (disjuntor, seccionadoras, transformadores de tração, TCs e TPs), que o comando manual remoto dos disjuntores é efetivado. Para os disjuntores das redes em anel de 13,8 kVca o comando de fechamento

dos disjuntores é efetivado com prévia verificação de sincronismo (25) e com as alternativas de barra viva linha morta e barra morta linha viva (27L/27B). Os estados dos equipamentos de manobra comandados remotamente deverão ser aquisitados no mesmo IED onde o comando for efetivado.

As supervisões de anormalidades (eventos de alarmes) de alguns dispositivos e circuitos não associados às UPCs serão efetivadas, para envio ao CCO, através da UCD, única para cada Subestação Retificadora, instalada nos respectivos QPCs.

7 SUMÁRIO DO FORNECIMENTO - SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS: SR01 A SR14, SR61, SR62, SM E CCO

Quanto ao Sistema de Alimentação de Energia Elétrica as Subestações Retificadoras são idênticas. Para a Etapa de Modernização das Subestações Retificadoras, objeto desta especificação, deverá ser fornecido:

Para todas as dezesseis Subestações Retificadoras - Modernização

a) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para os terminais do trecho típico da rede de 13,8 kV interligando os barramentos em 13,8 kV da Subestação Retificadora típica e subestação da CEB (vãos AX do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.552). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850 e as proteções deverão ser fornecidas para ligar aos TCs existentes com secundários de 5A;

b) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para os terminais do trecho típico da rede de 13,8 kV interligando os barramentos em 13,8 kV de duas Subestações Retificadoras típicas e adjacentes (vãos BX do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.552). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850 e as proteções deverão ser fornecidas para ligar aos TCs existentes com secundários de 5A;

c) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para o TT1/RET1 13800/637 Vca/750 Vcc da Subestação Retificadora típica (vão AY do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.552). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850 e as proteções e controle deverão ser fornecidas para ligar aos TCs existentes com secundário de 5A;

d) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para o TT2/RET2 13800/637 Vca/750 Vcc da Subestação Retificadora típica (vão BY do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.552). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850 e as proteções e controle deverão ser fornecidas para ligar aos TCs existentes com secundário de 5A;

e) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para o sistema de tração 750 Vcc (vãos HY, IY, JY, KY do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.552). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850;

f) Sistema de Controle e Supervisão dos seccionadores 13,8 kV P1, P2 e P3 (vãos EY, FY, GY do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO DG.4/EX.99/00.553), localizadas no painel de 15 kV, nas Subestações Retificadoras, conforme desenho DG.4/EX.99/00.553 e DE.8/EB.XX/01.001 (desenho do conjunto blindado de 15 kV das Subestações Retificadoras existentes);

g) Sistema de Controle e Supervisão, através da UCD, dos equipamentos de manobra em 13,8 kV das alimentações dos serviços auxiliares (vãos CY, DY do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO DG.4/EX.99/00.553), bem como dos serviços auxiliares de 380 Vca e 125 Vcc a jusante.

h) Implementação da rede de oscilografia das UPCs. Deverão ser fornecidos os equipamentos necessários para integrar a Oscilografia dos relés ao Sistema de Análise de Perturbações do Centro de Controle Operacional (CCO);

i) Redes Locais Redundantes conforme proposta na ARQUITETURA GERAL - DG.4/EX.99/00.554, para o tráfego de informações de Proteção, Controle e Supervisão. Estas redes deverão atender à norma IEC-61850 e permitir a parametrização dos IEDs a partir da Estação de Engenharia inclusa no fornecimento.

j) Desenvolvimento de telas e base de dados, necessárias para implementação do controle, comando e supervisão do presente fornecimento e sua Integração ao CCO em Protocolo IEC 61850;

k) Cópia de todas as licenças dos Softwares utilizados para atender o escopo do fornecimento, considerando todo o processo de manutenção;

l) Projeto de Fabricação, Executivo e instalação conforme ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO - ET. 4/EX.99/00.553;

m) Preparação e execução da certificação de funcionamento integrado em fábrica;

n) Realização do comissionamento do sistema em campo, colocação em operação e emissão da revisão “Como Construído” dos Projetos Executivos;

o) Fornecimento de Mala de Teste, para testes das unidades de proteção com recursos para simulação de parâmetros elétricos conforme descrito na ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GERAL – ET.4/EX.99/00.502;

p) Treinamento de engenharia e de operação para os equipamentos do escopo de fornecimento desta especificação, ministrado pelo fabricante;

q) Cabos de proteção, controle e supervisão;

r) Serviços de lançamentos e conexão dos cabos de proteção, controle e supervisão;

s) Cabos de força (provenientes dos serviços auxiliares) para a alimentação de cargas do SPCS (Painéis de 15 kV, 1,0 kVcc e QPCs etc);

t) Lançamentos e conexão dos cabos de força;

u) Estudo, definição, implantação e testes dos valores de calibração e ajustes a serem utilizados em todos os dispositivos de proteção e controle pertencentes a este fornecimento. Será de responsabilidade da CONTRATADA o fornecimento de proteções adequadas e sensíveis a todo tipo de anormalidades que possam ocorrer nos circuitos protegidos e escopo desta especificação. Deverá, se entender ser necessário, complementar as proteções definidas nesta especificação e nos documentos citados no item 3 (DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA);

v) Desenvolvimento, implantação e testes das lógicas de proteção e controle necessárias ao perfeito funcionamento do sistema fornecido;

w) Deverá ser previsto o desenvolvimento, implantação e testes das lógicas associadas a proteção do sistema de intertripping das Subestações Retificadoras;

x) Deverá ser fornecido o sistema de desligamento de emergência geral das subestações existentes. Este sistema é basicamente constituído por uma botoeira de cor vermelha instalada nas subestações em local a ser definido na reunião de Workstatement. Os equipamentos a serem desligados será também definido na reunião de Workstatement;

y) Nos estudos de ajustes das proteções deverá ser verificada a coordenação e seletividade das proteções inclusive entre os sistemas de CA e CC mesmo que as IEDs sejam de fabricantes distintos;

z) O PROPONENTE deverá considerar as distâncias entre as subestações e conexões óticas para a definição das interfaces óticas da proteção diferencial;

aa) Todos os desenhos associados aos sistemas de proteção, comando e controle existentes deverão ser eliminados e substituídos pelos novos desenhos a serem elaborados para a modernização e em de acordo com os PADRÕES DE ENGENHARIA e a ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO - SPCS (ET.4/EX.99/00.503). Deverão também ser eliminados os desenhos existentes e associados aos cubículos de força existentes (15 KV e 1 kVcc). Assim deverão ser redesenhados e complementados, com as novas proteções, em dwg, todos os desenhos associados a estes cubículos e relativos a: I)

Diagrama Unifilar de Medição e Proteção, II) Diagramas Trifilares e Funcionais, III) Diagramas Lógicos, IV) Desenhos Construtivos, V), Diagramas de Interligação e VI) Listas de Cabos.

bb) Visita às instalações existentes para melhor compreensão de todo o escopo de fornecimento e principalmente as implicações com os sistemas existentes, acompanhados de técnicos do Metrô-DF;

cc) Todas as alterações em campo, necessárias, no sistema existente, devido este fornecimento, como por exemplo:

- Os painéis de comando e proteção bem como as UTREs existentes deverão ser isolados eletricamente, retirados das subestações e destinados ao almoxarifado indicado pelo Metrô-DF;
- Os cabos de controle existentes e conectados nos bornes terminais dos painéis retirados deverão ter suas veias desconectadas nas duas extremidades, retirados das subestações e destinados ao almoxarifado indicado pelo Metrô-DF;
- Os novos painéis do SPCS modernizados serão instalados, sempre que possível, no mesmo local de onde foram retirados os painéis existentes. Para isto as bases utilizadas nos painéis existentes deverão ser, se necessário, adaptadas para receber os novos painéis;
- Todos os cabos de controle e força que serão conectados em bornes terminais dos novos painéis do SPCS deverão ser cabos novos cujas especificações e aplicações estão indicadas, como referência, na Lista de Cabos, documento integrante da modernização do Sistema de Comando e Proteção;
- Todos os cabos de controle e força que serão destinados aos compartimentos do SPCS nos cubículos de força existentes (15 kV e 1 kVcc) deverão ser cabos novos cujas especificações e aplicações estão indicadas, como referência, na Lista de Cabos, documento integrante da modernização do Sistema de Comando e Proteção;
- Todos os dispositivos de proteção existentes e instalados nos cubículos de força de 15 kV e 1 kVcc deverão ser retirados das subestações e destinados ao almoxarifado indicado pelo Metrô-DF. Na modernização estes dispositivos de proteção serão substituídos.
- Instalação embutida das UPCs na parte superior dos cubículos de 15 kV e 1 kVcc. A instalação das UPCs deverá também incluir toda a infraestrutura e interligação necessárias entre UPCs e os equipamentos que compõe o cubículo. As UPCs deverão se ajustar perfeitamente aos recortes das chaparias. Não serão aceitos que os recortes antigos sejam reparados de forma que comprometam as características estruturais de blindagem dos cubículos. Os PROPONENTES deverão durante as visitas às instalações, confirmar que os espaços nos cubículos destinados à instalação dos dispositivos do SPCS são suficientes e atendem às condições de ventilação, facilidades de operação e manutenção;
- A alimentação de cargas do SPCS a partir dos serviços auxiliares é de 380/220 Vca e 125 Vcc, inclusive a ampliação destes se necessário;
- Adequações no barramento de 13800 Vca existente para interligar ao barramento dos novos cubículos IC1, no caso das SRs 14 e 62. Para estes cubículos IC1, as IEDs serão montadas em fábrica.
- E outras que se fizerem necessárias.

Além do fornecimento do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão para os terminais do trecho típico da rede de 13,8 kV das 16 Subestações Retificadoras

do Metrô-DF, fica a cargo da CONTRATADA realizar todas as adequações (substituição das IEDs, lançamento de fibras, e outros) nos painéis de distribuição da concessionária (Brasília Centro, Águas Claras e Ceilândia Sul) necessárias ao perfeito funcionamento das proteções entre os ramais que interligam as duas companhias.

Para a Subestação de Manutenção – Modernização

a) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para os terminais do trecho típico da rede de 13,8 kV interligando os barramentos em 13,8 kV da Subestação de Manutenção e subestação da CEB (vãos AX do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00. 562).Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850 e as proteções deverão ser fornecidas para ligar aos TCs existentes com secundários de 5A;

b) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para os terminais do trecho típico da rede de 13,8 kV interligando os barramentos em 13,8 kV da Subestação de Manutenção e Subestação Retificadora 09 (vãos BX do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00. 562). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850 e as proteções deverão ser fornecidas para ligar aos TCs existentes com secundários de 5A;

c) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para o TT1/RET1 13800/637 Vca/750 Vcc da Subestação de Manutenção (vão AY do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.562). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850 e as proteções e controle deverão ser fornecidas para ligar aos TCs existentes com secundário de 5A;

d) Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão para o sistema de tração 750 Vcc (vão LY do DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.562). Todo fornecimento deverá atender a norma IEC-61850;

e) Sistema de Controle e Supervisão para as alimentações em 13,8 kV dos serviços auxiliares existentes, inclusive da Subestação Auxiliar do complexo administrativo e operacional;

f) Sistema de Controle e Supervisão, dos equipamentos de manobra em 13,8 kV das alimentações dos serviços auxiliares (CUB.4 e CUB.5 DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.562), bem como dos serviços auxiliares de 380 Vca e 125 Vcc a jusante;

g) Implementação da rede de oscilografia das UPCs. Deverão ser fornecidos os equipamentos necessários para integrar a Oscilografia dos relés ao Sistema de Análise de Perturbações do Centro de Controle Operacional (CCO);

h) Redes Locais Redundantes conforme proposta na ARQUITETURA GERAL - DG.4/EX.99/00.554, para o tráfego de informações de Proteção, Controle e Supervisão. Estas redes deverão atender à norma IEC-61850 e permitir a parametrização dos IEDs a partir da Estação de Engenharia inclusa no fornecimento.

i) Desenvolvimento de telas e base de dados, necessárias para implementação do controle, comando e supervisão do presente fornecimento e sua Integração ao CCO em Protocolo IEC 61850;

j) Cópia de todas as licenças dos Softwares utilizados para atender o escopo do fornecimento, considerando todo o processo de manutenção;

k) Projeto de Fabricação, Executivo e instalação conforme ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO - ET.4/EX.99/00.503;

l) Preparação e execução da certificação de funcionamento integrado em fábrica;

m) Realização do comissionamento do sistema em campo, colocação em operação e emissão da revisão “Como Construído” dos Projetos Executivos;

n) Treinamento de engenharia e de operação para os equipamentos do escopo de fornecimento desta especificação, ministrado pelo fabricante;

o) Cabos de proteção, controle e supervisão;

p) Serviços de lançamentos e conexão dos cabos de proteção, controle e supervisão;

q) Cabos de força (provenientes dos serviços auxiliares) para a alimentação de cargas do SPCS (Painéis de 15 kV e 1,0 kVcc e Quadros de Controle Comunicação –QPC, etc);

r) Lançamentos e conexão dos cabos de força;

s) Estudo, definição, implantação e testes dos valores de calibração e ajustes a serem utilizados em todos os dispositivos de proteção e controle pertencentes a este fornecimento. Será de responsabilidade da CONTRATADA o fornecimento de proteções adequadas e sensíveis a todo tipo de anormalidades que possam ocorrer nos circuitos protegidos e escopo desta especificação. Deverá, se entender ser necessário, complementar as proteções definidas nesta especificação e nos documentos citados no item 3 (DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA);

t) Desenvolvimento, implantação e testes das lógicas de proteção e controle necessárias ao perfeito funcionamento do sistema fornecido;

u) Deverá ser fornecido o sistema de desligamento de emergência geral da Subestação de Manutenção. Este sistema é basicamente constituído por uma botoeira de cor vermelha instalada na subestação em local a ser definido na reunião de Workstatement. Os equipamentos a serem desligados será também definido na reunião de Workstatement;

v) Nos estudos de ajustes das proteções deverá ser verificada a coordenação e seletividade das proteções inclusive entre os sistemas de CA e CC mesmo que as IEDs sejam de fabricantes distintos;

w) O PROPONENTE deverá considerar a distância entre a Subestação de Manutenção e Subestação Elétrica de Águas Claras da CEB e conexões óticas para a definição das interfaces óticas da proteção diferencial;

x) Todos os desenhos associados aos sistemas de proteção, comando e controle existentes deverão ser eliminados e substituídos pelos novos desenhos a serem elaborados para a modernização e em de acordo com os Padrões de Engenharia e a ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO - SPCS (ET.4/EX.99/00.503). Deverão também ser eliminados os desenhos existentes e associados aos cubículos de força existentes (15KV e 1 kVcc). Assim deverão ser redesenhados e complementados, com as novas proteções, em dwg, todos os desenhos associados a estes cubículos e relativos a: I) Diagrama Unifilar de Medição e Proteção, II) Diagramas Trifilares e Funcionais, III) Diagramas Lógicos, IV) Desenhos Construtivos, V) Diagramas de Interligação e VI) Listas de Cabos;

y) Visita às instalações existentes para melhor compreensão de todo o escopo de fornecimento e principalmente as implicações com os sistemas existentes, acompanhados de técnicos do Metrô-DF;

z) Todas as alterações em campo, necessárias, no sistema existente, devido este fornecimento, como por exemplo:

- O painel de comando e proteção bem como a UTRE existentes deverão ser isolados eletricamente, retirados da subestação e destinados ao almoxarifado indicado pelo Metrô-DF;

- Os cabos de controle existentes e conectados nos bornes terminais dos painéis retirados deverão ter suas veias desconectadas nas duas extremidades, retirados da subestação e destinados ao almoxarifado indicado pelo Metrô-DF;
- O novo painel do SPCS (QPC) modernizado será instalado, sempre que possível, no mesmo local de onde se encontra o painel existente. Para isto a base utilizada no painel existente deverá ser, se necessário, adaptada para receber o novo painel;
- Todos os cabos de controle e força que serão conectados em bornes terminais do novo painel do SPCS (QPC) deverão ser cabos novos cujas especificações e aplicações estão indicadas, como referência, na Lista de Cabos, documento integrante deste processo licitatório da modernização do Sistema de Comando e Proteção;
- Todos os cabos de controle e força que serão destinados aos compartimentos do SPCS nos cubículos de força existentes (15 kV e 1 kVcc) deverão ser cabos novos cujas especificações e aplicações estão indicadas, como referência, na Lista de Cabos, documento integrante da modernização do Sistema de Comando e Proteção;
- Todos os dispositivos de proteção existentes e instalados nos cubículos de força de 15 kV e 1 kVcc deverão ser retirados da Subestação de Manutenção e destinados ao almoxarifado indicado pelo Metrô-DF. Na modernização estes dispositivos de proteção serão substituídos.
- Instalação embutida das UPCs na parte superior dos cubículos de 15 kV e 1 kVcc. A instalação das UPCs deverá também incluir toda a infraestrutura e interligação necessárias entre UPCs e os equipamentos que compõe o cubículo. As UPCs deverão se ajustar perfeitamente aos recortes das chaparias. Não serão aceitos que os recortes antigos sejam reparados de forma que comprometam as características estruturais de blindagem dos cubículos. Os PROPONENTES deverão durante as visitas às instalações, confirmar que os espaços nos cubículos destinados à instalação dos dispositivos do SPCS são suficientes e atendem às condições de ventilação, facilidades de operação e manutenção;
- A alimentação de cargas do SPCS a partir dos serviços auxiliares é de 380/220 Vca e 125 Vcc, inclusive a ampliação destes se necessário;
- E outras que se fizerem necessárias.

OBS1: Os DIAGRAMAS UNIFILARES DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO das Subestações apresentam o número mínimo de IEDs a serem fornecidas. O PROPONENTE poderá ofertar um número maior de IEDs em função de suas limitações em se obter todas as funções representadas em uma única IED, desde que não haja prejuízo na funcionalidade do sistema;

OBS 2: Os IEDs do Painel de Entrada de Energia da Hípica deverão ser fornecidos junto com o PEE. Os testes em fábrica devem ser realizados com os IEDs já instalados nos cubículos.

OBS 3: Os PEEs deverão ser fornecidos com as ligações óticas dos IEDs levadas a DIOs (Distribuidor de Interface Óticas) por cordões de fibras óticas. Ou seja, todas as ligações por fibras óticas (monomodo ou multimodo) dos IEDS deverão ser montadas em fábricas e disponibilizadas em DIOs específicos para cada tipo de fibra (monomodo ou multimodo) de cada equipamento.

A mesma solução deverá ser aplicada ao QPC (Painel de Controle e Comunicação), para as ligações óticas internas dos seus componentes.

Os Cubículos de 15 kV e Cubículos de 1,0 kVcc das SRs/SM deverão ser modernizados em campo com as instalações dos IEDs conforme definidos em projeto. Caberá ao fornecedor efetuar também as ligações óticas dos IEDs, por cordões de fibras óticas, as quais deverão ser levadas a DIOs (Distribuidor de Interface Óticas) específicos. Ou seja, todas as ligações por fibras óticas (monomodo ou multimodo) dos IEDS deverão ser montadas em campo e disponibilizadas em DIOs específicos para cada tipo de fibra (monomodo ou multimodo) de cada equipamento.

Complementarmente, serão feitas também em campo, com cabos de fibras óticas, as interligações entre Painéis (Cubículos de 15 kV, Cubículos de 1,0 kVcc e PEEs) e o QPC.

OBS4: Incompatibilidades de informações entre os documentos de licitação devem ser notificadas ao Metrô-DF pelos PROPONENTES. As incompatibilidades não notificadas serão definidas, no fornecimento, pelo Metrô-DF a critério do Metrô-DF.

Para o CCO

a) Implementação do SCADA do sistema de energia do Metrô-DF a partir de servidores redundantes para comunicação em tempo real com as unidades SCADA dedicadas de cada subestação;

b) Implementação da rede de verificação, coleta e armazenamento de ocorrências e oscilografia das proteções das SRs;

c) Configuração da rede de comunicação entre as SRs para permitir o acesso e parametrização remota das IEDs a partir da estação de engenharia;

d) Configuração das políticas de acesso ao SCADA do sistema de energia a partir da rede corporativa do Metrô-DF;

e) Interligação com o sistema de tráfego para a troca de informações entre os sistemas para a implementação da lógica de desligamento remoto (LDR);

f) Montagem e adequações de racks de comunicação e da sala de controle e operação do sistema;

g) Execução de infraestrutura para ligação dos equipamentos à rede estabilizada do CCO;

h) Desenvolvimento de telas e base de dados, necessárias para implementação do controle, comando e supervisão do presente fornecimento e sua Integração às SRs em Protocolo IEC 61850;

i) Cópia de todas as licenças dos Softwares utilizados para atender o escopo do fornecimento, considerando todo o processo de manutenção;

j) Projeto de Fabricação, Executivo e instalação conforme ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO - ET.4/EX.99/00.503;

k) Preparação e execução da certificação de funcionamento integrado em fábrica;

l) Realização do comissionamento do sistema em campo, colocação em operação e emissão da revisão “Como Construído” dos Projetos Executivos;

m) Treinamento de engenharia e de operação para os equipamentos do escopo de fornecimento desta especificação, ministrado pelo fabricante;

n) Cabos de proteção, controle e supervisão;

o) Serviços de lançamentos e conexão dos cabos de proteção, controle e supervisão;

p) Desenvolvimento, implantação e testes das lógicas de proteção e controle necessárias ao perfeito funcionamento do sistema fornecido;

q) Desmontagem dos cabos e equipamentos existentes necessários à modernização dos Centro de Controle;

Para o ambiente de desenvolvimento

Além do fornecimento do SPCS para cada subestação, deverá ser fornecido um conjunto de equipamentos instalados em rack em quantidade suficiente para simular uma subestação e o terminal de entrada de alimentação de uma subestação adjacente. O conjunto deve conter também uma estação de operação SCADA local e uma estação de engenharia com softwares instalados e licenciados e um servidor GPS.

Além dos racks com os equipamentos deverá ser fornecida uma giga de testes com chaves e relés suficientes para permitir a simulação dos equipamentos de uma subestação.

Estes equipamentos serão instalados em um local indicado pelo Metrô-DF e tem o objetivo de familiarizar a engenharia e a manutenção aos procedimentos de programação e operação do SPCS, servir como ambiente de simulação de estudos, simulações e testes de ajustes de proteções, lógicas, etc.

É escopo da CONTRATADA o fornecimento de fontes de 125 Vcc, no-break dedicado e mobiliário para a utilização das unidades de supervisão e operação e de engenharia que permitam o trabalho de pelo menos 4 pessoas.

Caberá ao PROPONENTE apresentar a configuração proposta do seu ambiente de desenvolvimento em folhas de dados complementares semelhantes às folhas do fornecimento das subestações.

8 PARTICULARIDADES

8.1 Redes de comunicação

Os IEDs do SPCS deverão estar conectados às redes de comunicação conforme indicado na ARQUITETURA GERAL - DG.4/EX.99/00.554.

O subsistema de coleta de dados de registro de perturbações será composto pelos IEDs, por uma unidade de coleta e concentração destas informações. Os arquivos de perturbações gerados pelos relés de proteção deverão ser automaticamente coletados pelo concentrador.

Todos os recursos de hardware e software necessários à implantação da conexão entre o concentrador de oscilografia e a Central de Análise de Perturbações estão incluídos no escopo do fornecimento. O módulo concentrador deverá possuir todos os recursos necessários para permitir a visualização dos arquivos nele armazenados. Adicionalmente à função de suportar o tráfego dos arquivos de Oscilografia, a rede de oscilografia terá a função complementar de permitir a parametrização remota dos relés de proteção do SPCS.

8.2 Proteção de linhas de 13,8 kV

Os IEDs responsáveis pela proteção de linha (13,8 kV) do SPCS deverão ser idênticos nos dois terminais.

8.3 Sistema de supervisão e proteção das condições de isolamento negativo - terra

Deverá ser fornecido um sistema dedicado e específico para supervisionar e, eventualmente, promover o curto-circuitamento entre o Negativo – Terra, de forma a eliminar eventuais aparecimentos de tensões elevadas entre esses pontos da instalação. Para tanto, a CONTRATADA deverá fornecer um sistema dedicado para essa função que atenda os requisitos conforme descritos na Especificação Técnica Geral.

9 ARRANJO FÍSICO

A disposição final destes equipamentos nas Subestações Retificadoras será confirmada durante a reunião de Workstatement.

Nas subestações existentes e a serem modernizadas os painéis (QPCs), deste fornecimento serão instalados na mesma sala onde hoje estão instalados o painel de comando e proteção e os equipamentos primários das subestações. A verificação dos arranjos das subestações existentes deverá ser avaliada “in loco” pela PROPONENTE, de modo a identificar toda e qualquer interferência com os painéis a serem ofertados.

10 FOLHA DE DADOS

Todas as folhas de dados para os equipamentos do SPCS deverão ser devidamente preenchidas.

Deverá ser preenchida uma folha de dados para todos os vãos ou equipamento a ser ofertado, conforme indicado abaixo. Caso necessário deverá ser incluído quantas folhas forem necessárias para atender a todos os itens do fornecimento.

O quantitativo de entradas e saídas analógicas e digitais apresentados nas folhas de dados das unidades de proteção e controle considera que a rede que interliga estas unidades permite a troca de informações entre as UPCs e UCDs para fins de intertravamentos, atendendo a todos os requisitos de tempo, disponibilidade e desempenho estabelecidos nesta Especificação Técnica.

Caso o sistema ofertado não possua este recurso ou não atenda a todos os requisitos especificados, deverão ser incluídas todas as entradas e saídas analógicas e digitais adicionais em quantidade suficiente para que a troca de informações seja realizada via fio (“hard-wired”).

Tabela 1 - Folha de Dados – Arquitetura de Hardware - Subestação Retificadora

FOLHA DE DADOS - ARQUITETURA DO HARDWARE - SUBESTAÇÃO RETIFICADORA		
LISTA DE EQUIPAMENTOS / UNIDADES		
Item	Qtd.	Unidades
1	1	USI
2	2	USO
3	9	UPC- - SRs 14 e 62
4	8	UPC - Demais SRs existentes
5	1	UCD
6	2	SWICTH

Tabela 2 - Folha de Dados – Arquitetura de Hardware - Subestação de Manutenção

FOLHA DE DADOS - ARQUITETURA DO HARDWARE - SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO		
LISTA DE EQUIPAMENTOS / UNIDADES		
Item	Qtd.	Unidades
1	1	USI
2	2	USO
3	4	UPC
4	1	UCD
5	2	SWICTH

Tabela 3 - Folha de Dados - Arquitetura de Hardware – PEE/HIP

FOLHA DE DADOS - ARQUITETURA DO HARDWARE – PEE/HIP		
LISTA DE EQUIPAMENTOS / UNIDADES		
Item	Qtd.	Unidades
1	6	UPC

Tabela 4 - Folha de Dados - Arquitetura de Hardware - CCO

FOLHA DE DADOS - ARQUITETURA DO HARDWARE - CCO		
LISTA DE EQUIPAMENTOS / UNIDADES		
Item	Qtd.	Unidades
1	1	USI
2	1	UCI
3	3	SEG
4	2	USO
5	1	FIREWALL
6	2	SWITCH

Tabela 5- Folhas de Dados - Estações de Trabalho - Subestações Retificadoras e de Manutenção

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO			
QPC			
Nome da Estação: **USO**			Quantidade 02
HARDWARE	Micro Computador	Marca / Modelo (informar)	
		CPU / Clock - Processador com quatro núcleos de processamento, operando a uma velocidade de 2,6GHz, cache 3MB L2, arquitetura x64.	
		Cache Memória (informar)	
		Barramento	Padrão PCI / PCIe
			Slots Ocupados – não aplicável
			Slots Livres – não aplicável
		Memória RAM	Total – 6 Gbytes
			Ocupação prevista (informar)
		Portas	Seriais (informar)
			Paralelas (informar)
			USB – 4 (mínimo)
			Outras (informar)
		Gabinete	Industrial
			Comercial
	Memória de Massa	Disco Rígido	Tecnologia – RAID 1
			Capacidade – 1000 Gb
			Ocupação Prevista - (informar) – máximo 50 %
			Quantidade (informar)
		Disco Flexível	Tecnologia (informar)
			Quantidade (informar)
		Outros	Tipo (informar)
			Tecnologia (informar)
			Capacidade (informar)
			Quantidade (informar)
	Vídeo	Fabricante / Modelo	Não aplicável
		Padrão	Não aplicável
		Tamanho na diagonal	Não aplicável
		Placa Controladora - memória	1GB, DDR3
		Varredura	Não aplicável
	Multimídia	Fabricante / Modelo	(informar)
		DVD ROM / RW	Velocidade 8X
		Placa de Som	(informar)
	Impressora	Fabricante / Modelo	Não aplicável
		Tecnologia	Não aplicável
	Placa de Rede	Fabricante / Modelo	(informar)
		Tecnologia	5 placas GigaLan
	Disp. Apontador	Fabricante / Modelo	Mouse óptico USB
	Teclado	Padrão	ABNT2 USB
	Equipamentos para Testes e Manutenção	Unidades de Proteção	Não aplicável
		OSC's	Não aplicável
		SPCS	Não aplicável

Tabela 5- Folhas de Dados - Estações de Trabalho - Subestações Retificadoras e de Manutenção (Continuação)

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO - CONTINUAÇÃO				
QPC				
		Notebook	Não aplicável	
		Fibras Ópticas	Não aplicável	
SOFTWARE	Sistema operacional	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Outras Características	(informar)	
	Supervisão e Controle	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Capacidade	(informar)	
		Módulos Componentes	(informar)	
	Interface com a VDD	Padrão	(informar)	
		Fabricante	(informar)	
		Versão	(informar)	
	Outros	Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
	Desenvolvimentos Específicos	Função	Fabricante (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
FUNCIONAL	Subsistemas Funcionais	☑ USO	❑ SEG	❑
		❑ USI	❑ KVM	❑
		❑ UCI	❑	❑
	Outras Observações	Esta unidade deverá possuir fonte "full range".		

Tabela 6 - Folha de Dados - Proteção e Controle – Vãos AX e BX

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC2 e UPC3 (Painel de 15 kV)</td><td colspan="2">Vãos: AX/AL1 13,8kV e BX/AL2 13,8kV</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 2
(Nota 1)</td></tr>
<tr><td rowspan="12">GERAL</td><td colspan="4">☑ Esquema de Verificação de Sincronismo (25/27L/27B)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Neutro (50/51N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente Direcional de Fase (67)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente Direcional de Neutro (67N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Diferencial de linha (87L)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Esquemas Universais de Teleproteção (85)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Localizador de Faltas (96)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">8 (4 de corrente e 3+1 de potencial)</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">32</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">13</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos Comandados</td><td colspan="3">01 disjuntor de 13,8kV</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kW, kVAr, kWh, kVArh, FP
☑ Comando manual de abertura e fechamento de 01 disjuntor de 13,8 kV
☑ Apresentar na tela os diferenciais de módulo, ângulo e frequência entre as tensões a sincronizar.
Nota 1: Além do fornecimento de 2 IEDs por Subestação Retificadora, conforme indicado acima, deverá ser fornecida adicionalmente mais 1 IED para as Subestações Retificadoras 14, e 62 para a proteção dos “ALIMENTADORES PARA CONTINGÊNCIAS”. Ver diagrama unifilar DG.4/EX.99/00.556.</td></tr>
</table>

Tabela 7- Folha de Dados - Proteção e Controle - Vãos AY e BY

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC1 e UPC4 (Painel de 15 kV)</td><td colspan="2">Bay: AY TT1/RET1 e BY TT2/RET2</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 2</td></tr>
<tr><td rowspan="5"></td><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Neutro (50/51N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="9">GERAL</td><td rowspan="4">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">7 (4 de corrente e 3 de potencial)</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">58</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">15</td></tr>
<tr><td>Entrada Transdutada 4 a 20mA</td><td colspan="2">3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos comandados</td><td colspan="3">01 disjuntor de 13,8kVe 01 seccionadora</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kW, kVAr, kWh, kVArh, FP.
☑ Temperatura dos enrolamentos de alta e baixa tensão (49).
☑ Temperatura do óleo (26) para transformadores imersos em óleo.
☑ Bloqueio (86T – Chave de bloqueio associada ao transformador).
☑ Bloqueio (86R – Chave de bloqueio associada ao retificador).
☑ Comando manual de abertura e fechamento de 01 disjuntor de 13,8 kV e 01 seccionadora de 750 Vcc.</td></tr>
</table>

Tabela 8 - Folha de Dados - Proteção e Controle - Vãos HY, JY, IY e KY

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC2, UPC 3, UPC 4 e UPC 5 (Painel de 1 kVcc)</td><td colspan="2">Vãos HY e JY (Via 1/3), IY e KY (Via 2/4)– Alimentadores de tração 750 Vcc</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 4</td></tr>
<tr><td rowspan="8">GERAL</td><td colspan="4">☑ Proteção de sobrecorrente (di/dt)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Localizador de Faltas (96)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Religamento Automático (79)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Teste de Via (TV)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td>Não se aplica</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td>56</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td>17</td></tr>
<tr><td>Entrada Transdutada 4 a 20 mA</td><td>4</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos comandados</td><td colspan="2">Até 01 disjuntor de 750 Vcc e 01 equalizador</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="2">☑ A, V, kW, kWh.
☑ Comando manual de abertura e fechamento de até 01 disjuntor e 01 equalizador 750Vcc
☑ Bloqueio (86 – Chave de bloqueio).</td></tr>
</table>

Tabela 9 - Folha de Dados - Controle - Equipamentos Manobra e de Via ligados à SR

FOLHA DE DADOS – CONTROLE				
SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS				
Identificação da Unidade: UCD (Painel QPC)			Supervisão dos equipamentos dos vãos CY, DY, EY, FY e GY e supervisão e comando de equipamentos de via e supervisão dos serviços auxiliares da SR	
Fabricante: (informar)		Modelo: (informar)		Quantidade: 1
GERAL	Memória RAM		(informar)	
	Ocupação prevista de memória RAM		50% máximo	
	Quantidade de Entradas e Saídas	Entrada Digital	69	
		Saída Digital	26	
		Entrada Analógica Transdutada	Não se aplica	
		Entrada Analógica TC / TP	Não se aplica	
		Saída Analógica	Não se aplica	
	Equipamentos Supervisionados	A serem definidos na Reunião de Workstatement		
	☑ Supervisão de equipamentos		☑ Comandos de abertura e fechamento de Contatores de via	
	☑ Lógicas de intertravamentos		☑ Supervisão das seccionadoras de via	
	Outras (especificar)			
OBSERVAÇÕES				

Tabela 10 - Folha de Dados - Proteção e Controle – AX

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC 3 (Painel de 15 kV)</td><td colspan="2">Vão: AX/AL1 13,8 kV</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 1</td></tr>
<tr><td rowspan="12">GERAL</td><td colspan="4">☑ Esquema de Verificação de Sincronismo (25/27L/27B)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Neutro (50/51N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente Direcional de Fase (67)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente Direcional de Neutro (67N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Diferencial de linha (87L)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Esquemas Universais de Teleproteção (85)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Localizador de Faltas (96)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">8 (4 de corrente e 3+1 de potencial)</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">32</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">13</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos Comandados</td><td colspan="3">01 disjuntor de 13,8 kV</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kW, kVAr, kWh, kVArh, FP
☑ Comando manual de abertura e fechamento de 01 disjuntor de 13,8kV
☑ Apresentar na tela os diferenciais de módulo, ângulo e frequência entre as tensões a sincronizar.
.</td></tr>
</table>

Tabela 11 - Folha de Dados - Proteção e Controle – Vão BX

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC 2 (Painel de 15 kV)</td><td colspan="2">Vãos: BX/AL2 13,8 kV</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 1</td></tr>
<tr><td rowspan="10"></td><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Neutro (50/51N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Relé Direcional de Sobrecorrente direcional de Neutro (67/67N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Relé de Teleproteção (85)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Relé de Verificação de Sincronismo e de Barra Viva Linha Morta e Linha Viva Barra Morta (25/27L/27B)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Relé de Proteção Diferencial - Linha (87L)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Relé Auxiliar de Bloqueio de Barra (96)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">GERAL</td><td rowspan="3">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">8 (4 de corrente e 3+1 de potencial)</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">32</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">13</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos Comandados</td><td colspan="3">01 disjuntor de 13,8 kV</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kW, kVAr, kWh, kVArh, FP
☑ Comando manual de abertura e fechamento de 01 disjuntor de 13,8kV
.</td></tr>
</table>

Tabela 12 - Folha de Dados - Proteção e Controle - Vãos AY

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC 1 (Painel de 15 kV)</td><td colspan="2">Bay: AY TT1/RET1</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 1</td></tr>
<tr><td rowspan="5">GERAL</td><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Neutro (50/51N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="6"></td><td rowspan="4">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">7 (4 de corrente e 3 de potencial)</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">58</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">15</td></tr>
<tr><td>Entrada Transdutada 4 a 20 mA</td><td colspan="2">3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos comandados</td><td colspan="3">01 disjuntor de 13,8 kV e 01 seccionadora</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kW, kVAr, kWh, kVArh, FP.
☑ Temperatura dos enrolamentos de alta e baixa tensão (49).
☑ Temperatura do óleo (26) para transformadores imersos em óleo.
☑ Bloqueio (86T – Chave de bloqueio associada ao transformador).
☑ Bloqueio (86R – Chave de bloqueio associada ao retificador).
☑ Comando manual de abertura e fechamento de 01 disjuntor de 13,8 kV e 01 seccionadora de 750 Vcc.</td></tr>
</table>

Tabela 13- Folha de Dados - Proteção e Controle - Vão LY

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC 1, (Painel de 1 kVcc)</td><td colspan="2">VãoLY – Alimentador de tração 750 Vcc</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 1</td></tr>
<tr><td rowspan="8"></td><td colspan="4">☑ Proteção de sobrecorrente (di/dt)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Localizador de Faltas (96)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Religamento Automático (79)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Teste de Via (TV)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="8">GERAL</td><td rowspan="4">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">Não se aplica</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">18</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">5</td></tr>
<tr><td>Entrada Transdutada 4 a 20 mA</td><td colspan="2">1</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos comandados</td><td colspan="3">Até 01 disjuntor de 750 Vcc e 01 equalizador</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kW, kWh.
☑ Comando manual de abertura e fechamento de até 01 disjuntor e 01 equalizador 750 Vcc
☑ Bloqueio (86 – Chave de bloqueio).</td></tr>
</table>

Tabela 14- Folha de Dados - Controle – Equipamentos de Manobra e de Via ligados à SM

FOLHA DE DADOS – CONTROLE				
SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO				
Identificação da Unidade: UCD (painel QPC)			Supervisão dos equipamentos dos CUB. 4 e 5 e Supervisão e comando de equipamentos de via	
Fabricante: (informar)		Modelo: (informar)		Quantidade: 1
GERAL	Memória RAM		(informar)	
	Ocupação prevista de memória RAM		50% máximo	
	Quantidade de Entradas e Saídas	Entrada Digital	83	
		Saída Digital	38	
		Entrada Analógica Transdutada	Não se aplica	
		Entrada Analógica TC / TP	Não se aplica	
		Saída Analógica	Não se aplica	
	Equipamentos Supervisionados	A serem definidos na Reunião de Workstatement		
	☑ Supervisão de equipamentos		☑ Comandos de abertura e fechamento de Contatores de via	
	☑ Lógicas de intertravamentos		☑ Supervisão de status de contatoras e seccionadoras de via	
	Outras (especificar)			
OBSERVAÇÕES				

Tabela 15 - Folha de Dados - Via de Dados

FOLHA DE DADOS – VIA DE DADOS	
SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS E DE MANUTENÇÃO	
Topologia Lógica	**(informar)**
Topologia Física	**(informar)**
Protocolo de Comunicação	**(informar)**
Quantidade Instalada de Nós	**(informar)**
Quantidade Máxima de Nós	**(informar)**
Características do meio físico	Fibra ótica
Permite comunicação direta entre dispositivos	☑ Sim ❑ Não
Observações / Equipamentos Complementares	Todos os equipamentos da rede deverão ser alimentados em corrente contínua e possuir contatos para sinalização de falha interna.

Tabela 16- Folha de Dados - Subsistema de Sincronismo

FOLHA DE DADOS – SUBSISTEMA DE SINCRONISMO		
SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS E DE MANUTENÇÃO		
Quantidade de Receptores USI (GPS)		1
Modo de Sincronismo das demais Unidades do Sistema		Rede Dedicada
		Via de Dados
		Outro **(especificar)**
Período de Sincronismo	Dos milissegundos	**(informar)**
	Da data e hora	**(informar)**
Observações / Equipamentos Complementares / Arquitetura	Detalhar na proposta o modo de sincronismo das unidades do SPCS, se através de rede Dedicada ou da Via de Dados. Todos os equipamentos do Sistema de Sincronismo deverão ter a possibilidade de ser alimentados em corrente contínua.	

Tabela 17- Folha de Dados - Acessórios de Comunicação

FOLHA DE DADOS – ACESSÓRIOS DE COMUNICAÇÃO	
SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS E DE MANUTENÇÃO	
☑ Switch	Quantidade: **2 (no mínimo)**
	Fabricante/ Modelo: **(informar)**
	Portas Óticas: 16 (no mínimo)
	Portas Elétricas: 4 (no mínimo)
	Características: ▪ Compatível com a implementação da norma IEC 61850; ▪ SNMP v1/v2/v3; monitoramento remoto (RMON); ▪ IEEE 802.1q; IEEE 802.1p; IEEE 802.1w; ▪ SSH/SSL encryption e NTP.
	Aplicação: ▪ Conexão do SPCS ao SCADA
☑ Firewall	Quantidade:1
	Fabricante/ Modelo: **(informar)**
Outros (especificar)	
Observações: Todos os cabos e possíveis adaptadores deverão ser previstos no conjunto para atender em número, tipos, comprimentos e quantidade;	

Tabela 18- Folha de Dados - Proteção e Controle – PEE/HIP

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">PEE/HIP</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPCX, UPC2, UPC3, UPC4, UPC5 e UPC6 (CUBICULOS 13,8 kV)</td><td colspan="2">Vãos: Cubículos PEE e SE CEB</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 6</td></tr>
<tr><td rowspan="11"></td><td colspan="4">☑ Esquema de Verificação de Sincronismo (25/27L/27B)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Neutro (50/51N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente Direcional de Fase (67)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente Direcional de Neutro (67N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Diferencial de linha (87L)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Esquemas Universais de Teleproteção (85)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Localizador de Faltas (96)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">GERAL</td><td rowspan="3">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">8 (4 de corrente e 3+1 de potencial)</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">32</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">13</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos Comandados</td><td colspan="3">01 disjuntor de 13,8kV</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kW, kVAr, kWh, kVArh, fp.
☑ Comando manual de abertura e fechamento de 01 disjuntor de 13,8kV.
☑ Apresentar na tela os diferenciais de módulo, ângulo e frequência entre as tensões a sincronizar.</td></tr>
</table>

Tabela 18- Folha de Dados - Proteção e Controle – PEE/HIP (Continuação)

<table>
<tr><td colspan="5">FOLHA DE DADOS – PROTEÇÃO E CONTROLE</td></tr>
<tr><td colspan="5">PEE/HIP</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identificação da Unidade: UPC 7 (CUBÍCULO DE 13,8 kV – FILTRO DE HARMÔNICOS)</td><td colspan="2">Vãos: Cubículos PEE</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fabricante: (informar)</td><td>Modelo: (informar)</td><td colspan="2">Quantidade: 1</td></tr>
<tr><td rowspan="9"></td><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Fase (50/51)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobrecorrente de Neutro (50/51N)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Falha de Disjuntor (50/62 BF)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção Contra Arco Elétrico Interno (50AFD)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de desequilíbrio de corrente (61)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de subtensão (27)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Proteção de Sobretensão Instantânea e Temporizada (59 I/T)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Bloqueio de Disjuntor (86)</td></tr>
<tr><td colspan="4">☑ Oscilografia incorporada (98)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">GERAL</td><td rowspan="3">Entradas e Saídas</td><td>Entrada Analógica TC / TP</td><td colspan="2">9 (6 de corrente e 3 de potencial)</td></tr>
<tr><td>Entrada Digital</td><td colspan="2">42</td></tr>
<tr><td>Saída Digital</td><td colspan="2">18</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Equipamentos Comandados</td><td colspan="3">01 disjuntor de 13,8kV</td></tr>
<tr><td colspan="3">01 seccionadora de 13,8 kV</td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3">☑ A, V, kVAr.
☑ Comando manual de abertura e fechamento de 01 disjuntor de 13,8kV.
☑ Comando automático, pelo controle do fator de potência das chaves de manobra a vácuo dos módulos de 5ª, 7ª e 11ª do filtro de harmônicas. Sequência operacional conforme ET.4/EX.99/11.701</td></tr>
</table>

Tabela 19- Folha de Dados - Estações de Trabalho - Modernização

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO				
MODERNIZAÇÃO Metrô-DF				
Nome da Estação: **Estação de Engenharia - SEG**				Quantidade 03
HARDWARE	Micro Computador	Marca / Modelo (informar)		
		CPU / Clock - Processador com quatro núcleos de processamento, operando a uma velocidade de 2,6GHz, cache 3MB L2, arquitetura x64.		
		Cache Memória (informar)		
		Barramento	Padrão PCI / AGP	
			Slots Ocupados – não aplicável	
			Slots Livres – não aplicável	
		Memória RAM	Total – 6 Gbytes	
			Ocupação prevista (informar)	
		Portas	Seriais (informar)	
			Paralelas (informar)	
			USB – 04 (mínimo)	
			Outras (informar)	
		Gabinete	❑ Industrial	
			☑ Comercial (notebook)	
	Memória de Massa	Disco Rígido	Tecnologia - (informar)	
			Capacidade – 1000 Gb	
			Ocupação Prevista - (informar) – máximo 50 %	
			Quantidade (informar)	
		Disco Flexível	Tecnologia (informar)	
			Quantidade (informar)	
		Outros	Tipo (informar)	
			Tecnologia (informar)	
			Capacidade (informar)	
			Quantidade (informar)	
	Vídeo	Fabricante / Modelo	(informar)	
		Padrão	LCD à cores	
		Tamanho na diagonal	15¨	
		Placa Controladora – memória	1GB, DDR3	
		Varredura	(informar)	
	Multimídia	Fabricante / Modelo	(informar)	
		CD ROM / RW	Velocidades (informar)	
		Placa de Som	(informar)	
	Impressora	Fabricante / Modelo	Não aplicável	
		Tecnologia	Não aplicável	
	Placa de Rede	Fabricante / Modelo	(informar)	
		Tecnologia	Gigalan	
	Disp. Apontador	Fabricante / Modelo	Mouse óptico USB	
	Teclado	Padrão	ABNT2	
	Equipamentos para Testes e Manutenção	Unidades de Proteção	Não aplicável	
		OSC's	Não aplicável	
		SPCS	Não aplicável	

Tabela 19 - Folha de Dados - Estações de Trabalho – Modernização (Continuação)

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO - CONTINUAÇÃO				
MODERNIZAÇÃO Metrô-DF				
		Notebook	Não aplicável	
		Fibras Ópticas	Não aplicável	
SOFTWARE	Sistema operacional	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Outras Características	(informar)	
	Supervisão e Controle	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Capacidade	(informar)	
		Módulos Componentes	(informar)	
	Interface com a VDD	Padrão	(informar)	
		Fabricante	(informar)	
		Versão	(informar)	
	Outros	Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
	Desenvolvimentos Específicos	Função	Fabricante (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
FUNCIONAL	Subsistemas Funcionais	❑ USO	☑ SEG	❑
		❑ USI	❑ KVM	❑
		❑ UCI	❑	❑
	Outras Observações	Esta estação de trabalho deverá possuir instalados todos os software de parametrização e programação de todas as unidades fornecidas tais como unidade de controle, de proteção, oscilógrafos e etc. Deverá ser fornecida uma bateria reserva para este notebook. Deverão ser fornecidos todos os CD´s de recuperação para restaurar automaticamente a configuração desta estação.		

Tabela 20- Folhas de Dados - Estações de Trabalho - CCO

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO				
CCO				
Nome da Estação: **UCI**				Quantidade 01
HARDWARE	Micro Computador	Marca / Modelo (informar)		
		CPU / Clock - Processador com quatro núcleos de processamento, operando a uma velocidade de 2,6GHz, cache 3MB L2, arquitetura x64.		
		Cache Memória (informar)		
		Barramento	Padrão PCI / PCIe	
			Slots Ocupados – não aplicável	
			Slots Livres – não aplicável	
		Memória RAM	Total – 6 Gbytes	
			Ocupação prevista (informar)	
		Portas	Seriais (informar)	
			Paralelas (informar)	
			USB – 4 (mínimo)	
			Outras (informar)	
		Gabinete	Industrial	
			Comercial	
	Memória de Massa	Disco Rígido	Tecnologia – RAID 1	
			Capacidade – 1000 Gb	
			Ocupação Prevista - (informar) – máximo 50 %	
			Quantidade (informar)	
		Disco Flexível	Tecnologia (informar)	
			Quantidade (informar)	
		Outros	Tipo (informar)	
			Tecnologia (informar)	
			Capacidade (informar)	
			Quantidade (informar)	
	Vídeo	Fabricante / Modelo	Não aplicável	
		Padrão	Não aplicável	
		Tamanho na diagonal	Não aplicável	
		Placa Controladora - memória	1GB, DDR3	
		Varredura	Não aplicável	
	Multimídia	Fabricante / Modelo	(informar)	
		DVD ROM / RW	Velocidade 8X	
		Placa de Som	(informar)	
	Impressora	Fabricante / Modelo	Não aplicável	
		Tecnologia	Não aplicável	
	Placa de Rede	Fabricante / Modelo	(informar)	
		Tecnologia	5 placas GigaLan	
	Disp. Apontador	Fabricante / Modelo	Mouse óptico USB	
	Teclado	Padrão	ABNT2 USB	
	Equipamentos para Testes e Manutenção	Unidades de Proteção	Não aplicável	
		OSC's	Não aplicável	
		SPCS	Não aplicável	

Tabela 20 - Folhas de Dados - Estações de Trabalho – CCO (Continuação)

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO - CONTINUAÇÃO				
CCO				
		Notebook	Não aplicável	
		Fibras Ópticas	Não aplicável	
SOFTWARE	Sistema operacional	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Outras Características	(informar)	
	Supervisão e Controle	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Capacidade	(informar)	
		Módulos Componentes	(informar)	
	Interface com a VDD	Padrão	(informar)	
		Fabricante	(informar)	
		Versão	(informar)	
	Outros	Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
	Desenvolvimentos Específicos	Função	Fabricante (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
FUNCIONAL	Subsistemas Funcionais	❑ USO	❑ SEG	❑
		❑ USI	❑ KVM	❑
		☑ UCI	❑	❑
	Outras Observações	Esta unidade deverá possuir fonte "full range".		

Tabela 21 - Folhas de Dados - Estações de Trabalho - CCO

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO				
CCO				
Nome da Estação: **USO**				Quantidade 02
HARDWARE	Micro Computador	Marca / Modelo (informar)		
		CPU / Clock - Processador com quatro núcleos de processamento, operando a uma velocidade de 2,6GHz, cache 3MB L2, arquitetura x64.		
		Cache Memória (informar)		
		Barramento	Padrão PCI / PCIe	
			Slots Ocupados – não aplicável	
			Slots Livres – não aplicável	
		Memória RAM	Total – 6 Gbytes	
			Ocupação prevista (informar)	
		Portas	Seriais (informar)	
			Paralelas (informar)	
			USB – 4 (mínimo)	
			Outras (informar)	
		Gabinete	Industrial	
			Comercial	
	Memória de Massa	Disco Rígido	Tecnologia – RAID 1	
			Capacidade – 1000 Gb	
			Ocupação Prevista - (informar) – máximo 50 %	
			Quantidade (informar)	
		Disco Flexível	Tecnologia (informar)	
			Quantidade (informar)	
		Outros	Tipo (informar)	
			Tecnologia (informar)	
			Capacidade (informar)	
			Quantidade (informar)	
	Vídeo	Fabricante / Modelo	Não aplicável	
		Padrão	Não aplicável	
		Tamanho na diagonal	Não aplicável	
		Placa Controladora - memória	1GB, DDR3	
		Varredura	Não aplicável	
	Multimídia	Fabricante / Modelo	(informar)	
		DVD ROM / RW	Velocidade 8X	
		Placa de Som	(informar)	
	Impressora	Fabricante / Modelo	Não aplicável	
		Tecnologia	Não aplicável	
	Placa de Rede	Fabricante / Modelo	(informar)	
		Tecnologia	5 placas GigaLan	
	Disp. Apontador	Fabricante / Modelo	Mouse óptico USB	
	Teclado	Padrão	ABNT2 USB	
	Equipamentos para Testes e Manutenção	Unidades de Proteção	Não aplicável	
		OSC's	Não aplicável	
		SPCS	Não aplicável	

Tabela 21 - Folhas de Dados - Estações de Trabalho - CCO (Continuação)

FOLHA DE DADOS - ESTAÇÕES DE TRABALHO - CONTINUAÇÃO				
CCO				
		Notebook	Não aplicável	
		Fibras Ópticas	Não aplicável	
SOFTWARE	Sistema operacional	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Outras Características	(informar)	
	Supervisão e Controle	Fabricante	(informar)	
		Modelo	(informar)	
		Versão	(informar)	
		Capacidade	(informar)	
		Módulos Componentes	(informar)	
	Interface com a VDD	Padrão	(informar)	
		Fabricante	(informar)	
		Versão	(informar)	
	Outros	Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
			Versão (informar)	
	Desenvolvimentos Específicos	Função	Fabricante (informar)	
		Função	Fabricante (informar)	
FUNCIONAL	Subsistemas Funcionais	☑ USO	❑ SEG	❑
		❑ USI	❑ KVM	❑
		❑ UCI	❑	❑
	Outras Observações	Esta unidade deverá possuir fonte "full range".		

Tabela 22 - Folhas de Dados - Acessórios de Comunicação - CCO

FOLHA DE DADOS – ACESSÓRIOS DE COMUNICAÇÃO	
CCO	
☑ Switch	Quantidade: **2 (no mínimo)**
	Fabricante/ Modelo: **(informar)**
	Portas Óticas: 8 **(no mínimo)**
	Portas Elétricas: 8 **(no mínimo)**
	Características: ▪ Compatível com a implementação da norma IEC 61850; ▪ SNMP v1/v2/v3; monitoramento remoto (RMON); ▪ IEEE 802.1q; IEEE 802.1p; IEEE 802.1w; ▪ SSH/SSL encryption e NTP.
	Aplicação: ▪ Conexão do SPCS ao SCADA
☑ Firewall	Quantidade: 1
	Fabricante/ Modelo: **(informar)**

Tabela 23- Folhas de Dados - Subsistema de Sincronismo - Subestações Retificadoras e CCO

FOLHA DE DADOS – SUBSISTEMA DE SINCRONISMO		
CCO		
Quantidade de Receptores USI (GPS)		1
Modo de Sincronismo das demais Unidades do Sistema		Rede Dedicada
		Via de Dados
		Outro **(especificar)**
Período de Sincronismo	Dos milissegundos	**(informar)**
	Da data e hora	**(informar)**
Observações / Equipamentos Complementares / Arquitetura	Detalhar na proposta o modo de sincronismo das unidades do SPCS, se através de rede Dedicada ou da Via de Dados. Todos os equipamentos do Sistema de Sincronismo deverão ter a possibilidade de ser alimentados em corrente contínua.	

Tabela 24- Folha de Dados - Serviços - Modernização

FOLHA DE DADOS – SERVIÇOS		
MODERNIZAÇÃO Metrô-DF		
Projeto de Fabricação e executivo	❑ Não	
	☑ Sim	
Projeto de Parametrização e Customização	❑ Não	
	☑ Sim	
Projeto da Instalação	❑ Não	
	☑ Sim	
Projeto de Parametrização e Customização da Estação de Operação do CCO.	❑ Não	
	☑ Sim	
Estudos para a determinação dos ajustes das proteções	❑ Não	
	☑ Sim	
Parametrização das funções de proteção a partir dos dados dos estudos da proteção	❑ Não	
	☑ Sim	
Projeto de Parametrização e Customização do Centro de Controle Operacional CCO	❑ Não	
	☑ Sim	
Treinamentos	❑ Não	
	☑ Sim- ver Especificação Técnica Genérica	
Operação Assistida	❑ Não	
	☑ Sim	
Documentação de Projeto	❑ Não	
	☑ Sim	Todos os documentos de Projeto de Fabricação e Executivo deverão estar conforme Especificação Técnica de Projeto de Fabricação e Executivo.
Notas:		

Tabela 24 - Folha de Dados - Serviços - Modernização (Continuação)

FOLHA DE DADOS – SERVIÇOS - CONTINUAÇÃO	
MODERNIZAÇÃO Metrô-DF	
SOFTWARE	
HARDWARE	Todas as ferramentas utilizadas para a montagem e comissionamento do SPCS
	Mala de Testes. Caso seja operada por notebook, o mesmo deverá possuir configuração equivalente à da
	Unidade SEG, com as interfaces necessárias para a operação da mala de testes.

11 PARÂMETROS DO SISTEMA ELÉTRICO E DADOS DE CURTO CIRCUITO

Os parâmetros elétricos disponíveis até o presente momento estão indicados nos DIAGRAMAS UNIFILARES DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.553, DG.4/EX.99/00.555, DG.4/EX.99/00.556 e DG.4/EX.99/00.562. Poderão ser solicitadas informações adicionais caso sejam necessárias à elaboração da proposta, de modo a definir e demonstrar a adequação e aplicabilidade dos equipamentos e sistema propostos conforme requisitos especificados.

12 INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS

Deverão ser preenchidas todas as tabelas especificadas no item 7.0 da Especificação Técnica Geral para Fornecimento de Sistemas Digitais de Supervisão, Medição, Proteção e Controle. O não atendimento a qualquer um dos requisitos das tabelas, a não comprovação técnica dos mesmos ou o não preenchimento de quaisquer dos dados solicitados, poderá implicar na desqualificação técnica do PROPONENTE.

METRÔ - DF		CODIFICAÇÃO

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	ONISLEY OLIVEIRA PINTO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

ONISLEY OLIVEIRA PINTO CREA N° 20427/D-DF

CREA N°

METRÔ - DF

SISTEMA		ENERGIA	
SUB-SISTEMA		COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA	
VISTO: OOP	DATA: 28/01/2018	LOCAL: GERAL	
APROVADO: OOP	DATA: 28/01/2018	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO: ÍNDICE DE DOCUMENTOS	AREA DE CONST.: -
ESCALA: **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ.: Básico		
N MICROFILME	FOLHA: 1/8	CODIFICAÇÃO: **ID.3/EX.99/00.501**	REVISÃO: **0**

1	EMISSÃO INICIAL	28/01/2018				OOP	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Ô E S							

METRÔ DF
ID.3/EX.99/00.501

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 ÍNDICE DE DOCUMENTOS – COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA 5

1 NOTAS

O seguinte documento foi alterado a codificação:

- ET.4/EX.99/00.551 para ET.3/EX.99/00.551.

2 ÍNDICE DE DOCUMENTOS – COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5C-LD-0501	ID.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Índice de Documentos
Memória de Cálculo		
P00160/01-5C-MC-0501	MC.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Geral - Memória para Entradas e Saídas Analógicas, Digitais e Transdutadas das IEDs
P00160/01-5C-MC-0551	MC.4/EX.99/00.551	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétricamemória para entradas e saídas analógicas, digitais e transdutadas das IEDs
Memorial Descritivo		
P00160/01-5C-MD-0501	MD.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Geral – Memorial Descritivo
P00160/01-5C-MD-0551	MD.4/EX.99/00.551	Sistema de Energia (Modernização) - Comando e Proteção Elétrica - Geral – Memorial Descritivo
Especificações Técnicas		
P00160/01-5C-ET-0501	ET.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Especificação Técnica - Aplicação para Fornecimento de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão
P00160/01-5C-ET-0502	ET.4/EX.99/00.502	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Especificação Técnica - Fornecimento de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão
P00160/01-5C-ET-0503	ET.4/EX.99/00.503	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Especificação Técnica - Desenvolvimento dos Projetos de Fabricação do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão - SPCS
P00160/01-5C-ET-0551	ET.3/EX.99/00.551	Sistema de Energia (Modernização) - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Especificação Técnica - Aplicação para Fornecimento de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão
P00160/01-5C-ET-0553	ET.4/EX.99/00.553	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétrica subestações Retificadoras 13800Vca / 380Vca / 750Vcc Especificação Técnica para O Desenvolvimento Dos Projetos de Fabricação do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão - SPCS
Desenhos e Diagramas		
P00160/01-5C-DU-0502	DG.4/EX.99/00.502	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção - Circuitos de Alimentação e de Tração

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5C-DU-0503	DG.4/EX.99/00.503	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção - Circuitos de Serviços Auxiliares
P00160/01-5C-DU-0504	DG.4/EX.99/00.504	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Arquitetura Geral
P00160/01-5C-DU-0505	DG.4/EX.99/00.505	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Pontos de Entrada de Energia - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção
P00160/01-5C-DU-0506	DG.4/EX.99/00.506	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção - Automatismos em Contingências
P00160/01-5C-DU-0507	DG.4/EX.99/00.507	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Setor 13800Vca - Vão A - Seção AX-LT.1 – Padrões de Engenharia - Diagrama Trifilares e Funcionais
P00160/01-5C-DI-0501	DG.4/EX.99/00.508	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Setor 13800Vca - Vão A - Seção AX-LT.1 - Padrões de Engenharia - Diagrama De Interligação
P00160/01-5C-DL-0501	DG.4/EX.99/00.509	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Setor 13800Vca - Vão A - Seção AX-LT.1 - Padrões de Engenharia - Diagramas Lógicos
P00160/01-5C-DE-0501	DE.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Setor 13800Vca - Vão A - Seção AX-LT.1 - Padrões de Engenharia - Desenho Construtivo de Referência
P00160/01-5C-DU-0552	DG.4/EX.99/00.552	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Subestações Retificadoras 13800Vca / 637Vca / 750Vcc - Diagrama Unifilar de Medição E Proteção - Circuitos De Alimentação e de Tração
P00160/01-5C-DU-0553	DG.4/EX.99/00.553	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétrica subestações Retificadoras 13800Vca / 380Vca - Diagrama Unifilar de Proteção dos Alimentadores de Serviços Auxiliares das SRs e dos Alimentadores das SAs
P00160/01-5C-DU-0554	DG.4/EX.99/00.554	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétrica subestações Típicas - Arquitetura Geral
P00160/01-5C-DU-0555	DG.4/EX.99/00.555	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Pontos de Entrada de Energia - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção - Painel de Entrada Hípica
P00160/01-5C-DU-0556	DG.4/EX.99/00.556	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétrica subestações Retificadoras 13800Vca / 637Vca / 750Vcc - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção - Alimentadores para Contingências
P00160/01-5C-DU-0562	DG.4/EX.99/00.562	Sistema de Energia (Modernização) - Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Subestação de Manutenção - 13800Vca / 637Vca / 750Vcc - Diagrama Unifilar de Medição d Proteção - Circuitos de Alimentação e de Tração
Padrão de Engenharia		

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5C-FD-0501	DB.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Geral - Padrões de Engenharia - Base de Dados de Referência
P00160/01-5C-PI-0501	PT.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Geral - Padrões de Engenharia - Roteiro de Testes
Listas de Cabos		
P00160/01-5C-LC-0501	LC.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica – Samambaia – Lista de Cabos
P00160/01-5C-LC-0502	LC.4/EX.99/00.502	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Ceilândia – Lista de Cabos
P00160/01-5C-LC-0503	LC.4/EX.99/00.503	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Asa Norte – Lista de Cabos
P00160/01-5C-LC-0504	LC.4/EX.99/00.504	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Modernização – Lista de Cabos
Lista de Material		
P00160/01-5C-LM-0501	LM.4/EX.99/00.501	Sistema de Energia - Comando e Proteção Elétrica - Geral - Lista de Materiais
P00160/01-5C-LM-0551	LM.4/EX.99/00.551	Sistema de Energia (Modernização) - Comando e Proteção Elétrica - Geral - Lista de Materiais
Planilha de Serviços e Quantidades		
P00160/00-N0-MC-1100	OR.4/00.1N/Z3.002	Memória de Cálculo
P00160/00-N0-PQ-1100	OR.4/00.1N/Z3.001	Planilha de Serviço e Quantidade - PSQ
P00160/00-N0-RL-1100	OR.4/00.1N/Z2.001	Critério de Medição
P00160/00-N0-MC-1105	OR.4/00.6M/Z3.002	Memória de Cálculo
P00160/00-N0-PQ-1105	OR.4/00.6M/Z3.001	Planilha de Serviço e Quantidade - PSQ
P00160/00-N0-RL-1105	OR.4/00.6M/Z2.001	Critério de Medição
P00160/00-N0-MC-1110	OR.4/00.7G/Z3.002	Memória de Cálculo
P00160/00-N0-PQ-1110	OR.4/00.7G/Z3.001	Planilha de Serviço e Quantidade - PSQ
P00160/00-N0-RL-1110	OR.4/00.7G/Z2.001	Critério de Medição
P00160/00-N0-MC-1186	OR.4/69.0Z/Z3.004	Memória de Cálculo
P00160/00-N0-PQ-1186	OR.4/69.0Z/Z3.003	Planilha de Serviço e Quantidade - PSQ

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/00-N0-RL-1186	OR.4/69.0Z/Z2.002	Critério de Medição

METRÔ - DF		CODIFICAÇÃO

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	SISTEMA DE ENERGIA
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	ONISLEY OLIVEIRA PINTO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

ONISLEY OLIVEIRA PINTO CREA N° 20427/D-DF

CREA N°

METRÔ - DF

VISTO: OOP	DATA: 26/01/18	SISTEMA: ENERGIA	
		SUB-SISTEMA: SISTEMA DE ENERGIA	
		LOCAL: GERAL	
APROVADO: OOP	DATA: 26/01/18	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO: ÍNDICE DE DOCUMENTOS	AREA DE CONST.: -
ESCALA: S/ESC.	ETAPA DO PROJ.: Básico		
N MICROFILME	FOLHA	CODIFICAÇÃO: ID.3/EX.99/00.001	REVISÃO: 0

0	EMISSÃO INICIAL	17/01/2018	ECA	WPFe	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Ô E S							

METRÔ DF
ID.3/EX.99/00.001

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 ÍNDICE DE DOCUMENTOS – SISTEMA DE ENERGIA 5

1 NOTAS

- Os seguintes documentos foram alterados a codificação:

- EQ.4/EE.34/00.101 para DE.3/EE.34/00.001
- EQ.4/EE.35/00.101 para DE.3/EE.35/00.101
- EQ.4/EE.36/00.101 para DE.3/EE.36/00.101
- DE.4/35.7G/J4.001 para DE.3/35.7G/J4.001;
- DE.4/35.7G/J4.002 para DE.3/35.7G/J4.002;
- DE.4/35.7G/J4.003 para DE.3/35.7G/J4.003;
- DE.4/35.7G/J4.004 para DE.3/35.7G/J4.004;
- DE.4/35.7G/J4.005 para DE.3/35.7G/J4.005;
- DE.4/35.7G/J4.006 para DE.3/35.7G/J4.006;
- DE.4/36.7H/J4.001 para DE.3/36.7H/J4.001;
- DE.4/36.7H/J4.002 para DE.3/36.7H/J4.002;
- DE.4/36.7H/J4.003 para DE.3/36.7H/J4.003;
- DE.4/36.7H/J4.004 para DE.3/36.7H/J4.004;
- DE.4/36.7H/J4.005 para DE.3/36.7H/J4.005;
- DE.4/36.7H/J4.006 para DE.3/36.7H/J4.006.
- DE.4/91.7G/J4.001 para DE.3/91.7G/J4.001;
- DE.4/91.7G/J4.002 para DE.3/91.7G/J4.002;
- MD.4/EX.99/11.701 para MD.3/EX.99/11.701;
- RT.4/EF.99/00.301 para RT.3/EF.99/00.301.

Obs: O Metrô-DF é responsável somente pelas alterações indicadas em notas.

2 ÍNDICE DE DOCUMENTOS – SISTEMA DE ENERGIA

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
Base de Dados		
P00160/01-5C-FD-0501	DB.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - GERAL - PADRÕES DE ENGENHARIA - BASE DE DADOS DE REFERÊNCIA
Desenho Básico		
P00160/01-5H-DE-0201	DE.4/EB.28/00.201	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Disposição dos Equipamentos- Planta
P00160/01-5H-DE-0202	DE.4/EB.28/00.202	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Leitos de Cabos - Planta, Corte e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0203	DE.4/EB.28/00.203	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Eletrodutos e canaletas - Planta
P00160/01-5H-DE-0210	DE.4/EB.29/00.201	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Disposição dos Equipamentos- Planta

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-DE-0211	DE.4/EB.29/00.202	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Leitos de Cabos - Planta, Corte e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0212	DE.4/EB.29/00.203	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Eletrodutos e canaletas - Planta
P00160/01-5H-DE-0230	DE.4/EB.34/00.201	Subestação Retificadora 63 - Disposição dos Equipamentos- Planta
P00160/01-5H-DE-0231	DE.4/EB.34/00.202	Subestação Retificadora 63 - Leitos de Cabos - Planta, Corte e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0232	DE.4/EB.34/00.203	Subestação Retificadora 63 - Eletrodutos e canaletas - Planta
P00160/01-5H-DE-0240	DE.4/EB.35/00.201	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Disposição dos Equipamentos- Planta
P00160/01-5H-DE-0241	DE.4/EB.35/00.202	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Leitos de cabos - Planta, Corte e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0242	DE.4/EB.35/00.203	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Eletrodutos e canaletas – Planta
P00160/01-5H-DE-0250	DE.4/EB.36/00.201	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Disposição dos Equipamentos- Planta
P00160/01-5H-DE-0251	DE.4/EB.36/00.202	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Leitos de cabos - Planta, Corte e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0252	DE.4/EB.36/00.203	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Eletrodutos e canaletas – Planta
P00160/01-5H-DE-0220	DE.4/EB.41/00.201	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Disposição dos Equipamentos- Planta
P00160/01-5H-DE-0221	DE.4/EB.41/00.202	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Leitos de Cabos - Planta, Corte e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0222	DE.4/EB.41/00.203	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Eletrodutos e canaletas – Planta
P00160/01-5H-DE-0223	DE.4/EB.41/00.204	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Eletrodutos e canaletas – Planta
P00160/01-5H-DE-0224	DE.4/EB.41/00.205	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Eletrodutos e canaletas – Planta
P00160/01-5H-DE-0225	DE.4/EB.41/00.206	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Leitos de Cabos - Planta e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0226	DE.4/EB.41/00.207	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Leitos de Cabos - Planta e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0401	DE.4/EC.28/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) – Instalações de Equipamentos/Vias de cabos – Planta, Cortes e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0402	DE.4/EC.28/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) - Disposição de Equipamentos - PLANTA
P00160/01-5H-DE-0403	DE.4/EC.29/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 29 (Ceilândia) – Instalações de Equipamentos/Vias de cabos – Planta, Cortes e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0404	DE.4/EC.29/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 29 (Ceilândia) - Disposição de Equipamentos - Planta

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-DE-0405	DE.4/EC.35/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 35 (Samambaia) – Instalações de Equipamentos/Vias de cabos – Planta, Cortes e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0406	DE.4/EC.35/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 35 (Samambaia) - Disposição de Equipamentos - Planta
P00160/01-5H-DE-0407	DE.4/EC.36/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 36 (Samambaia) – Instalações de Equipamentos/Vias de cabos – Planta, Cortes e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0408	DE.4/EC.36/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 36 (Samambaia)- Disposição de Equipamentos – Planta
P00160/01-5H-DE-0409	DE.4/EC.41/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 41 (GTB) – Instalações de Equipamentos/Vias de cabos – Planta, Cortes e Detalhes
P00160/01-5H-DE-0410	DE.4/EC.41/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 41 (GTB) - Disposição de Equipamentos - Planta
P00160/01-5L-DE-0124	DE.4/EE.10/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Hípica - Painel de Entrada de Energia - Disposição de Equipamentos
P00160/01-5L-DE-0125	DE.4/EE.10/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Hípica - Painel de Entrada de Energia - Encaminhamento de Cabos
P00160/01-5L-DE-0120	DE.4/EE.29/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Ceilândia - Painel de Entrada de Energia - Disposição de Equipamentos
P00160/01-5L-DE-0121	DE.4/EE.29/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Ceilândia - Painel de Entrada de Energia - Encaminhamento de Cabos
P00160/01-5L-DE-0118	DE.4/EE.36/00.103	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Samambaia - Painel de Entrada de Energia - Disposição de Equipamentos
P00160/01-5L-DE-0119	DE.4/EE.36/00.104	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Samambaia - Encaminhamento de Cabos
P00160/01-5L-DE-0122	DE.4/EE.41/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Asa Norte - Painel de Entrada de Energia - Disposição de Equipamentos
P00160/01-5L-DE-0123	DE.4/EE.41/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Asa Norte - Painel de Entrada de Energia - Encaminhamento de Cabos
P00160/01-5L-DE-0126	DE.4/EE.41/00.103	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Asa Norte - Painel de Entrada de Energia - Sala de Medição CEB - Encaminhamento de Cabos
P00160/01-5L-DE-0115	DE.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Esquemático da Rede - Detalhes - Ceilândia
P00160/01-5L-DE-0116	DE.4/EE.99/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV -Esquemático da Rede - Samambaia - Geral
P00160/01-5L-DE-0117	DE.4/EE.99/00.103	Rede de alimentação 13,8 kV -Esquemático da Rede - Samambaia - Detalhes
P00160/01-5L-DE-0114	DE.4/EE.99/00.105	Rede de alimentação 13,8 kV - Geral - Detalhes da Infraestrutura da Rede
P00160/01-5L-DI-0106	DE.3/EE.34/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Interligação SR63 (E34-FUTURA) - E33

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5L-DI-0107	DE.3/EE.35/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Interligação SAM - SR64 - SR63
P00160/01-5L-DI-0104	DE.3/EE.36/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Interligação PEE - SR65 - SR64
P00160/01-5C-DE-0501	DE.4/EX.99/00.501	COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA - Setor 13800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX-LT.1 - Padrões de Engenharia - Desenho Construtivo de Referência
P00160/01-5N-DE-0657	DE.4/EX.99/10.600	Sistema de Aterramento - Quadro de Aterramento
P00160/01-5N-DE-0653	DE.4/EX.99/10.653	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Proteção Catódica Típica - Planta e Desenhos
P00160/00-NN-DE-1001	DE.4/28.1N/J4.001	PLANTA BAIXA PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1002	DE.4/28.1N/J4.002	PLANTA BAIXA PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1003	DE.4/28.1N/J4.003	PLANTA BAIXA MEZANINO - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1004	DE.4/28.1N/J4.004	PLANTA BAIXA MEZANINO - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1005	DE.4/28.1N/J4.005	CORTES TRANSVERSAL - AA E BB
P00160/00-NN-DE-1006	DE.4/28.1N/J4.006	PLANTA DE COBERTURA
P00160/00-NN-DE-1007	DE.4/29.1P/J4.001	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1008	DE.4/29.1P/J4.002	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1009	DE.4/29.1P/J4.003	PLANTA BAIXA NÍVEL MEZANINO - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1010	DE.4/29.1P/J4.004	PLANTA BAIXA NÍVEL MEZANINO - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1011	DE.4/29.1P/J4.005	CORTE TRANSVERSAL AA E BB
P00160/00-NN-DE-1012	DE.4/29.1P/J4.006	PLANTA COBERTURA
P00160/00-NN-DE-1013	DE.3/35.7G/J4.001	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1014	DE.3/35.7G/J4.002	PLANTA BAIXA NÍVEL ACESSO - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1015	DE.3/35.7G/J4.003	PLANTA BAIXA NÍVEL ACESSO - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1016	DE.3/35.7G/J4.004	CORTES TRANSVERSAIS AA, BB, CC E DETS.
P00160/00-NN-DE-1017	DE.3/35.7G/J4.005	PLANTA DE COBERTURA, DETALHES E SEÇÃO

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/00-NN-DE-1018	DE.3/35.7G/J4.006	SEÇÃO E DETALHES
P00160/00-NN-DE-1019	DE.3/36.7H/J4.001	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1020	DE.3/36.7H/J4.002	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1021	DE.3/36.7H/J4.003	PLANTA BAIXA NÍVEL ACESSO - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1022	DE.3/36.7H/J4.004	PLANTA BAIXA NÍVEL ACESSO - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1023	DE.3/36.7H/J4.005	CORTES TRANSVERSAIS AA, BB, CC
P00160/00-NN-DE-1024	DE.3/36.7H/J4.006	PLANTA DE COBERTURA E DETALHES
P00160/00-NN-DE-1025	DE.4/41.6M/J4.001	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1026	DE.4/41.6M/J4.002	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1027	DE.4/41.6M/J4.003	PLANTA BAIXA NÍVEL PLATAFORMA - AMPLIAÇÃO 3
P00160/00-NN-DE-1028	DE.4/41.6M/J4.004	PLANTA BAIXA NÍVEL MEZANINO - AMPLIAÇÃO 1
P00160/00-NN-DE-1029	DE.4/41.6M/J4.005	PLANTA BAIXA NÍVEL MEZANINO - AMPLIAÇÃO 2
P00160/00-NN-DE-1030	DE.4/41.6M/J4.006	CORTES AA E BB
P00160/00-NN-DE-1031	DE.4/41.6M/J4.007	CORTE LONGITUDINAL CC
P00160/00-NN-DE-1032	DE.4/41.6M/J4.008	PLANTA GERAL (SPDA) E CORTE DD
P00160/00-NN-DE-1033	DE.3/91.7G/J4.001	PLANTA BAIXA E CORTE LONGITUDINAL AA
P00160/00-NN-DE-1034	DE.3/91.7G/J4.002	PLANTA DE COBERTURA E DETALHES
Diagrama Básico		
P00160/01-5H-DU-0201	DG.4/EB.28/00.201	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Diagrama Unifilar Geral
P00160/01-5H-DU-0202	DG.4/EB.28/00.202	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Diagrama Unifilar de Média Tensão em 15kV
P00160/01-5H-DU-0203	DG.4/EB.28/00.203	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 750 Vcc
P00160/01-5H-DU-0204	DG.4/EB.28/00.204	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada 380/220 Vca

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-DU-0205	DG.4/EB.28/00.205	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 125 Vcc
P00160/01-5H-DU-0210	DG.4/EB.29/00.201	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Diagrama Unifilar Geral
P00160/01-5H-DU-0211	DG.4/EB.29/00.202	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Diagrama Unifilar de Média Tensão em 15kV
P00160/01-5H-DU-0212	DG.4/EB.29/00.203	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 750 Vcc
P00160/01-5H-DU-0213	DG.4/EB.29/00.204	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada 380/220 Vca
P00160/01-5H-DU-0214	DG.4/EB.29/00.205	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 125 Vcc
P00160/01-5H-DU-0230	DG.4/EB.34/00.201	Subestação Retificadora 63 - Diagrama Unifilar Geral
P00160/01-5H-DU-0231	DG.4/EB.34/00.202	Subestação Retificadora 63 - Diagrama Unifilar de Média Tensão em 15kV
P00160/01-5H-DU-0232	DG.4/EB.34/00.203	Subestação Retificadora 63 - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 750 Vcc
P00160/01-5H-DU-0233	DG.4/EB.34/00.204	Subestação Retificadora 63 - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada 380/220 Vca
P00160/01-5H-DU-0234	DG.4/EB.34/00.205	Subestação Retificadora 63 - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 125 Vcc
P00160/01-5H-DU-0240	DG.4/EB.35/00.201	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Diagrama Unifilar Geral
P00160/01-5H-DU-0241	DG.4/EB.35/00.202	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Diagrama Unifilar de Média Tensão em 15kV
P00160/01-5H-DU-0242	DG.4/EB.35/00.203	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 750 Vcc
P00160/01-5H-DU-0243	DG.4/EB.35/00.204	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada 380/220 Vca
P00160/01-5H-DU-0244	DG.4/EB.35/00.205	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 125 Vcc
P00160/01-5H-DU-0250	DG.4/EB.36/00.201	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Diagrama Unifilar Geral
P00160/01-5H-DU-0251	DG.4/EB.36/00.202	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Diagrama Unifilar de Média Tensão em 15kV
P00160/01-5H-DU-0252	DG.4/EB.36/00.203	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 750 Vcc
P00160/01-5H-DU-0253	DG.4/EB.36/00.204	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada 380/220 Vca
P00160/01-5H-DU-0254	DG.4/EB.36/00.205	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 125 Vcc
P00160/01-5H-DU-0220	DG.4/EB.41/00.201	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Diagrama Unifilar Geral

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-DU-0221	DG.4/EB.41/00.202	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Diagrama Unifilar de Média Tensão em 15kV
P00160/01-5H-DU-0222	DG.4/EB.41/00.203	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 750 Vcc
P00160/01-5H-DU-0223	DG.4/EB.41/00.204	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada 380/220 Vca
P00160/01-5H-DU-0224	DG.4/EB.41/00.205	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Diagrama Unifilar de Corrente Contínua 125 Vcc
P00160/01-5H-DU-0401	DG.4/EC.28/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) - Diagrama Unifilar Geral CA/CC - 380/220 VCA / CC 125VCC
P00160/01-5H-DU-0402	DG.4/EC.28/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada 380/220 VCA
P00160/01-5H-DU-0403	DG.4/EC.28/00.403	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) - Diagrama Unifilar de Corrente Continua 125 VCC
P00160/01-5H-DU-0407	DG.4/EC.29/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 29 (Ceilândia) - Diagrama Unifilar Geral CA/CC - 380/220 VCA / CC 125VCC
P00160/01-5H-DU-0408	DG.4/EC.29/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 29 (Ceilândia) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada - 380/220 VCA
P00160/01-5H-DU-0409	DG.4/EC.29/00.403	Subestação Auxiliar- Estação 29 (Ceilândia) - Diagrama Unifilar de Corrente Continua - 125 VCC
P00160/01-5H-DU-0413	DG.4/EC.35/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 35 (Samambaia) - Diagrama Unifilar Geral CA/CC - 380/220 VCA / CC 125VCC
P00160/01-5H-DU-0414	DG.4/EC.35/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 35 (Samambaia) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada - 380/220 VCA
P00160/01-5H-DU-0415	DG.4/EC.35/00.403	Subestação Auxiliar- Estação 35 (Samambaia) - Diagrama Unifilar de Corrente Continua - 125 VCC
P00160/01-5H-DU-0419	DG.4/EC.36/00.401	Subestação Auxiliar - Estação36 (Samambaia) - Diagrama Unifilar Geral CA/CC - 380/220 VCA / CC 125VCC
P00160/01-5H-DU-0420	DG.4/EC.36/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 36 (Samambaia) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada - 380/220 VCA
P00160/01-5H-DU-0421	DG.4/EC.36/00.403	Subestação Auxiliar- Estação 36 (Samambaia) - Diagrama Unifilar de Corrente Continua - 125 VCC
P00160/01-5H-DU-0425	DG.4/EC.41/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 41 (GTB) - Diagrama Unifilar Geral CA/CC - 380/220 VCA / CC 125VCC
P00160/01-5H-DU-0426	DG.4/EC.41/00.402	Subestação Auxiliar - Estação 41 (GTB) - Diagrama Unifilar de Corrente Alternada - 380/220 VCA
P00160/01-5H-DU-0427	DG.4/EC.41/00.403	Subestação Auxiliar- Estação 41 (GTB) - Diagrama Unifilar de Corrente Continua - 125 VCC
P00160/01-5L-DU-0109	DG.4/EE.10/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Hípica – Painel de Entrada de Energia – Diagrama Unifilar
P00160/01-5L-DU-0107	DG.4/EE.29/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Painel de Entrada de Energia - Diagrama Unifilar

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5L-DU-0106	DG.4/EE.36/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Painel de Entrada de Energia - Diagrama Unifilar
P00160/01-5L-DU-0108	DG.4/EE.41/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV (Filtro de Harmônico) - Painel de Entrada de Energia - Diagrama Unifilar
P00160/01-5L-DU-0101	DG.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação
P00160/01-5L-DU-0102	DG.4/EE.99/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV -Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação - Interligação PEE/SAM -SRs; SRs-SRs; SRs-SAs - Samambaia
P00160/01-5L-DU-0103	DG.4/EE.99/00.103	Rede de alimentação 13,8 kV -Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação - Interligação PEE/CEI -SRs; SRs-SRs; SRs-SAs - Ceilândia
P00160/01-5L-DU-0104	DG.4/EE.99/00.104	Rede de alimentação 13,8 kV -Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação - Interligação PEE/ANR -SRs; SRs-SRs; SRs-SAs - Asa Norte
P00160/01-5A-DE-0301	DG.4/EF.99/00.301	Circuito de Tração - Terceiro Trilho - Estação 29 à Estação GTB - Diagrama Unifilar;
P00160/01-5A-DE-0302	DG.4/EF.99/00.302	Circuito de Tração - Terceiro Trilho - Estação 36 à Estação Águas Claras - Diagrama Unifilar;
P00160/01-5A-DE-0303	DG.4/EF.99/00.303	Circuito de Tração - Terceiro Trilho - Ceilândia - Planta e Detalhes;
P00160/01-5A-DE-0304	DG.4/EF.99/00.304	Circuito de Tração - Terceiro Trilho - Samambaia - Planta e Detalhes;
P00160/01-5A-DE-0305	DG.4/EF.99/00.305	Circuito de Tração - Terceiro Trilho - Asa Norte - Planta e Detalhes;
P00160/01-5F-DU-0704	DG.4/EX.10/11.701	Filtro de Harmônica – Hípica – Diagrama Unifilar
P00160/01-5N-DI-0653	DG.4/EX.28/10.601	Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar
P00160/01-5N-DI-0654	DG.4/EX.28/10.602	Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora
P00160/01-5N-DI-0655	DG.4/EX.28/10.603	Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 28 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de controle
P00160/01-5N-DI-0656	DG.4/EX.29/10.601	Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar
P00160/01-5N-DI-0657	DG.4/EX.29/10.602	Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora
P00160/01-5N-DI-0658	DG.4/EX.29/10.603	Sistema de Aterramento - Extensão Ceilândia - Estação 29 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de controle
P00160/01-5F-DU-0702	DG.4/EX.29/11.701	Filtro de Harmônica – Ceilândia – Diagrama Unifilar
P00160/01-5N-DI-0668	DG.4/EX.34/10.602	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - SR 63 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5N-DI-0669	DG.4/EX.34/10.603	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - SR 63 - Diagrama Esquemático - Sala de Controle
P00160/01-5N-DI-0659	DG.4/EX.35/10.601	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar
P00160/01-5N-DI-0660	DG.4/EX.35/10.602	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora
P00160/01-5N-DI-0661	DG.4/EX.35/10.603	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 35 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de controle
P00160/01-5N-DI-0662	DG.4/EX.36/10.601	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar
P00160/01-5N-DI-0663	DG.4/EX.36/10.602	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora
P00160/01-5N-DI-0664	DG.4/EX.36/10.603	Sistema de Aterramento - Extensão Samambaia - Estação 36 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de controle
P00160/01-5F-DU-0701	DG.4/EX.36/11.701	Filtro de Harmônica - Samambaia - Diagrama Unifilar
P00160/01-5N-DI-0665	DG.4/EX.41/10.601	Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Diagrama Esquemático - Subestação Auxiliar
P00160/01-5N-DI-0666	DG.4/EX.41/10.602	Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Diagrama Esquemático - Subestação Retificadora
P00160/01-5N-DI-0667	DG.4/EX.41/10.603	Sistema de Aterramento - Extensão Asa Norte - Estação 41 - Diagrama Esquemático - Sala Técnica e Sala de controle
P00160/01-5F-DU-0703	DG.4/EX.41/11.701	Filtro de Harmônica – Asa Norte – Diagrama Unifilar
P00160/01-5C-DU-0502	DG.4/EX.99/00.502	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Diagrama Unifilar de Relés e Medidores de Alimentação e Tração - Circuitos de Alimentação e de Tração
P00160/01-5C-DU-0503	DG.4/EX.99/00.503	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - GERAL - DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - CIRCUITOS DE SERVIÇOS AUXILIARES
P00160/01-5C-DU-0504	DG.4/EX.99/00.504	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Arquitetura Geral do Sistema
P00160/01-5C-DU-0505	DG.4/EX.99/00.505	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - PONTOS DE ENTRADA DE ENERGIA - DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO
P00160/01-5C-DU-0506	DG.4/EX.99/00.506	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - GERAL- DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - AUTOMATISMOS EM CONTINGÊNCIAS
P00160/01-5C-DU-0507	DG.4/EX.99/00.507	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Setor - 3800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX-LT.1 - Padrões de Engenharia- DIAGRAMA TRIFILARES E FUNCIONAIS
P00160/01-5C-DI-0501	DG.4/EX.99/00.508	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Setor 13800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX-LT.1 - Padrões de Engenharia -Diagrama de Interligação

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5C-DL-0501	DG.4/EX.99/00.509	Sistema de Comando e Proteção Elétrica -Setor 13800Vca - VÃO A - SEÇÃO AX-LT.1 - Padrões de Engenharia - Diagramas Lógicos
P00160/01-5C-DU-0552	DG.4/EX.99/00.552	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA - SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 13800Vca/637Vca/750Vcc - DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - CIRCUITOS DE ALIMENTAÇÃO E DE TRAÇÃO
P00160/01-5C-DU-0553	DG.4/EX.99/00.553	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICASUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 13800Vca/380Vca - DIAGRAMA UNIFILAR DE PROTEÇÃO DOS ALIMENTADORES DE SERVIÇOS AUXILIARES DAS SRs E DOS ALIMENTADORES DAS SAs
P00160/01-5C-DU-0554	DG.4/EX.99/00.554	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICASUBESTAÇÕES TÍPICAS - ARQUITETURA GERAL
P00160/01-5C-DU-0555	DG.4/EX.99/00.555	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA - PONTOS DE ENTRADA DE ENERGIA - DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - PAINEL DE ENTRADA HÍPICA
P00160/01-5C-DU-0556	DG.4/EX.99/00.556	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICASUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 13800Vca/637Vca/750Vcc - DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - ALIMENTADORES PARA CONTINGÊNCIAS
P00160/01-5C-DU-0562	DG.4/EX.99/00.562	SISTEMA DE ENERGIA (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICASUBESTAÇÕES DE MANUTENÇÃO 13800Vca/637Vca/750Vcc - DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO - CIRCUITOS DE ALIMENTAÇÃO E DE TRAÇÃO
P00160/01-5N-DI-0600	DG.4/EX.99/10.600	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Diagrama Geral - Fl. 1/2 e 2/2
P00160/01-5F-DU-0705	DG.4/EX.99/11.701	Filtro de Harmônicas – Brasília Centro - Diagrama Unifilar Geral
P00160/01-5F-DU-0706	DG.4/EX.99/11.702	Filtro de Harmônicas – Águas Claras – Diagrama Unifilar Geral
P00160/01-5F-DU-0707	DG.4/EX.99/11.703	Filtro de Harmônicas – Ceilândia Sul – Diagrama Unifilar Geral
Especificação Técnica		
P00160/01-5H-ET-0204	ET.4/EB.99/01.201	Subestação Retificadora (Típica) - Conjunto de Cubículo 15 kV - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0201	ET.4/EB.99/20.201	Subestação Retificadora (Típica) - Transformador de Potência a Seco - Especificação Técnica

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-ET-0202	ET.4/EB.99/20.202	Subestação Retificadora (Típica) -Transformador de Potência a Óleo - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0203	ET.4/EB.99/26.201	Subestação Retificadora (Típica) - Cubículo Retificador - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0205	ET.4/EB.99/40.201	Subestação Retificadora (Típica) - Conjunto de Cubículo - 1,0 kVcc - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0207	ET.4/EB.99/60.201	Subestação Retificadora (Típica) - Painel de Distribuição de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0206	ET.4/EB.99/61.201	Subestação Retificadora (Típica) - Painel de Distribuição de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0208	ET.4/EB.99/62.201	Subestação Retificadora (Típica) - Retificador Carregador de Baterias 380 Vca/125 Vcc - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0209	ET.4/EB.99/62.202	Subestação Retificadora (Típica) - Banco de Baterias Chumbo-Ácido Ventiladas 125 Vcc - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0401	ET.4/EC.99/21.401	Subestação Auxiliar (Típica) - Transformador de Potência - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0403	ET.4/EC.99/30.401	Subestação Auxiliar (Típica) - Quadro de Sobrepor para Cargas Prioritárias - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0405	ET.4/EC.99/31.401	Subestação Auxiliar (Típica) - Retificador Carregador de Baterias 380 Vca/ 125Vcc - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0406	ET.4/EC.99/31.402	Subestação Auxiliar (Típica) - Banco de Baterias 125 Vcc - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0402	ET.4/EC.99/33.401	Subestação Auxiliar (Típica) - Painel de Distribuição de Serviços Auxiliares de Corrente Alternada 380-220Vca - Especificação Técnica
P00160/01-5H-ET-0404	ET.4/EC.99/33.402	Subestação Auxiliar (Típica) - Painel de Distribuição de Serviços Auxiliares de Corrente Contínua 125 Vcc - Especificação Técnica
P00160/01-5L-ET-0101	ET.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 Kv - Cabos de Média Tensão 15 kV e Acessórios para Instalação - Especificações Técnicas
P00160/01-5L-ET-0102	ET.4/EE.99/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV - Painel de 15 kV para Instalação Abrigada- Especifícação Técnica
P00160/01-5L-ET-0103	ET.4/EE.99/00.103	Rede de alimentação 13,8 kV - Cubículo de Interligação de Contingência 1 - IC1- Especificação Técnica
P00160/01-5A-ET-0301	ET.4/EF.99/00.301	Circuito de Tração - Componentes do Terceiro Trilho - Especificação Técnica;
P00160/01-5A-ET-0302	ET.4/EF.99/00.302	Circuito de Tração - Chaves Secionadoras e Contatores de Via - Especificação Técnica;
P00160/01-5C-ET-0501	ET.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - APLICAÇÃO PARA FORNECIMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5C-ET-0502	ET.4/EX.99/00.502	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GERAL PARA FORNECIMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO
P00160/01-5C-ET-0503	ET.4/EX.99/00.503	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - GERAL - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA- DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO - SPCS
P00160/01-5C-ET-0551	ET.4/EX.99/00.551	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE APLICAÇÃO PARA FORNECIMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO
P00160/01-5C-ET-0553	ET.4/EX.99/00.553	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICASUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 13800Vca/380Vca/750Vcc ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO - SPCS
P00160/01-5N-ET-0101	ET.4/EX.99/10.601	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Proteção Catódica - Especificação Técnica
P00160/01-5F-ET-0702	ET.4/EX.99/11.701	Filtro de Harmônicas – Especificação técnica - Expansão
P00160/01-5F-ET-0703	ET.4/EX.99/11.702	Filtro de Harmônicas – Especificação técnica - Modernização
Índice de Documento		
P00160/01-5H-LD-0201	ID.4/EB.99/00.201	Subestações Retificadora - Geral - Índice de Documentos;
P00160/01-5H-LD-0401	ID.4/EC.99/00.401	Subestação Auxiliar - Lista de Documentos;
P00160/01-5L-LD-0101	ID.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 Kv - Sistema de Energia - Índice de Documentos
P00160/01-5A-LD-0301	ID.4/EF.99/00.301	Circuito de Tração - Geral - Índice de Documentos;
P00160/01-50-LD-0001	ID.4/EX.99/00.001	Sistema de Energia - Plano de Trabalho - Índice de Documentos
P00160/01-5C-LD-0501	ID.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Geral - Índice de Documentos;
P00160/01-5N-LD-0601	ID.4/EX.99/10.601	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga / Proteção Catódica - Índice de Documentos
P00160/01-5F-LD-0701	ID.4/EX.99/11.701	Filtro de Harmônica - Geral - Índice de Documentos
Lista de Cabos		

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-LC-0201	LC.4/EB.28/00.201	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Lista de cabos
P00160/01-5H-LC-0202	LC.4/EB.29/00.201	Subestação Retificadora 16 (Estação 29 - Ceilândia) - Lista de cabos
P00160/01-5H-LC-0204	LC.4/EB.34/00.201	Subestação Retificadora 63 - Lista de cabos
P00160/01-5H-LC-0205	LC.4/EB.35/00.201	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Lista de cabos
P00160/01-5H-LC-0206	LC.4/EB.36/00.201	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Lista de cabos
P00160/01-5H-LC-0203	LC.4/EB.41/00.201	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Lista de cabos
P00160/01-5L-LC-0101	LC.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Expansão Asa Norte - Lista de Cabos
P00160/01-5L-LC-0102	LC.4/EE.99/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Expansão Ceilândia - Lista de Cabos
P00160/01-5L-LC-0103	LC.4/EE.99/00.103	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Expansão Samambaia - Lista de Cabos
P00160/01-5L-LC-0104	LC.4/EE.99/00.104	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Expansão Modernização - Lista de Cabos
P00160/01-5C-LC-0501	LC.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - SAMAMBAIA - LISTA DE CABOS
P00160/01-5C-LC-0502	LC.4/EX.99/00.502	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - CEILÂNDIA - LISTA DE CABOS
P00160/01-5C-LC-0503	LC.4/EX.99/00.503	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - ASA NORTE - LISTA DE CABOS
P00160/01-5C-LC-0504	LC.4/EX.99/00.504	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - MODERNIZAÇÃO - LISTA DE CABOS
Lista de Materiais		
P00160/01-5H-LM-0201	LM.4/EB.28/00.201	Subestação Retificadora - Lista de Material
P00160/01-5H-LM-0202	LM.4/EB.29/00.201	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Lista de Material
P00160/01-5H-LM-0204	LM.4/EB.34/00.201	Subestação Retificadora - Lista de Materiais
P00160/01-5H-LM-0205	LM.4/EB.35/00.201	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Lista de Materiais
P00160/01-5H-LM-0206	LM.4/EB.36/00.201	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Lista de Materiais
P00160/01-5H-LM-0203	LM.4/EB.41/00.201	Subestação Retificadora 21 (Estação 41) - Lista de Materiais
P00160/01-5H-LM-0401	LM.4/EC.28/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) - Listas de Materiais

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-LM-0402	LM.4/EC.29/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 29 (Ceilândia) - Listas de Materiais
P00160/01-5H-LM-0403	LM.4/EC.35/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 35 (Samambaia) - Listas de Materiais
P00160/01-5H-LM-0404	LM.4/EC.36/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 36 (Samambaia) - Listas de Materiais
P00160/01-5H-LM-0405	LM.4/EC.41/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 41 (GTB) - Listas de Materiais
P00160/01-5L-LM-0101	LM.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Expansão Ceilândia - Lista de Material
P00160/01-5L-LM-0102	LM.4/EE.99/00.102	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Expansão Samambaia - Lista de Material
P00160/01-5L-LM-0103	LM.4/EE.99/00.103	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Expansão Asa Norte - Lista de Material
P00160/01-5L-LM-0104	LM.4/EE.99/00.104	Rede de alimentação 13,8 kV - Trecho Existente - Modernização - Lista de Material
P00160/01-5A-LM-0301	LM.4/EF.99/00.301	Circuito de Tração - Terceiro Trilho e Secionadoras de Via - Ceilândia - Lista de Materiais;
P00160/01-5A-LM-0302	LM.4/EF.99/00.302	Circuito de Tração - Terceiro Trilho e Secionadoras de Via - Samambaia - Lista de Materiais;
P00160/01-5A-LM-0303	LM.4/EF.99/00.303	Circuito de Tração - Terceiro Trilho e Secionadoras de Via - Asa Norte - Lista de Materiais;
P00160/01-5F-LM-0704	LM.4/EX.10/11.701	Filtro de Harmônica - Hípica - Lista de Materiais
P00160/01-5F-LM-0702	LM.4/EX.29/11.701	Filtro de Harmônica - Ceilândia - Lista de Materiais
P00160/01-5F-LM-0701	LM.4/EX.36/11.701	Filtro de Harmônica –Samambaia – Lista de Material
P00160/01-5F-LM-0703	LM.4/EX.41/11.701	Filtro de Harmônica - Asa Norte - Lista de Materiais
P00160/01-5C-LM-0501	LM.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Lista de Materiais – Expansão
P00160/01-5C-LM-0551	LM.4/EX.99/00.551	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Lista de Materiais – Modernização
P00160/01-5N-LM-0605	LM.4/EX.99/10.607	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Proteção Catódica - Lista de Material
P00160/01-5F-LM-0705	LM.4/EX.99/11.701	Filtro de Harmônicas – Ceilândia Sul – Lista de Materiais Geral
P00160/01-5F-LM-0706	LM.4/EX.99/11.702	Filtro de Harmônicas – Ceilândia Sul – Lista de Materiais Geral
P00160/01-5F-LM-0707	LM.4/EX.99/11.703	Filtro de Harmônicas – Ceilândia Sul – Lista de Materiais Geral
Memorial de Cálculo		

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-MC-0201	MC.4/EB.28/00.201	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) -Memória de Cálculo
P00160/01-5H-MC-0202	MC.4/EB.29/00.201	Subestação Retificadora 16 (Estação 29) - Memória de Cálculo
P00160/01-5H-MC-0204	MC.4/EB.34/00.201	Subestação Retificadora 63 - Memória de Cálculo
P00160/01-5H-MC-0205	MC.4/EB.35/00.201	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Memória de Cálculo
P00160/01-5H-MC-0206	MC.4/EB.36/00.201	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Memória de Cálculo
P00160/01-5H-MC-0203	MC.4/EB.41/00.201	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Memória de Cálculo
P00160/01-5H-MC-0401	MC.4/EC.28/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) - Memória de Cálculo;
P00160/01-5H-MC-0402	MC.4/EC.29/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 29 (Ceilândia) - Memória de Cálculo;
P00160/01-5H-MC-0403	MC.4/EC.35/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 35 (Samambaia) - Memória de Cálculo;
P00160/01-5H-MC-0404	MC.4/EC.36/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 36 (Samambaia) - Memória de Cálculo;
P00160/01-5H-MC-0405	MC.4/EC.41/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 41 (GTB) - Memória de Cálculo;
P00160/01-5L-MC-0101	MC.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 Kv - Memória de Cálculo - Estudo para definição de TCs e TPs de 13,8 kV
P00160/01-5A-MC-0301	MC.4/EF.99/00.301	Circuito de Tração -Terceiro Trilho e Circuito de Retorno - Memória de Cálculo Geral;
P00160/01-5C-MC-0501	MC.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Geral - Memória para Entradas e Saídas Analógicas, Digitais e Transdutadas das IEDs
P00160/01-5C-MC-0551	MC.4/EX.99/00.551	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - (MODERNIZAÇÃO) - SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICAMEMÓRIA PARA ENTRADAS E SAÍDAS ANALÓGICAS, DIDGITAIS E TRANSDUTADAS DAS IEDs
P00160/01-5N-MC-0601	MC.4/EX.99/10.601	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Geral - SR 63 e Estações 28, 29, 35, 36 e 41 - Memória de Cálculo
P00160/01-5N-MC-0602	MC.4/EX.99/10.654	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Proteção Catódica - Memória de Cálculo
P00160/01-5F-MC-0701	MC.4/EX.99/11.701	Filtro de Harmônica - Medições de Harmônicos – Memória de Cálculo
Memorial Descritivo		
P00160/01-5H-MD-0201	MD.4/EB.28/00.201	Subestação Retificadora 15 (Estação 28) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0202	MD.4/EB.29/00.201	Subestação Retificadora 16 (Estação 29 - Ceilândia) - Memorial Descritivo

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5H-MD-0204	MD.4/EB.34/00.201	Subestação Retificadora 63 - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0205	MD.4/EB.35/00.201	Subestação Retificadora 64 (Estação 35) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0206	MD.4/EB.36/00.201	Subestação Retificadora 65 (Estação 36) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0203	MD.4/EB.41/00.201	Subestação Retificadora 21 (Estação 41 GTB) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0401	MD.4/EC.28/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 28 (Ceilândia) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0402	MD.4/EC.29/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 29 (Ceilândia) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0403	MD.4/EC.35/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 35 (Samambaia) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0404	MD.4/EC.36/00.401	Subestação Auxiliar - Estação 36 (Samambaia) - Memorial Descritivo
P00160/01-5H-MD-0405	MD.4/EC.41/00.401	Subestação Auxiliar - Estação GTB - Memorial Descritivo
P00160/01-5L-MD-0101	MD.4/EE.99/00.101	Rede de alimentação 13,8 kV - Memorial Descritivo
P00160/01-5C-MD-0501	MD.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - MEMORIAL DESCRITIVO
P00160/01-5C-MD-0551	MD.4/EX.99/00.551	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - MEMORIAL DESCRITIVO
P00160/01-5N-MD-0101	MD.4/EX.99/10.608	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Proteção Catódica - Memorial Descritivo
P00160/01-5F-MD-0701	MD.3/EX.99/11.701	Filtro de Harmônica - Memorial Descritivo
Planejamento de Sistema		
P00160/01-50-RL-0001	PL.4/EX.99/00.001	Sistema de Energia - Plano de Trabalho - Relatório de Planejamento do Sistema
Padronização de Detalhes e Materiais		
P00160/01-5N-PE-0600	PP.4/00.99/J4.001	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Geral - SR 63 e Estações 28, 29, 35, 36 e 41 - Detalhes e Materiais Padronizados
Roteiro de Testes		
P00160/01-5C-PI-0501	PT.4/EX.99/00.501	Sistema de Comando e Proteção Elétrica - GERAL - PADRÕES DE ENGENHARIA - ROTEIRO DE TESTES
Relatório Técnico		
P00160/01-5A-RL-0301	RT.3/EF.99/00.301	Circuito de Tração - Terceiro Trilho e Circuito de Retorno - Relatório Técnico;

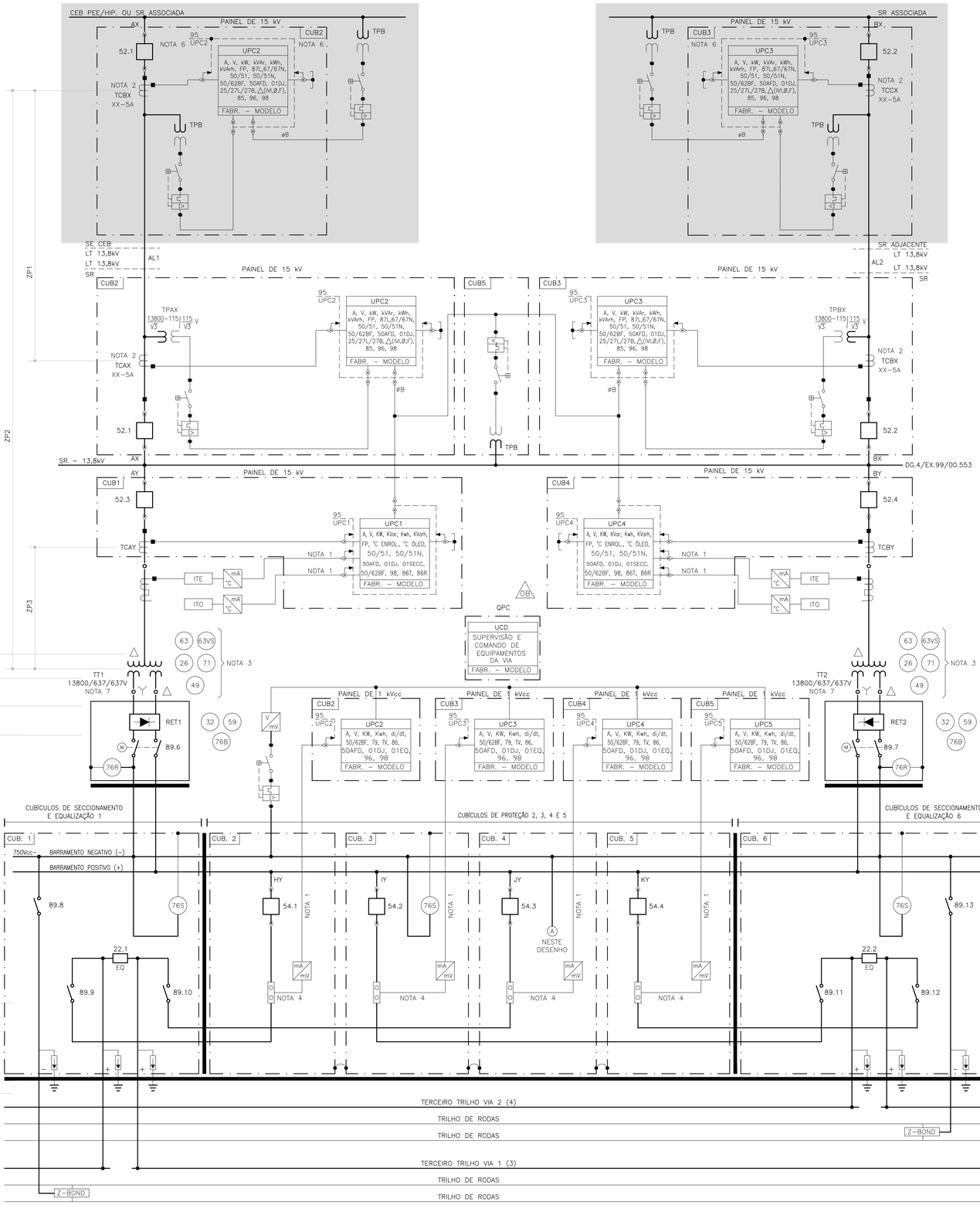
Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/01-5X-RL-0007	RT.4/EX.99/00.007	Relatório Técnico Consolidado - Simulação Elétrica para Headway de 180 segundos
P00160/01-5X-RL-0008	RT.4/EX.99/00.008	Estudos - Relatório Técnico Consolidado - Estudo de Alternativas
P00160/01-5X-RL-0010	RT.4/EX.99/00.010	Estudos de Curto-Circuito em Corrente Continua 750 Vcc
P00160/01-5X-RL-0013	RT.4/EX.99/00.013	Relatório Técnico Consolidado - Estudo de Fluxo de Cargas - Trecho Expansão
P00160/01-5X-RL-0014	RT.4/EX.99/00.014	Relatório Técnico Consolidado - Estudo de Fluxo de Cargas - Trecho Modernização
P00160/01-5X-RL-0015	RT.4/EX.99/00.015	Estudo - Sistemas de Energia - Relatório Técnico
P00160/01-5X-RL-0016	RT.4/EX.99/00.016	Relatório Técnico Estudo de Nível de Curto Circuito CA - Trecho Modernizado
P00160/01-5X-RL-0019	RT.4/EX.99/00.019	Sistema de Energia - Relatório técnico consolidado – Estudo de Compensação de Reativos e Filtro de Harmônicas - Expansão
P00160/01-5X-RL-0022	RT.4/EX.99/00.022	Sistema de Energia - Relatório técnico consolidado – Estudo de Compensação de Reativos e Filtro de Harmônicas - Modernização
P00160/01-5N-RL-0601	RT.4/EX.99/10.601	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Estudo Técnico
P00160/01-5N-RL-0602	RT.4/EX.99/10.602	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Proteção Contra Correntes de Fuga - Relatório Técnico
P00160/01-5N-RL-0603	RT.4/EX.99/10.603	Sistema de Aterramento / SPDA e Corrente de Fuga - Medição de Resistividade do Solo
P00160/01-5F-RL-0701	RT.4/EX.99/11.701	Filtro de Harmônica - Medições de Harmônicos - Relatório Técnico
P00160/01-50-RL-0002	RT.4/EX.99/15.001	ESTUDO TÉCNICO – INTERFERÊNCIAS ELETROMAGNÉTICAS E DE TELECOMUNICAÇÕES
Orçamento – Sistema de Energia		
P00160/00-N0-MC-1100	OR.4/00.1N/Z3.002	Memória de Cálculo – Ceilândia
P00160/00-N0-PQ-1100	OR.4/00.1N/Z3.001	Planilha de Serviço e Quantidade – PSQ – Ceilândia
P00160/00-N0-RL-1100	OR.4/00.1N/Z2.001	Critério de Medição – Ceilândia
P00160/00-N0-MC-1105	OR.4/00.6M/Z3.002	Memória de Cálculo – Asa Norte
P00160/00-N0-PQ-1105	OR.4/00.6M/Z3.001	Planilha de Serviço e Quantidade – PSQ - Asa Norte
P00160/00-N0-RL-1105	OR.4/00.6M/Z2.001	Critério de Medição - Asa Norte

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/00-N0-MC-1110	OR.4/00.7G/Z3.002	Memória de Cálculo – Samambaia
P00160/00-N0-PQ-1110	OR.4/00.7G/Z3.001	Planilha de Serviço e Quantidade – PSQ – Samambaia
P00160/00-N0-RL-1110	OR.4/00.7G/Z2.001	Critério de Medição – Samambaia
P00160/00-N0-MC-1186	OR.4/69.0Z/Z3.004	Memória de Cálculo – Modernização
P00160/00-N0-PQ-1186	OR.4/69.0Z/Z3.003	Planilha de Serviço e Quantidade – PSQ – Modernização
P00160/00-N0-RL-1186	OR.4/69.0Z/Z2.002	Critério de Medição – Modernização
Orçamento – Aterramento		
P00160/00-N0-PQ-1254	OR.4/36.7H/Z3.027	PLANILHA DE SERVIÇOS E QUANTIDADES – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-PQ-1255	OR.4/41.6M/Z3.027	PLANILHA DE SERVIÇOS E QUANTIDADES – ASA NORTE
P00160/00-N0-PQ-1256	OR.4/91.7G/Z3.027	PLANILHA DE SERVIÇOS E QUANTIDADES – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-PQ-1181	OR.4/28.1N/Z3.027	PLANILHA DE SERVIÇOS E QUANTIDADES – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-PQ-1182	OR.4/35.7G/Z3.027	PLANILHA DE SERVIÇOS E QUANTIDADES – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-PQ-1183	OR.4/29.1N/Z3.001	PLANILHA DE SERVIÇOS E QUANTIDADES – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-MC-1255	OR.4/41.6M/Z3.028	Memorial de cálculo de Qtd – ASA NORTE
P00160/00-N0-MC-1181	OR.4/28.1N/Z3.028	Memorial de cálculo de Qtd – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-MC-1183	OR.4/29.1N/Z3.002	Memorial de cálculo de Qtd – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-MC-1182	OR.4/35.7G/Z3.028	Memorial de cálculo de Qtd – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-MC-1254	OR.4/36.7H/Z3.028	Memorial de cálculo de Qtd – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-MC-1256	OR.4/91.7G/Z3.028	Memorial de cálculo de Qtd – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-RL-1255	OR.4/41.6M/Z2.014	Critério de Medição – ASA NORTE
P00160/00-N0-RL-1181	OR.4/28.1N/Z2.014	Critério de Medição – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-RL-1183	OR.4/29.1N/Z3.003	Critério de Medição – CEILÂNDIA

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/00-N0-RL-1182	OR.4/35.7G/Z2.014	Critério de Medição – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-RL-1254	OR.4/36.7H/Z2.014	Critério de Medição – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-RL-1256	OR.4/91.7G/Z2.014	Critério de Medição – SAMAMBAIA
Orçamento – Proteção Catódica		
P00160/00-N0-PQ-1407	OR.4/00.6M/Z3.013	Proteção Catódica Típica – PSQ – ASA NORTE
P00160/00-N0-PQ-1408	OR.4/00.1N/Z3.016	Proteção Catódica Típica – PSQ - CEILÂNDIA
P00160/00-N0-PQ-1409	OR.4/00.7G/Z3.015	Proteção Catódica Típica – PSQ - SAMAMBAIA
P00160/00-N0-MC-1407	OR.4/00.6M/Z3.014	Proteção Catódica Típica – Memorial de cálculo de Qtd. – ASA NORTE
P00160/00-N0-MC-1408	OR.4/00.1N/Z3.015	Proteção Catódica Típica – Memorial de cálculo de Qtd. - CEILÂNDIA
P00160/00-N0-MC-1409	OR.4/00.7G/Z3.016	Proteção Catódica Típica – Memorial de cálculo de Qtd - SAMAMBAIA.
P00160/00-N0-RL-1407	OR.4/00.6M/Z2.005	Proteção Catódica Típica – Critério de Medição – ASA NORTE
P00160/00-N0-RL-1408	OR.4/00.1N/Z2.004	Proteção Catódica Típica – Critério de Medição – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-RL-1409	OR.4/00.7G/Z2.004	Proteção Catódica Típica – Critério de Medição - SAMAMBAIA
Orçamento – Corrente de Fuga		
P00160/00-N0-PQ-1252	OR.4/00.6M/Z3.012	Planilha de Quantidade e Serviços – ASA NORTE
P00160/00-N0-PQ-1251	OR.4/00.1N/Z3.012	Planilha de Quantidade e Serviços – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-PQ-1253	OR.4/00.7G/Z3.012	Planilha de Quantidade e Serviços – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-MC-1252	OR.4/00.6M/Z3.011	Memorial de cálculo de Qtd. – ASA NORTE
P00160/00-N0-MC-1251	OR.4/00.1N/Z3.011	Memorial de cálculo de Qtd. – CEILÂNDIA
P00160/00-N0-MC-1253	OR.4/00.7G/Z3.011	Memorial de cálculo de Qtd. – SAMAMBAIA
P00160/00-N0-RL-1267	OR.4/00.6M/Z2.006	Critério de Medição – ASA NORTE
P00160/00-N0-RL-1266	OR.4/00.1N/Z2.006	Critério de Medição – CEILÂNDIA

Nº ENGEVIX	Nº METRÔ	TÍTULO
P00160/00-N0-RL-1268	OR.4/00.7G/Z2.006	Critério de Medição – SAMAMBAIA

ZONAS DE PROTEÇÃO
ZP1 – INSTANTÂNEA
ZP2 – TEMPORIZADA
ZP3 – INSTANTÂNEA
ZP4 – INSTANTÂNEA
ZP5 – INSTANTÂNEA
ZP6 – TEMPORIZADA
ZP7 – INSTANTÂNEA

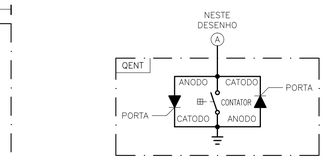


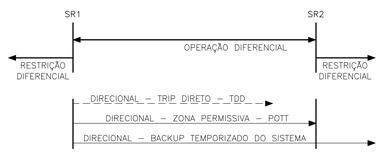
LEGENDAS:

1 – CEB – COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA.
2 – di/dt – TAXA DE VARIAÇÃO DA CORRENTE.
3 – POTT – PERMISSIBLE OVERREACH TRANSFER TRIP.
4 – QENT – QUADRO DE EQUALIZAÇÃO NEGATIVO TERRA.
5 – QPC – PAINEL DE CONTROLE E COMUNICAÇÃO.
6 – PEE – PAINEL DE ENTRADA DE ENERGIA.
7 – SR – SUBESTAÇÃO RETIFICADORA.
8 – TV – TESTE DE VIA.
9 – TDD – TRANSFERÊNCIA DIRETA DE DISPARO.
10 – UCD – UNIDADE DE CONTROLE DIGITAL.
11 – UPC – UNIDADE DE PROTEÇÃO E CONTROLE.
12 – 01DJ – COMANDO E SUPERVISÃO DO DISJUNTOR.
13 – 01SECC – COMANDO E SUPERVISÃO DE SECCIONADORA.
14 – 25/27L/27B – VERIFICAÇÃO DE SINCRONISMO E DE BARRA VIVA LINHA MORTA E LINHA VIVA BARRA MORTA.
15 – 50/51 – SOBRECORRENTE DE FASE, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
16 – 50/51N – SOBRECORRENTE DE NEUTRO, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
17 – 50/62BF – FALHA DE DISJUNTOR.
18 – 67 – SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE FASE, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
19 – 67N – SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE NEUTRO, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
20 – 76 – SOBRECORRENTE EM CORRENTE CONTÍNUA.
21 – 79 – RELIGAMENTO AUTOMÁTICO.
22 – 85 – TELEPROTEÇÃO.
23 – 87L – DIFERENCIAL DE LINHA.
24 – 95 UPC – BLOCO DE TESTE.
25 – 98 – OSCILOGRAFIA.
26 – MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO.
27 – ITO – INDICADOR DE TEMPERATURA DO ÓLEO.
28 – ITE – INDICADOR DE TEMPERATURA DO ENROLAMENTO.
29 – mA °C – TRANSDUTOR.
30 – BUCHA DO TRANSFORMADOR.
31 – SHUNT.
32 – 50AFD – PROTEÇÃO CONTRA ARCOS ELÉTRICOS INTERNO

NOTAS
1 – VALORES TRANSDUTADOS (4 – 20mA).
2 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, NÚMERO DE SECUNDÁRIOS E CLASSE DE PRECISÃO VER NO DOCUMENTO DE REF. MC.4/EX.99/00.101.
3 – PROTEÇÃO PARA TRANSFORMADORES ISOLADOS A ÓLEO. PARA TRANSFORMADORES A SECO CONSIDERAR SOMENTE 49.
4 – A REPRESENTAÇÃO DE TRANSDUTORES NOS CIRCUITOS DE TRAÇÃO EM 750Vcc É SIMPLESMENTE UMA REFERÊNCIA. O PROPONENTE PODERÁ OFERTAR, NA AQUISIÇÃO DE TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA, PARA ALIMENTAÇÃO DAS PROTEÇÕES, SOLUÇÕES COM OUTRAS TECNOLOGIAS.
5 – OS BARRAMENTOS, DISJUNTORES, TCs E TPs DE 15kV ESTÃO INSTALADOS EM CUBÍCULOS.
6 – A IDENTIFICAÇÃO NUMÉRICA DESTES PAINÉIS, QUANDO REFERIDOS DO PEE/HIP DEVERÁ SER CUB.3, CUB.4, CUB.5 OU CUB.6
7 – PARA VER O VALOR DA POTÊNCIA DOS TRANSFORMADORES DE TRAÇÃO VERIFICAR OS DESENHOS DE REF. DE.8/EB.XX.01.001.

ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES:
1 – SE CEB UPC1AX, SR ADJACENTE UPC1AX – SR UPC1AX E UPC2BX
1.1 – 87L – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.2 – 67 – INSTANTÂNEO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + EMITE/RECEBE POTT + PARTE 50/62BF.
1.3 – 67 – TEMPORIZADO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.4 – 67N – INSTANTÂNEO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + EMITE/RECEBE POTT + PARTE 50/62BF.
1.5 – 67N – TEMPORIZADO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.6 – 50, 50N – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.7 – 51, 51N – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.8 – 50/62BF – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA DISJUNTORES ADJACENTES AO 52 + ATUA 86.





2 – SR UPC1–AY E UPC4–BY
2.1 – 50, 50N – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
2.2 – 51, 51N – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
2.3 – 50/62BF – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.

3 – UPC2–HY, UPC3–IY, UPC4–JY E UPC5–KY
3.1 – di/dt – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52.
3.2 – 64 – INSTNTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA DISJUNTOR.
3.3 – 50 – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
3.4 – 51 – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
3.5 – 59 – INSTNTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52.
3.6 – 50/62BF – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA DISJUNTORES ADJACENTES AO 52 + ATUA 86.

4 – PROTEÇÕES INTERNAS – TT1 E TT2
4.1 – 63 (BUCHHOLZ): ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.2 – 63VS (VÁLVULA DE SEGURANÇA): ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.3 – 26 (TEMPERATURA DO ÓLEO) – 1ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.4 – 26 (TEMPERATURA DO ÓLEO) – 2ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.5 – 49.1 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE Nº 1 13,8kV) – 1ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.6 – 49.1 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE Nº 1 13,8kV) – 2ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.7 – 49.2 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE Nº 1 637V) – 1ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.8 – 49.2 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE Nº 1 637V) – 2ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.9 – 49.3 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE Nº 2 637V) – 1ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.10 –49.3 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE Nº 2 637V) – 2ª ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.11 –71 (NÍVEL DE ÓLEO) – ACIONA ALARME.

5 – PROTEÇÕES INTERNAS – RET1 E RET2
5.1 – 32 – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + ABRE 52.3 + 52.4 + 54.1 + 54.2 + 54.3 + 54.4 + 89.6 + 89.7.
5.2 – 59 – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + ABRE 52.1 E 52.4.
5.3 – 49 (SOBRECARGA): ACIONA ALARME + ABRE 52.1 OU 52.4.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
						METRO–DF	
	REVISÕES					METRO–DF	
1	APROVADO CONFORME PARECER 0536/14 – TPSF	15/12/14	ITF	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	ATENDENDO AO PARECER 0493/14 – TEN E OS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO DE 20/11/14	21/11/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL, CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ–DF	28/08/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP

METRÔ-DF

SETOR	CEILÂNDIA/ SAMAMBAIA/ ASA SUL
ENDEREÇO	
PROPRIETARIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	
RESPONSAVEL TECNICO	

PROPRIETARIO

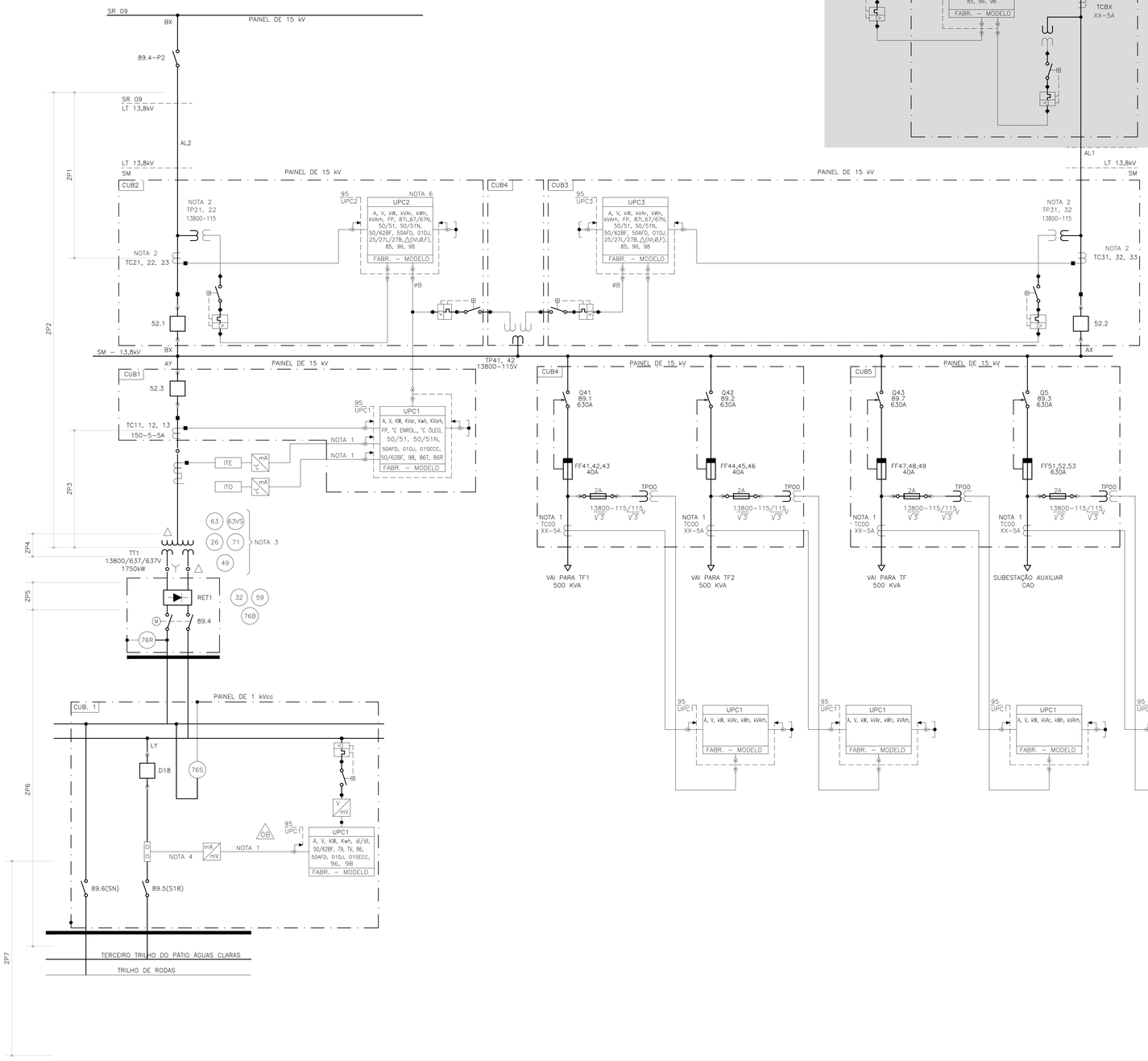
Nº CREA

METRO–DF

SISTEMA	ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)
SUB–SISTEMA	SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
LOCAL	SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS - 13800Vca/637Vca/750Vcc
COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO	DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO CIRCUITOS DE ALIMENTAÇÃO E DE TRAÇÃO

VISTO	ELJ/RJF	DATA	28/08/14
APROV.	RMP	DATA	15/12/13
ESCALA	S/ESCALA	ETAPA DE PROJ.	BÁSICO
Nº MÍDIA		FOLHA	
CODIFICAÇÃO	DG.3/EX.99/00.552	REVISÃO	1

ZONAS DE PROTEÇÃO
ZP1 – INSTANTÂNEA
ZP2 – TEMPORIZADA
ZP3 – INSTANTÂNEA
ZP4 – INSTANTÂNEA
ZP5 – INSTANTÂNEA
ZP6 – TEMPORIZADA
ZP7 – INSTANTÂNEA



LEGENDAS:

1 – CEB – COMPANHA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA.
2 – di/dt – TAXA DE VARIAÇÃO DA CORRENTE.
3 – POTT – PERMISSIBLE OVERREACH TRANSFER TRIP.
4 – QENT – QUADRO DE EQUALIZAÇÃO NEGATIVO TERRA.
5 – QPC – PAINEL DE CONTROLE E COMUNICAÇÃO.
6 – PEE – PAINEL DE ENTRADA DE ENERGIA.
7 – SR – SUBESTAÇÃO RETIFICADORA.
8 – TV – TESTE DE VIA.
9 – TDD – TRANSFERÊNCIA DIRETA DE DISPARO.
10 – UCD – UNIDADE DE CONTROLE DIGITAL.
11 – UPC – UNIDADE DE PROTEÇÃO E CONTROLE.
12 – 01DJ – COMANDO E SUPERVISÃO DO DISJUNTOR.
13 – 01SECC – COMANDO E SUPERVISÃO DE SECCIONADORA.
14 – 25/27L/27B – VERIFICAÇÃO DE SINCRONISMO E DE BARRA VIVA LINHA MORTA E LINHA VIVA BARRA MORTA.
15 – 50/51 – SOBRECORRENTE DE FASE, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
16 – 50/51N – SOBRECORRENTE DE NEUTRO, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
17 – 50/62BF – FALHA DE DISJUNTOR.
18 – 67 – SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE FASE, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
19 – 67N – SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE NEUTRO, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
20 – 76 – SOBRECORRENTE EM CORRENTE CONTÍNUA.
21 – 79 – RELIGAMENTO AUTOMÁTICO.
22 – 85 – TELEPROTEÇÃO.
23 – 87L – DIFERENCIAL DE LINHA.
24 – 95 – BLOCO DE TESTE. UPC
25 – 98 – OSCILOGRAFIA.
26 – MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO.
27 – ITO – INDICADOR DE TEMPERATURA DO ÓLEO.
28 – ITE – INDICADOR DE TEMPERATURA DO ENROLAMENTO.
29 – mA °C – TRANSDUTOR.
30 – BUCHA DO TRANSFORMADOR.
31 – SHUNT.
32 – 50AFD – PROTEÇÃO CONTRA ARCOS ELÉTRICOS INTERNO

NOTAS
1 – VALORES TRANSDUTADOS (4 – 20mA).
2 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, NÚMERO DE SECUNDÁRIOS E CLASSE DE PRECISÃO VER NO DOCUMENTO DE REF. MC.4/EX.99/00.101.
3 – PROTEÇÃO PARA TRANSFORMADORES ISOLADOS A ÓLEO.
4 – A REPRESENTAÇÃO DE TRANSDUTORES NOS CIRCUITOS DE TRAÇÃO EM 750Vcc É SIMPLESMENTE UMA REFERÊNCIA. O PROPONENTE PODERÁ OFERTAR, NA AQUISIÇÃO DE TENSÃO EM CORRENTE CONTÍNUA, PARA ALIMENTAÇÃO DAS PROTEÇÕES, SOLUÇÕES COM OUTRAS TECNOLOGIAS.
5 – OS BARRAMENTOS, DISJUNTORES, TCs E TPs DE 15kV ESTÃO INSTALADOS EM CUBÍCULOS.
6 – AS FUNÇÕES 87L,67/67N,25/27L/27B DEVEM NESTA ETAPA, SEREM DESABILITADAS

ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES:
1 – SE CEB UPC17–AX, SM UPC3
1.1 – 87L – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.2 – 67 – INSTANTÂNEO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + EMITE/RECEBE POTT + PARTE 50/62BF.
1.3 – 67 – TEMPORIZADO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.4 – 67N – INSTANTÂNEO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + EMITE/RECEBE POTT + PARTE 50/62BF.
1.5 – 67N – TEMPORIZADO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.6 – 50, 50N – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.7 – 51, 51N – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.8 – 50/62BF – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA DISJUNTORES ADJACENTES AO 52 + ATUA 86.

2 – SM UPC3–AX E UPC2–BX
2.1 – 50, 50N – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
2.2 – 51, 51N – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
2.3 – 50/62BF – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.

3 – UPC1–LY
3.1 – di/dt – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52.
3.2 – 64 – INSTNTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA DISJUNTOR.
3.3 – 50 – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
3.4 – 51 – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
3.5 – 59 – INSTNTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52.
3.6 – 50/62BF – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA DISJUNTORES ADJACENTES AO 52 + ATUA 86.

4 – PROTEÇÕES INTERNAS – TT1
4.1 – 63 (BUCHHOLZ): ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.2 – 63VS (VÁLVULA DE SEGURANÇA): ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.3 – 26 (TEMPERATURA DO ÓLEO) – 1° ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.4 – 26 (TEMPERATURA DO ÓLEO) – 2° ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.5 – 49.1 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE N° 1 13,8kV) – 1° ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.6 – 49.1 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE N° 1 13,8kV) – 2° ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.7 – 49.2 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE N° 1 637V) – 1° ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.8 – 49.2 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE N° 1 637V) – 2° ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.9 – 49.3 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE N° 2 637V) – 1° ESTÁGIO: ACIONA ALARME.
4.10 –49.3 (TEMPERATURA DO ENROLAMENTO DE N° 2 637V) – 2° ESTÁGIO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF + ATUA 86.
4.11 –71 (NÍVEL DE ÓLEO) – ACIONA ALARME.

5 – PROTEÇÕES INTERNAS – RET1
5.1 – 32 – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + ABRE D18 E 89.4.
5.2 – 59 – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + ABRE 52.3.
5.3 – 49 (SOBRECARGA): ACIONA ALARME + ABRE 52.3.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
				METRO–DF		METRO–DF	
	R E V I S Õ E S						
2	APROVADO CONFORME PARECER 0XXX/14 – TEN	15/12/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
1	APROVADO CONFORME PARECER 0536/14 – TPSF	15/12/14	ITF	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	ATENDENDO AO PARECER 0493/14 – TEN E OS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO DE 20/11/14	21/11/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL, CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ–DF	28/08/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP

METRÔ-DF

SETOR PÁTIO ÁGUAS CLARAS (PAC)
ENDEREÇO
PROPRIETÁRIO METRO-DF
AUTOR DO PROJETO
RESPONSAVEL TECNICO

PROPRIETÁRIO
Nº CREA

METRO–DF

SISTEMA: ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)
SUB–SISTEMA: SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
LOCAL: SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO - 13800Vca/637Vca/750Vcc
COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO: DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO CIRCUITOS DE ALIMENTAÇÃO E DE TRAÇÃO

VISTO	DATA
ELJ/RJF	28/08/14
APROV.	DATA
RMP	15/12/14
ESCALA	ETAPA DE PROJ.
S/ESCALA	BÁSICO
Nº MIDIA	FOLHA

CODIFICAÇÃO: DG.3/EX.99/00.562
REVISÃO: 1

Metrô - DF		

SETOR	SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	Metrô - DF
AUTOR DO PROJETO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

Metrô - DF

CREA Nº

Metrô - DF

VISTO: ELJ/ RJF	DATA: 12/12/13
APROVADO: RMP	DATA: 15/12/14
ESCALA: **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ.: Básico
N MICROFILME	FOLHA: 1/78

SISTEMA: ENERGIA

SUB-SISTEMA: SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

LOCAL: GERAL

COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO	AREA DE CONST.
SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GERAL PARA FORNECIMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO	-

CODIFICAÇÃO	REVISÃO
ET.3/EX.99/00.502	**2**

2	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0536/14-TEN	15/12/2014	WLJ	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
1A	CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO Metrô-DF E ATENDENDO AOS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO 20/11/14	21/11/2014	WLJ	ITF	ITF	ELJ/ RJF	RMP
1	APROV. PARECER Nº013/14	26/02/2014	WLJ/ RGCdA	RGCdA	JoWe	ELJ/ RJF	OOP
0B	ATEND. PARECER Nº001/14	28/01/2014	WLJ/ RGCdA	RGCdA	JoWe	ELJ/ RJF	OOP
0A	ATEND. PARECER Nº 049/13	12/12/2013	WLJ/ RGCdA	RGCdA	JoWe	ELJ/ RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	19/09/2013	WLJ/ RGCdA	RGCdA	JoWe	ELJ/ RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV	VERIF.	APROV
		ENGEVIX				**Metrô - DF**	
R E V I S Õ E S							

Metrô DF

ET.3/EX.99/00.502

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA GERAL PARA FORNECIMENTO DE SISTEMAS DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO

SISTEMA DE ENERGIA

PROJETO BÁSICO

ÍNDICE

1 GENERALIDADES 8
1.1 LINGUAGENS, UNIDADES DE MEDIDA E SIGLAS 9
1.1.1 LINGUAGENS 9
1.1.2 UNIDADES DE MEDIDA 10
1.1.3 DEFINIÇÕES E SIGLAS 10
1.2 NORMAS E PADRÕES 14
1.3 EMBALAGEM E TRANSPORTE 15
1.3.1 EMBALAGEM 15
1.3.2 TRANSPORTE 15
1.4 AMBIENTE METRÔ DF 16
1.4.1 SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS (SRS), SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO (SM) E PONTOS DE ENTRADA DE ENERGIA (PEE) 16
1.4.2 HIERARQUIA FUNCIONAL DO SISTEMA METRÔ DF 16
1.4.3 HIERARQUIA DE COMANDO DO SISTEMA METRÔ DF 17
1.4.4 FUNCIONALIDADE DOS NÍVEIS HIERÁRQUICOS 17
1.4.5 SINCRONISMO DE TEMPO 18
1.4.6 PROTOCOLOS E INTERFACE DE OPERAÇÃO 18
1.4.7 LÓGICA DE DESLIGAMENTO RÁPIDO (LDR) 21
1.4.8 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO 21
1.5 CARACTERÍSTICAS DO FORNECIMENTO 21
1.5.1 PARTICULARIDADES DO SISTEMA METRÔ DF 21
1.5.2 VIA DE DADOS 22
1.5.3 SOFTWARES 22
1.5.4 CÓDIGOS FONTE DOS APLICATIVOS DESENVOLVIDOS 23
1.5.5 INTERFACE GRÁFICA E GERENCIAMENTO DE ACESSO 23
1.6 ATIVIDADES CONJUNTAS 23
2 SUMÁRIO DO FORNECIMENTO 25
2.1 FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS 25
2.2 ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS 27
3 PEÇAS SOBRESSALENTES POR FORNECIMENTO 28
4 ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO 29
5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 30
5.1 REQUISITOS GERAIS DE HARDWARE 30
5.1.1 MODULARIDADE 30
5.1.2 DIAGNÓSTICOS 30

5.1.3 IMUNIDADE A SURTOS E PERTURBAÇÕES AMBIENTAIS 31
5.1.4 CONDIÇÕES AMBIENTAIS 31
5.1.5 TROPICALIZAÇÃO 31
5.1.6 CONFIABILIDADE 31
5.1.7 INSTALAÇÕES FÍSICAS 32
5.1.8 COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA 32
5.1.9 REGIME DE OPERAÇÃO 32
5.1.10 REQUISITOS CONSTRUTIVOS PARA PAINÉIS - QPC 32
5.1.11 DETALHES DE FABRICAÇÃO 32
5.1.12 CABOS DE CONTROLE 37
5.1.13 TELAS DE OPERAÇÃO 37
5.1.14 UNIDADES DE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAIS - UPCS/UCDS 37
5.1.15 FUNÇÕES DE PROTEÇÃO E CONTROLE EXTERNAS ÀS UPCS/UCDS 46
5.1.16 DISPOSITIVOS AUXILIARES 51
5.1.17 ALIMENTAÇÃO AUXILIAR DAS IEDS 53
5.1.18 EQUIPAMENTOS DE TESTES 53
5.1.19 SCADA LOCAL E CCO 57
5.1.20 SERVIDOR SCADA LOCAL (USO DA SR E SM) 60
5.1.21 UNIDADE CONCENTRADORA DE INFORMAÇÕES (UCI) 60
5.1.22 SWITCHES 60
5.2 REQUISITOS GERAIS DE SOFTWARE 62
5.3 REQUISITOS DE SEGURANÇA E DISPONIBILIDADE 62
5.3.1 REQUISITOS DE SEGURANÇA 62
6 SERVIÇOS 63
6.1 CERTIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO INTEGRADO (CFI) 63
6.2 COMISSIONAMENTO/COLOCAÇÃO EM SERVIÇO 63
6.3 TREINAMENTOS 64
6.3.1 CUSTOS 64
6.3.2 INSTRUTORES 65
6.3.3 PROGRAMAS DE TREINAMENTO 65
6.3.4 ABRANGÊNCIA DOS TREINAMENTOS 66
6.3.5 MANUAIS DE TREINAMENTO 67
6.3.6 AVALIAÇÃO 67
7 INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO FORNECIMENTO 68
7.1 INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS 68
7.1.1 REQUISITOS MÍNIMOS GARANTIDOS 68
7.1.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS OBRIGATÓRIAS 70

7.1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIDAS....72
7.1.4 LISTA DE EXCEÇÕES E DISCREPÂNCIAS....74
7.2 GARANTIAS DE “SISTEMAS” E “EQUIPAMENTOS”....76
7.2.1 ÍNDICES DE DISPONIBILIDADE E CONFIABILIDADE....76
7.2.2 GARANTIAS DE “SISTEMAS”....77
7.2.3 GARANTIAS DE EQUIPAMENTOS....77
7.2.4 GARANTIAS DE RESPONSABILIDADE PELO PROJETO, FABRICAÇÃO E MATÉRIAS PRIMAS....78
7.2.5 GARANTIA DE DISPONIBILIDADE DE REPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DO SPCS - SOBRESSALENTES....78
7.2.6 GARANTIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA....78

NOTAS

Foi inserido nos itens 5.1.14.5 (REQUISITOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE NAS UPCs e UCDs) e 1.1.3 (Definições e Siglas) a proteção contra arcos elétricos internos (50AFD).

Obs: O Metrô-DF é responsável somente pelas alterações realizadas em NOTAS.

1 GENERALIDADES

Esta **Especificação Técnica Geral** integra o conjunto de documentos referentes à **Expansão** e **Modernização do Metrô-DF** e estabelece as condições e requisitos técnicos gerais mínimos a serem seguidos durante o fornecimento do **S**istema de **P**roteção, **C**ontrole e **S**upervisão, denominado adiante, neste Termo de Referência, como “SPCS”.

Na utilização das Especificações Técnicas, deverá ser seguida a seguinte ordem de prevalência:

1º - Especificação Técnica de Aplicação (ETA)

2º – Especificação Técnica Geral (ETG)

Os Sistemas e Equipamentos a serem fornecidos deverão ser projetados, fabricados, testados, integrados, embalados, transportados, instalados e comissionados em campo de acordo com os requisitos estabelecidos na ETA e nesta ETG.

Eventuais conflitos ou discrepâncias entre requisitos equivalentes/correspondentes dos diversos itens nos documentos que compõem as Especificações Técnicas do Fornecimento (ETA e ETG), que não sejam solucionados pelas regras de prevalência anteriores, deverão ser esclarecidos formalmente junto ao Metrô-DF por solicitação do PROPONENTE. Caso não exista solicitação formal de algum PROPONENTE para determinado conflito/discrepância a solução será definida em reunião de workstatement a critério do Metrô-DF.

1.1 LINGUAGENS, UNIDADES DE MEDIDA E SIGLAS

1.1.1 LINGUAGENS

1.1.1.1 DOCUMENTAÇÃO

Toda documentação relativa ao objeto do fornecimento, tais como, catálogos, manuais de instrução, documentos técnicos, manuais de instruções para Operação e Manutenção, desenhos e correspondências técnicas, deverá ser escrita na língua Portuguesa do Brasil.

As telas, menus, relatórios, comandos e mensagens para o Operador das Estações de Trabalho dos Sistemas deverão ser apresentados necessariamente em Português do Brasil.

1.1.1.2 COMUNICAÇÃO

Toda a comunicação verbal ou escrita entre os coordenadores/responsáveis técnicos da PROPONENTE/CONTRATADA e os coordenadores e prepostos do Metrô-DF, tanto nos trabalhos de escritório como de campo, deverão ser efetuadas de modo fluente na língua Portuguesa do Brasil.

1.1.2 UNIDADES DE MEDIDA

Todas as medidas deverão utilizar o sistema métrico decimal, de acordo com as Normas do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

Se determinada informação for prestada em outro sistema de medidas e estiver em conflito com a correspondente informação quando utilizando o sistema métrico decimal, essa última prevalecerá.

1.1.3 DEFINIÇÕES E SIGLAS

Acionamento: são operações do tipo “apontar e clicar” conduzidas pelo operador do processo. Consistem em posicionar o cursor em uma determinada área através do dispositivo apontador e acionar um de seus botões.

Alarmes: é um subconjunto da lista de eventos do sistema, que possui tratamento diferenciado por exigir a atenção do operador.

Áreas Sensíveis: são regiões pré-determinadas cujo acionamento irá disparar uma ação por parte do sistema. Esta ação poderá ser a apresentação de outro diagrama sinótico, a abertura de uma janela, o acionamento de um equipamento, o reconhecimento de um alarme, o processamento de um determinado automatismo e outros.

Campos Alfanuméricos: são valores numéricos ou alfanuméricos que representam os valores (em unidades de engenharia) e estados dos pontos analógicos e digitais do processo. Os campos alfanuméricos poderão ser campos de saída onde a informação é apenas divulgada, e campos de entrada e saída onde a informação além de divulgada poderá ser alterada pelo operador.

Centro de Controle Operacional (CCO): Localizado na sede do Metrô-DF em Águas Claras é parte integrante do nível 3.

Certificação de Funcionamento Integrado (CFI): etapa de validação de projeto, programação, fabricação e montagem do SPCS. É realizada nas dependências do fabricante com todos os IEDs interligados e sinais de integração com os equipamentos comandados/supervisionados, simulados a partir de gigas de testes.

Comissionamento de Campo e Colocação em Serviço: é o conjunto de atividades de integração de todo o sistema (equipamentos de força e SPCS), que deverão ser realizados no campo, durante e após a montagem. A atividade de colocação em serviço refere-se aos testes e monitoramentos especiais realizados durante a primeira energização.

Contratada: O PROPONENTE declarado pelo Metrô-DF como vencedora do processo licitatório na qual está Especificação Técnica e a Especificação Técnica de Aplicação são partes integrantes.

Download e Upload: são as operações de transferências de softwares e dados de forma geral.

ETA: Especificação Técnica de Aplicação.

ETG: Especificação Técnica Geral.

Eventos: são todas as ocorrências do sistema conforme exemplos relacionados abaixo:

- Mudança de estado de pontos digitais,
- Ultrapassagem de limites de pontos analógicos,
- Reconhecimento de alarmes,
- Inserção manual de valores,
- Habilitar / desabilitar varredura,
- Habilitar / desabilitar alarme,
- Bloqueio / desbloqueio de comandos e equipamentos,
- Execução de comandos,
- Falha na execução de comandos,
- Falha de comunicação com IEDs,
- Falha de qualidade de pontos de entrada,
- Identificação do operador (Log-In).

Os eventos deverão ser apresentados sob a forma de texto (uma linha para cada evento), acompanhados da sua data, horário (com resolução de 1ms), tag, descrição, estado ou valor, setor e grupo.

Funções de Proteção e controle:

- 25/27L/27B: verificação de sincronismo, barra viva/linha morta barra morta/linha viva;
- 50: Proteção de sobrecorrente de atuação instantânea;
- 50/62BF: proteção de falha de disjuntor;
- 50 AFD: proteção contra arcos elétricos internos;
- 51: Proteção de sobrecorrente de atuação temporizada;
- 67: Proteção de sobrecorrente direcional de atuação instantânea;
- 76B: Proteção de sobrecorrente, em corrente contínua, entre Retificadores e Barras de 1kVcc;
- 76D: Proteção de sobrecorrente, em corrente contínua, primária e inerente aos disjuntores dos alimentadores de tração;
- 76R: Proteção de sobrecorrente, em corrente contínua, tem por finalidade detectar fugas de corrente entre o negativo e a carcaça dos cubículos dos retificadores;
- 76S: Proteção de sobrecorrente, em corrente contínua, tem por finalidade detectar fugas de corrente entre o negativo e a carcaça dos cubículos de 1kVcc;
- 79: Religamento automático;
- 87L: Proteção diferencial de linha;
- di/dt: Proteção que mede a variação da corrente com o tempo;

GPS: **“**Global Positioning System”. Equipamentos receptores de sinal de rede de satélites de orientação para geração de sinal de estampa de tempo, para sinalização do sistema.

IED: "Intelligent Electronic Device". Termo associado a unidades de proteção e controle de subestações com comunicação IEC 61850.

IHM: Interface Homem Máquina.

INMETRO: Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

IRIG-B: Formato de dados para o tráfego das informações de estampa de tempo via serial, dedicada para sincronismo.

Janela de Operação: são janelas próprias para a operação dos equipamentos das subestações (abrir, fechar, aumentar, diminuir, etc.) que são abertas no vídeo apenas no momento que o operador seleciona o equipamento para operar.

LDR: Lógica de Desligamento Rápido. Lógica operacional do Metrô-DF para a desenergização rápida de um trecho de via por questões de segurança a partir de um comando manual pelo operador do sistema.

Log-In: procedimento através do qual os usuários se identificam perante o sistema se habilitando a utilizar todos ou alguns dos seus recursos.

KVM: Chave seletora de "Keyboard, Vídeo e Mouse". Equipamento que permite o compartilhamento dos dispositivos de interface (teclado, monitor e mouse) entre diferentes computadores.

Log-Out: procedimento através do qual os usuários se desabilitam perante o sistema. O Log-Out deverá ser automaticamente executado pelo SPCS após um determinado tempo sem que nenhuma ação por parte do operador seja exigida.

Macro Alarmes: são agrupamentos de alarmes de mesma natureza como, por exemplo, os alarmes de um determinado bay ou equipamento. Os macros alarmes sintetizam os estados de todos os pontos a eles associados.

Objetos: são os símbolos dos diversos equipamentos que serão utilizados para representar os valores e estados destes equipamentos. Os objetos poderão ter as suas formas, cores, tamanhos, posições físicas no vídeo e outros atributos alteráveis em função dos valores e estados dos pontos do sistema. Enquadram-se como objetos os símbolos dos equipamentos como disjuntores, seccionadoras, transformadores e etc., as barras horizontais e verticais, os “diais” (mostradores analógicos circulares), os “meters” (mostradores analógicos em meio círculo) e outros.

Operação em modo DUAL: entende-se por operação em modo DUAL o funcionamento simultâneo e independente, em todos os seus recursos, de dois ou mais subsistemas idênticos. Ou seja, duas estações de operação operando em modo DUAL terão disponíveis simultaneamente todos os seus recursos de operação, supervisão e outros, exceto os comandos que não serão habilitados simultaneamente.

Operação em modo Hot-Standby: entende-se por operação em modo Hot-Standby a operação coordenada de dois ou mais subsistemas idênticos onde, em um determinado momento, apenas um deles se encontra em operação estando os demais como reserva (backup). A comutação entre os subsistemas deverá ser totalmente automática, sem nenhum tipo de interferência manual, e completamente transparente para os demais subsistemas do sistema. Para a operação neste modo, deverão existir mecanismos que garantam que os subsistemas no estado reserva estarão com sua base de dados sempre atualizada podendo assumir a condição de principal a qualquer momento sem nenhum tipo de prejuízo para as funções deste e dos demais subsistemas do sistema.

PEE: Painel de Entrada de Energia. Conjunto de cubículos de 13800 V que recebe energia da concessionária local e distribui para o sistema do Metrô-DF.

Proponente: Todas as empesas que entregarem as propostas ao Metrô DF em atendimento ao edital associado a esta Especificação Técnica Geral e à Especificação Técnica de Aplicação.

QPC: Painel de Controle e Comunicação onde deverão ser abrigados a UCD, o GPS, os Switches, a IHM, as USOs, o inversor de frequência, e demais equipamentos que integram a parte de automação do SPCS. **Reunião de workstatement:** Reunião a ser realizada entre o Metrô-DF e a empresa CONTRATADA para consolidar o fornecimento e as diretrizes para a elaboração do projeto de fabricação.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition): Software padrão de mercados usado para o controle de processos baseado em computador responsável por prover a interface gráfica com o operador, o histórico de eventos e alarmes do processo, gerenciar permissões de usuários e níveis de acesso a funcionalidades do sistema para acesso local (no servidor) ou remoto (computadores, tablets e smartphones) utilizando intranet e/ou internet, dependendo das políticas de acesso e de segurança do Metrô-DF. A plataforma SCADA a ser implementada para o sistema de energia do Metrô-DF deverá permitir acesso às telas de operação das Subestações Retificadoras a partir de computadores ligados à rede operativa do Metrô-DF. A quantidade mínima de acessos simultâneos suportados pelo sistema fornecido (canais de comunicação) deverá ser superior a 20% do número de subestações integradas ao fornecimento.

SEG: Microcomputadores portáteis utilizados pela engenharia que possuem instalados todos os softwares de programação, configuração e análise de equipamentos e ocorrências relacionadas ao SPCS. Os arquivos de instalação e registro das licenças deverão permitir a migração dos softwares fornecidos para outros computadores. No caso de licenças com chave, deve ser possível transferir a licença para outro equipamento.

SNMP: “System Network Management Protocol”. Protocolo de gerência de rede para monitoramento de ativos de rede (switches, roteadores, etc).

SNTP: “System Network Time Protocol”. Formato de dados para o tráfego das informações de estampa de tempo.

SPCS: Sistema de Proteção Controle e Supervisão. Constituído pelos QPCs (um em cada SR/SM), CCO, fibras óticas, IEDs, cabos de controle e responsável pela proteção, controle e supervisão do sistema de alimentação de energia às Subestações Retificadoras e aos sistemas de tração do Metrô-DF.

TCs: Transformadores de Corrente.

TPs: Transformadores de Potencial.

TV: Teste de Via. Sistema de controle utilizado para verificar a ausência de defeitos na via e autorizar o religamento automático.

UCI: Unidade Concentradora de Informações. Hardware responsável pela varredura e coleta automática dos eventos de oscilografia armazenados nos IEDs do SPCS. Os dados deverão ser armazenados em formato padrão de mercado, por exemplo, COMTRADE.

UCD: Unidade de Controle Digital. São IEDs destinados exclusivamente ao controle e supervisão de equipamentos.

UPC: Unidade de Proteção e Controle. São IEDs destinados à proteção, controle e supervisão de equipamentos.

USI: Unidade de Sincronismo. Responsável pela geração da estampa de tempo para sincronização dos IEDs e servidores ligados ao SPCS. A referência de tempo deve ser obtida a partir de sinal GPS em cada subestação. As USI deste fornecimento devem disponibilizar o sinal para sincronismo em SNTP e IRIG-B simultaneamente.

USO: Unidade de Supervisão e Operação: Unidade na qual está instalado o software SCADA do SPCS do Metrô-DF. Responsável pela interface gráfica de operação, armazenamento do histórico de eventos e alarmes, geração de gráficos a partir dos dados armazenados e gerenciamento de usuários e seus respectivos níveis de acesso ao SPCS.

Via de dados: rede de dados para troca de informações entre componentes do SPCS. Rede Ethernet óptica redundante que interliga IEDs entre si, aos servidores do CCO, aos concentradores de oscilografia, aos servidores de base de tempo e permitem a parametrização dos IEDs. Possui recursos para gerenciamento de acesso à rede e supervisão dos equipamentos componentes da Via de Dados.

1.2 NORMAS E PADRÕES

Na ausência de citação específica nas Especificações (ETA, ETG e ETs), todo o fornecimento deverá estar de acordo com as últimas revisões das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e, nos casos onde as Normas da ABNT não existirem ou forem omissas, com as últimas revisões das Normas das seguintes Organizações:

IEC - International Electrotechnical Comission
ANSI - American National Standards Institute
ASTM - American Society for Testing and Materials
ASME- American Society of Mechanical Engineers
ICEA - Insulated Cable Engineers Association
IIW - International Institute of Welding
IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO - International Organization for Standardization
NEMA - National Electrical Manufacturers Association
NEC - National Electrical Code
EIA - Electronic Industries Association
DIN - Deutsche Industrie Normen
CCITT - Comité Consultatif Internacionale Telegraphique et Teléfonique
OSI - Open System Interconnect
OSF - Open Software Fundation
KEMA - Keuring van Elektrotechnische Materialente Arnhem

O PROPONENTE deverá indicar claramente sob que Norma o equipamento ofertado/fornecido será projetado e fabricado.

Quando os requisitos técnicos descritos nas Especificações forem superiores e/ou mais específicos que os correspondentes citados nas Normas das Organizações mencionadas, prevalecerão os requisitos especificados.

1.3 EMBALAGEM E TRANSPORTE

1.3.1 EMBALAGEM

O método de embalagem deverá ser tal que proteja adequadamente todos os equipamentos contra danos durante o transporte, da ação da chuva, sol, umidade e mudanças súbitas de temperatura. Todas estas situações deverão ser consideradas na preparação da embalagem dos equipamentos.

Os métodos de embalagem propostos para os equipamentos e componentes deverão ser submetidos à aprovação do Metrô-DF.

Todas as partes deverão ser adequadamente etiquetadas e encaixotadas. As embalagens deverão ser constituídas de engradados de madeira fechados. Os equipamentos deverão ser envolvidos com material a prova d'água, adequadamente escorados por todos os lados e as terminações e cantos com proteções de metal apropriadas. Os dispositivos avulsos, sobressalentes e ferramentas deverão ser embalados em caixas de madeira separadas, envolvidas com material a prova d'água. Todos os instrumentos, equipamentos, etc., deverão ser adequadamente protegidos com plástico transparente.

Todos os componentes embalados deverão se etiquetados, com pelo menos as seguintes informações:

Número da Encomenda;

Número do Contrato;

Destino;

Local de Aplicação;

Item da Lista de Material aprovada.

A CONTRATADA será responsável por qualquer dano ou perda devido a uma embalagem imprópria ou insuficiente.

Dentro de cada caixa deverá ser incluída uma lista do material e o desenho construtivo "conforme fabricado".

Sobressalentes dos Sistemas deverão ser embalados separadamente, em caixas de madeira adequadas para longo tempo de estocagem, totalmente marcadas com a palavra "Sobressalentes" e com a indicação do conteúdo de cada embalagem. A embalagem deve ser tal que a remoção de um item ou conjunto não deverá afetar a embalagem dos demais sobressalentes. Para facilidade do transporte, mais de um conjunto de sobressalentes poderá ser embalado em apenas 1 (uma) caixa ou engradado.

A Contratada deverá proteger e preservar de corrosão ou qualquer outra forma de dano todas as partes do fornecimento, mesmo antes da entrega.

1.3.2 TRANSPORTE

A CONTRATADA será responsável pelo transporte dos equipamentos fornecidos desde sua fábrica, até os locais definidos pelo Metrô-DF.

O Recebimento dos equipamentos será supervisionado pelo Metrô-DF, que poderá exigir a pronta substituição de materiais e equipamentos danificados ou em desacordo com o especificado, sem qualquer ônus adicional para o Metrô-DF.

1.4 AMBIENTE METRÔ DF

A seguir são fornecidas algumas informações gerais sobre o Sistema Elétrico de Alimentação do Metrô-DF, convenções adotadas, transmissão de funções entre os diversos níveis operacionais e a estrutura hierárquica das instalações.

1.4.1 SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS (SRS), SUBESTAÇÃO DE MANUTENÇÃO (SM) E PONTOS DE ENTRADA DE ENERGIA (PEE)

A sequência de fases do sistema de alimentação de Energia Elétrica ao Metrô-DF é R-S-T no sentido anti-horário.

Os DIAGRAMAS UNIFILARES DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO, DG.4/EX.99/00.502, DG.4/EX.99/00.503, DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.553 e DG.4/EX.99/00.562 representamos unifilares de uma Subestação Retificadora típica / SM (a rede de alimentação em 13,8 kV, o sistema de tração em 750 Vcc, serviços auxiliares) e de forma aproximada a localização e distâncias entre as Subestações Retificadoras. Os DIAGRAMAS UNIFILARES DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO, DG.4/EX.99/00.505, e DG4/EX.99/00.555 representam os Pontos de Entrega de Energia.

As características elétricas nominais / básicas de equipamentos e instalações existentes tais como redes de 13,8 kV, transformadores, TPs, TCs, dados de curto circuito (atuais e futuros) bem como, outras que sejam necessárias ao fornecimento e relacionadas às instalações em questão, estão disponíveis para consulta dos PROPONENTES.

1.4.2 HIERARQUIA FUNCIONAL DO SISTEMA METRÔ DF

O Sistema Integrado de Supervisão e Controle do sistema de alimentação de energia elétrica ao Metrô-DF deverá ser constituído por uma arquitetura operacional conforme exposto no item anterior.

Dentro do âmbito das Subestações Retificadoras e de Manutenção deverão ser possíveis os seguintes “Níveis de Operação”:

Os equipamentos deverão possuir botoeiras ou chaves para comando direto - NÍVEL "0".

Nos cubículos situados na sala de equipamentos serão instalados IED's responsáveis pela proteção e controle dos equipamentos associados ao cubículo. A operação destes equipamentos poderá ser feita a partir do IED - NÍVEL "1".

Em cada subestação haverá uma Estação de Operação Local com a base de dados local e telas para supervisão e controle específicas da subestação na qual está instalada - NÍVEL "2".

Em condições normais de operação, as funções de supervisão e controle das Subestações Retificadoras deverão ser realizadas através das Estações de Operação do Centro de Controle Operacional - CCO NIVEL “3”.

O SPCS deve se integrar à rede corporativa do Metrô-DF a partir do nível 3. O sistema ofertado deverá permitir que computadores ou dispositivos móveis ligados à rede corporativa do Metrô-DF possam acessar o SPCS a partir do nível 3. As restrições de acesso e ou nível de operação destes acessantes será configurada nos servidores do nível 3. Para o SPCS, estes acessos "client" aos servidores do nível "3" são considerados como operação de nível "3". Em termos de

implementação, a Subestação de Manutenção deve ser tratada da mesma forma que as demais subestações do sistema Metrô - DF.

1.4.3 HIERARQUIA DE COMANDO DO SISTEMA METRÔ DF

A transição dos níveis de operação é feita por seleção do operador sempre entre níveis hierárquicos adjacentes.

Para o nível 0, a seleção local/remoto é feita através de uma chave física. Um operador em qualquer nível acima do nível zero não consegue realizar qualquer operação de comando se a chave do nível 0 estiver em LOCAL.

Para o nível 1, a chave de seleção local/remoto pode ser implementada por uma chave física ou por um seletor da interface do IED escolhido pelo PROPONENTE e aprovado pelo Metrô-DF. Um operador dos níveis 2 e 3 não consegue realizar qualquer operação de comando se a chave do nível 1 estiver em LOCAL.

Para o nível 2, a chave local/remoto é implementada por lógica armazenada na Unidade de Controle Digital (UCD) da subestação e comandada a partir do servidor local. Com o nível 2 selecionado para operação LOCAL, os comandos do nível 3 não são possíveis assim como os comandos do nível 2 são bloqueados se a seleção de operação está para o modo REMOTO (operação do nível 3). No entanto, para os níveis 2 e 3 os operadores de ambos os níveis podem atuar na seleção LOCAL/REMOTO do nível 2.

1.4.4 FUNCIONALIDADE DOS NÍVEIS HIERÁRQUICOS

Nível 0 (equipamentos): operação direta do equipamento e disponibilização dos sinais para a aquisição do SPCS;

Nível 1 (IEDs): aquisição dos sinais dos equipamentos do nível 0 para o SPCS, execução dos algoritmos de controle e proteção parametrizados, comunicação com outros IEDs para a troca de informações de processo, supervisão dos equipamentos de via e supervisão do ambiente das subestações através da unidade de controle (UCD), armazenamento de registros de oscilografia, disponibilização de comandos a partir da interface do IED, respeitando as condições e hierarquia operacional, disponibilização de sinais e grandezas para os servidores de nível 2. Os IEDs componentes do nível 1 deverão possuir duas portas ópticas de comunicação para compor a rede do SPCS. A topologia desta rede é estrela dupla. A rede deve ser duplicada até o ponto de conexão com o SCADA local e com a rede operativa que interliga as sustações do Metrô-DF. Nas subestações a serem modernizadas os IEDs deverão ser instalados nos cubículos existentes. As adequações necessárias para a instalação fazem parte do escopo da CONTRATADA.

Nível 2 (SCADA local): conexão com os equipamentos de nível 1 da subestação, armazenamento de histórico de eventos e alarmes de ocorrências sistêmicas do SPCS, monitoramento da comunicação e do status de funcionamento dos IEDs subordinados ao servidor, disponibilização de interface gráfica para supervisão e controle da subestação, disponibilização de sinais e grandezas para servidores de nível 3 através de 2 portas de rede. Os equipamentos de nível 2 e a unidade de controle digital UCD (Nível 1) da subestação deverão ser instalados em um painel QPC, que faz parte deste fornecimento. Está sendo considerada sua instalação no local onde atualmente está instalado o Painel de Controle e Proteção (PCP).

Nível 3: aquisição das informações dos servidores das subestações nível 2, concentrador dos dados de histórico de eventos, alarmes, ocorrências e medidas analógicas de todo o SPCS. Deve permitir supervisão e operação em tempo real. O banco de dados do SPCS deverá também permitir o armazenamento de ocorrências por um período mínimo de 3 anos. Deverá ser possível selecionar e exportar informações armazenadas no banco de dados diretamente pela interface de operação do SPCS. Os arquivos exportados deverão possuir formato que permitam a abertura e edição das informações com o uso de aplicativos padrão de mercado (ex: Microsoft Office). Os servidores de nível 3 também são responsáveis pela criação e definição do nível de acesso dos operadores do SPCS. A interface gráfica de operação do CCO e dos acessos a partir da rede corporativa também serão implementadas nos servidores do nível 3. O acesso aos servidores SCADA pela rede corporativa deve permitir o acesso em tempo real, inclusive às listas de eventos e alarmes do processo. Os dados de eventos e alarmes devem ser armazenados em bancos de dados padrão de mercado que permitam acesso aos dados a partir de ferramentas da rede corporativa do Metrô-DF. Deverá haver redundância dos servidores de nível 3 com ambos servidores ativos simultaneamente. A supervisão dos componentes de rede (switches, roteadores) que compõe o SPCS deverá ser feita no aplicativo de supervisão e operação do SPCS nível 3. Ferramentas de gerenciamento de rede complementares externas ao SPCS instaladas nos computadores do nível 3 não serão aceitas.

1.4.5 SINCRONISMO DE TEMPO

Todos os IEDs, servidores e elementos de rede do SPCS deverão operar em uma base tempo sincronizada. Em cada subestação e no CCO deverá ser instalado um servidor GPS com recursos e interface para sincronismo através de SNTP e IRIG-B (elétrico e óptico). A quantidade de portas e repetidores para a sincronização de todos os dispositivos é responsabilidade do PROPONENTE.

1.4.6 PROTOCOLOS E INTERFACE DE OPERAÇÃO

Para fins de previsão de serviço de parametrização considerar, por SR/SM, dez telas e 2.000 pontos de E/S.

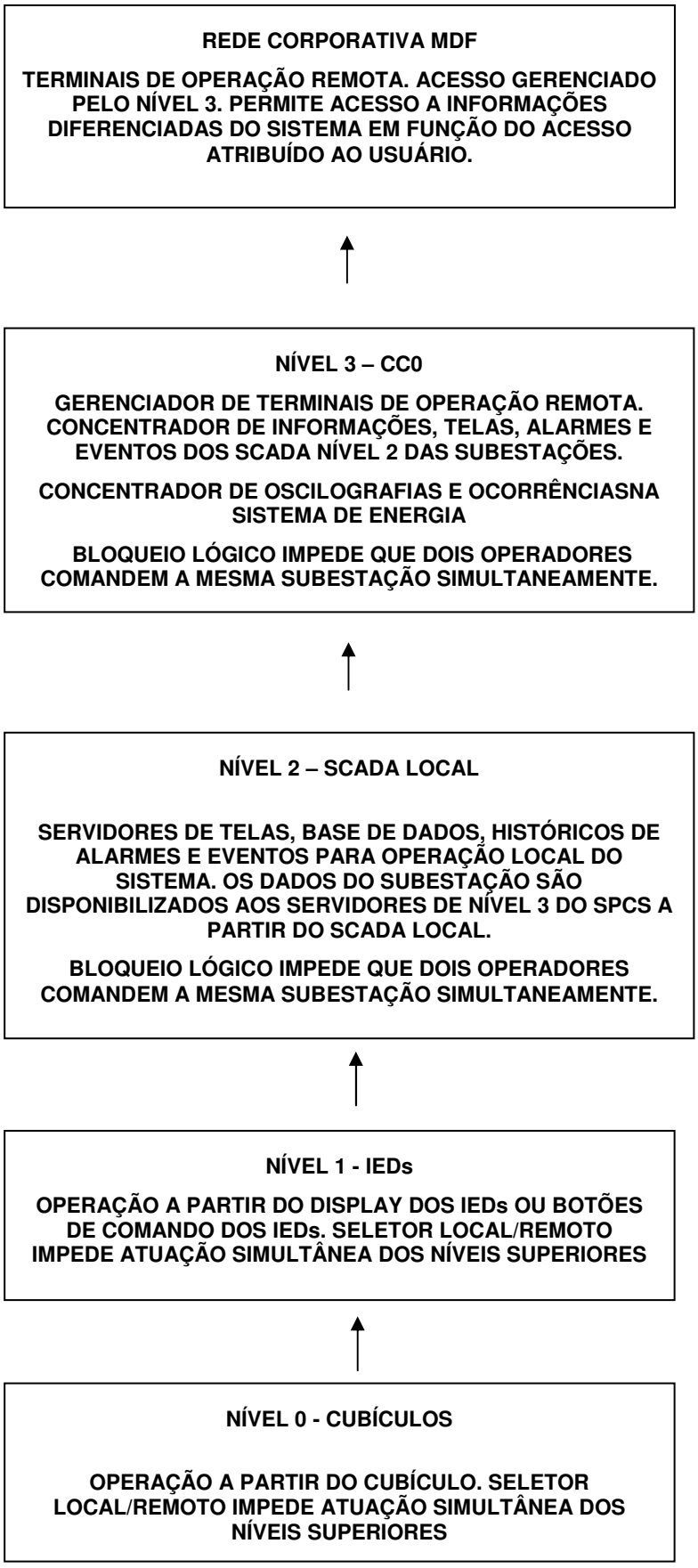
A comunicação entre os componentes do SPCS nas SR/SM e no CCO deverá ser feita utilizando o protocolo IEC 61850.

O PROPONENTE deve considerar que todos os hardwares e os serviços de instalação dos sistemas operacionais e do software SCADA, necessários à integração das subestações, escopo deste fornecimento, serão de sua responsabilidade.

Não serão aceitas soluções que utilizem protocolo de comunicação diferente do mencionado acima, como também **não será aceito nenhum conversor de protocolo entre os níveis 02 e 03**. A comunicação entre esses níveis deve ser feita de forma direta entre o CCO e os servidores SCADA das Subestações Retificadoras e de Manutenção, que fazem parte do escopo de fornecimento.

Os equipamentos de rede deverão ser supervisionados pelos servidores SCADA do CCO utilizando preferencialmente o protocolo SNMP.

Os disjuntores e seccionadoras motorizadas deverão possuir botoeiras para a operação elétrica local. As seccionadoras não motorizadas deverão possuir alavancas de comando. Todos os equipamentos de manobra deverão disponibilizar contatos auxiliares para indicação de estado no SPCS.


REDE CORPORATIVA MDF
TERMINAIS DE OPERAÇÃO REMOTA. ACESSO GERENCIADO PELO NÍVEL 3. PERMITE ACESSO A INFORMAÇÕES DIFERENCIADAS DO SISTEMA EM FUNÇÃO DO ACESSO ATRIBUÍDO AO USUÁRIO.
NÍVEL 3 – CC0
GERENCIADOR DE TERMINAIS DE OPERAÇÃO REMOTA. CONCENTRADOR DE INFORMAÇÕES, TELAS, ALARMES E EVENTOS DOS SCADA NÍVEL 2 DAS SUBESTAÇÕES.
CONCENTRADOR DE OSCILOGRAFIAS E OCORRÊNCIASNA SISTEMA DE ENERGIA
BLOQUEIO LÓGICO IMPEDE QUE DOIS OPERADORES COMANDEM A MESMA SUBESTAÇÃO SIMULTANEAMENTE.
NÍVEL 2 – SCADA LOCAL
SERVIDORES DE TELAS, BASE DE DADOS, HISTÓRICOS DE ALARMES E EVENTOS PARA OPERAÇÃO LOCAL DO SISTEMA. OS DADOS DO SUBESTAÇÃO SÃO DISPONIBILIZADOS AOS SERVIDORES DE NÍVEL 3 DO SPCS A PARTIR DO SCADA LOCAL.
BLOQUEIO LÓGICO IMPEDE QUE DOIS OPERADORES COMANDEM A MESMA SUBESTAÇÃO SIMULTANEAMENTE.
NÍVEL 1 - IEDs
OPERAÇÃO A PARTIR DO DISPLAY DOS IEDs OU BOTÕES DE COMANDO DOS IEDs. SELETOR LOCAL/REMOTO IMPEDE ATUAÇÃO SIMULTÂNEA DOS NÍVEIS SUPERIORES
NÍVEL 0 - CUBÍCULOS
OPERAÇÃO A PARTIR DO CUBÍCULO. SELETOR LOCAL/REMOTO IMPEDE ATUAÇÃO SIMULTÂNEA DOS NÍVEIS SUPERIORES

1.4.7 LÓGICA DE DESLIGAMENTO RÁPIDO (LDR)

Existe um procedimento de segurança na operação do Metrô-DF denominado LDR - Lógica de Desligamento Rápido que consiste na desenergização de um determinado trecho da linha por questões de emergência. A LDR deve ser ativada pelas plataformas de monitoramento dos sistemas de tráfego e do sistema elétrico. O operador que ativa a LDR identifica o trecho a ser desenergizado por um número. Esta informação é compartilhada entre os sistemas de tráfego e de energia e o desligamento setorial é realizado. Deverão ser disponibilizados pelo menos 70 (setenta) comandos diferenciados de LDR.

A modernização do sistema de energia do Metrô-DF deverá se integrar ao sistema de tráfego para permitir que o esquema LDR continue em funcionamento. A integração deverá ser feita preferencialmente no nível 1 dos sistemas (entre IEDs e controladores equivalentes do sistema de tráfego). Caso os sistemas não possuam possibilidade de integração, o PROPONENTE deverá apresentar sua solução de integração para avaliação do Metrô-DF.

Caso a opção de integração seja por comunicação entre os sistemas por fio ("hard-wired"), deverão ser fornecidos equipamentos de interface para os sistemas de energia e de tráfego parametrizados de tal forma que entradas da unidade de um sistema atuem nas saídas do outro e vice-versa. Estas unidades de interface deverão se comunicar com as demais do seu sistema pelo mesmo protocolo das demais. No caso do sistema elétrico, através do protocolo IEC61850.

1.4.8 AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO

Além do fornecimento do SPCS para cada subestação, deverá ser fornecido um conjunto de equipamentos instalados em rack em quantidade suficiente para simular uma subestação e o terminal de entrada de alimentação de uma subestação adjacente. O conjunto deve conter também uma estação de operação SCADA local e uma estação de engenharia com softwares instalados e licenciados e um servidor GPS.

Além dos racks com os equipamentos deverá ser fornecida uma giga de testes com chaves e relés suficientes para permitir a simulação dos equipamentos de uma subestação.

Estes equipamentos serão instalados em um local indicado pelo Metrô-DF e tem o objetivo de familiarizar a engenharia e a manutenção aos procedimentos de programação e operação do SPCS, servir como ambiente de simulação de estudos, simulações e testes de ajustes de proteções, lógicas, etc.

1.5 CARACTERÍSTICAS DO FORNECIMENTO

1.5.1 PARTICULARIDADES DO SISTEMA METRÔ DF

O SPCS deverá permitir que o operador remoto (nível 3) tenha total controle e supervisão dos equipamentos existentes nas Subestações Retificadoras e de Manutenção. Pelo SPCS o operador poderá executar comandos de manobra, monitorar o estado dos equipamentos, verificar a condição de operação e carga e fazer ajustes de parametrização à distância. O SPCS deverá permitir também o

acesso à leitura e a geração de gráficos para visualização de demandas, consumo ativo/reativo e fator de potência.

O SPCS deve atender as exigências de mercado aliando facilidade e operacionalidade do sistema. Nesse contexto o operador do sistema precisa que todas as informações estejam disponíveis na tela do software SCADA e que sejam fiéis aos acontecimentos de campo.

As UPCs (Unidade de Proteção e Controle) e UCDs (Unidades de Controle Digital) que fazem parte deste fornecimento precisam ter protocolos de comunicação abertos e homologados para integração com o SCADA. A integração de novos equipamentos deverá atender à norma IEC 61850. Equipamentos periféricos cujas grandezas monitoradas não façam parte das lógicas de controle e proteção poderão ser integrados aos IED's através de protocolos abertos compatíveis com os IEDs.

É necessário que o SPCS possibilite acesso e parametrização à distância dos IEDs e estações de operação local. Esta funcionalidade visa evitar que a equipe de automação do Metrô-DF tenha que se deslocar até as subestações para realizar qualquer mudança na configuração dos ajustes das UPCs/UCDs e IHM Local. O software de engenharia responsável pela programação e parametrização dos IEDs e periféricos deve ser fornecido com licença que permita esta funcionalidade utilizando a Via de Dados dos SPCS.

1.5.2 VIA DE DADOS

Fazem parte do escopo de fornecimento do sistema SPCS, a criação e implantação de um acesso para comunicação direta a todos os dispositivos de proteção, controle, registro e medição, de forma exclusiva e não compartilhada com outros serviços de comunicação através da Via de Dados que abrange a rede de subestações e a conexão com os servidores SCADA local e do CCO, com concentradores e com as estações de engenharia do SPCS. Esta VIA de DADOS utilizará a rede de fibra óptica de interligação das subestações do sistema de transmissão de dados do Metrô-DF.

O sistema SPCS deve possuir um mecanismo de controle de acesso, impedindo que pessoas não autorizadas pelo sistema tenham acesso às portas de programação e configuração dos dispositivos de proteção ou registro, mesmo que possuam os softwares de configuração dos fabricantes dos dispositivos.

1.5.3 SOFTWARES

Como premissa básica, o PROPONENTE deve-se utilizar de softwares com larga aplicabilidade no mercado de tecnologia de informação. Os treinamentos devem capacitar a equipe de engenharia e manutenção a realizar desenvolvimentos e modificações no sistema fornecido. O treinamento deverá resultar na certificação oficial do fornecedor dos softwares e dos colaboradores do Metrô-DF que atenderem aos requisitos e avaliações da certificação. As licenças de desenvolvimento, treinamentos e mídias de instalação dos softwares envolvidos com o desenvolvimento do SPCS fazem parte do escopo do fornecimento.

1.5.4 CÓDIGOS FONTE DOS APLICATIVOS DESENVOLVIDOS

Os arquivos de desenvolvimento específicos para o SPCS do Metrô-DF deverão ser entregues na sua última versão de desenvolvimento com comentários e com possibilidade de edição e transferência de e para IED's e servidores SCADA. Os procedimentos para acesso aos dispositivos, upload e download de arquivos de configuração deverão ser descritos no manual de manutenção do sistema, que faz parte do escopo deste fornecimento.

1.5.5 INTERFACE GRÁFICA E GERENCIAMENTO DE ACESSO

Tão importante quanto um sistema de fácil utilização é controlar o acesso ao mesmo. Isto se torna mais crítico em função da importância dos equipamentos a que se pretende monitorar remotamente. Portanto, o SPCS, deve possuir ferramentas da administração que permitam ao gestor definir os diversos níveis de acesso a cada um de seus módulos, bem como, registrar tais ocorrências em um banco de dados, registrando data, hora e usuário, de todas as ações e intervenções realizadas no sistema.

O SPCS deverá possuir uma interface gráfica amigável, baseada no unifilar da subestação e os equipamentos que a compõem. Pelo unifilar da subestação é possível selecionar o equipamento e ter acesso às informações de supervisão e controle do mesmo, bem como operá-lo e manobrá-lo de acordo com as normas do Metrô-DF a serem repassadas à CONTRATADA na reunião de workstatement.

As telas apresentadas nos níveis 2 e 3 devem disponibilizar as mesmas funcionalidades e possibilidades de comando. (unifilares, alarmes, eventos, etc. O acesso dos operadores aos níveis 2 e 3) será através de login e senha e os registros de acesso serão feitos nas estações de operação no nível 3 (CCO).

A base de dados de usuários e permissões deve ser replicada automaticamente para estações locais de forma a permitir que um usuário consiga acessar o servidor local de uma subestação durante uma queda de comunicação com o nível 3. Os eventos e ocorrências registrados pela estação local durante a queda de comunicação com o nível 3 deverão ser sincronizados com a base de dados do CCO na reconstituição da rede de comunicação.

O SPCS deverá disponibilizar filtros para agrupar os diversos eventos de alarme que serão gerados pelo sistema. Esta ferramenta permitirá ao usuário uma análise mais clara de eventos e ocorrências associadas a determinadas funcionalidades, proteções ou equipamentos.

1.6 ATIVIDADES CONJUNTAS

As atividades a serem desenvolvidas em conjunto entre a CONTRATADA e o Metrô-DF deverão ser realizadas nos seguintes locais:

- Elaboração da Consolidação do Fornecimento (reunião de workstatement) – nas dependências do Metrô-DF ou da CONTRATADA, a critério do Metrô-DF.
- Reuniões de Projeto – nas dependências do Metrô-DF ou da CONTRATADA, a critério do Metrô-DF.

- Acompanhamento do Desenvolvimento do Projeto – nas dependências da CONTRATADA.
- Aprovação Final de Projeto e Certificação de Funcionamento Integrado em plataforma – nas dependências da CONTRATADA.
- Ensaios e Comissionamentos de Campo – nas localidades das obras do Metrô-DF.
- Atualização das telas e bases de dados no CCO do Metrô-DF.

Caso as atividades sejam desenvolvidas em outros locais que não as determinadas pelo Metrô-DF, a CONTRATADA será responsável por todas as despesas com estadias e transportes do pessoal do Metrô-DF (prever quatro técnicos).

2 SUMÁRIO DO FORNECIMENTO

Para compor o escopo básico do Fornecimento deverão ser considerados os aspectos descritos neste documento e nas Especificações Técnicas de Aplicação de cada subestação.

2.1 FORNECIMENTO DE EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E SERVIÇOS

2.1.1 Elaborar o documento Consolidação do Fornecimento que detalha de forma específica todo o fornecimento de SPCS. Este documento deverá ser submetido à aprovação do Metrô-DF antes da realização da reunião de workstatement. Este documento balizará as discussões técnicas da reunião de workstatement a ser marcada após a assinatura do Contrato. Reunião está a ser realizada na sede do Metrô-DF, em Brasília, DF.

2.1.2 Painel de Controle e Comunicação (QPC) para abrigar a UCD e dispositivos da rede de comunicação;

2.1.3 Unidades de Proteção e Controle Digital (UPCs), Unidades de Controle Digital (UCDs), incluindo cabos e conectores;

2.1.4 Equipamento do tipo Switch Ethernet para as subestações e centro de controle;

2.1.5 Equipamento Receptor GPS;

2.1.6 Conversor RS232/RS485/Fibra ótica (se necessário, em função da solução proposta);

2.1.7 Cabos de controle, para interligação entre os equipamentos elétricos e os painéis de proteção, medição e controle;

2.1.8 Fibras Óticas e cabos de comunicação que forem necessários para interligação dos equipamentos às redes de comunicação das Subestações Retificadoras e de Manutenção, PEE e CCO de acordo com a ARQUITETURA GERAL – DG.4/EX.99/00.504, DG.4/EX.99/00.554;

2.1.9 Eletrodutos corrugados tipo canaflex para abrigar as fibras óticas externas aos painéis de proteção e controle;

2.1.10 Manuais técnicos de operação, instalação e manutenção, desenhos e informações de todos os equipamentos e dispositivos fornecidos;

2.1.11 Programas computacionais necessários (softwares), inclusive aqueles para permitir a comunicação entre os níveis 1, 2 e 3 e acessos pela rede corporativa;

2.1.12 Documentação técnica para configuração e implementação do sistema SPCS e dos protocolos de comunicação utilizados;

2.1.13 Documentação técnica e desenhos completos do Projeto de Fabricação e Executivos do SPCS com as revisões “Conforme Fabricado e “Conforme Construído” implementadas e de acordo com a ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS – ET.4/EX.99/00.503; ET.4/EX.99/00.553;

2.1.14 Serviços de integração, configuração e programação nos Níveis 1, 2 e 3;

2.1.15 Elaboração de todos os estudos necessários à determinação da seletividade e dos ajustes de proteção dos IEDs, considerando os equipamentos fornecidos;

2.1.16 Parametrização das funções de proteção e das lógicas de proteção e controle;

2.1.17 Parametrização das funções de lógica de automação dos IEDs;

2.1.18 Serviços relativos à criação de banco de dados, mapeamento dos pontos nos respectivos protocolos e documentação do SPCS;

2.1.19 Serviços de montagem eletromecânica dos painéis;

2.1.20 Serviços de lançamento, identificação e conexão da cablagem, entre os equipamentos elétricos e os painéis de proteção;

2.1.21 Serviços de instalação de IEDs nos cubículos existentes, incluindo recuperação da chaparia (caso as furações nos painéis não sejam compatíveis) e fiação interna aos cubículos para ligação das IEDs aos equipamentos existentes;

2.1.22 Serviços de remoção dos PCPs e UTREs existentes para instalação dos QPCs;

2.1.23 Serviços de instalação dos cubículos de interligação IC1 nas SRs 14 e 62 existentes;

2.1.24 Fornecimento de cabo/cordões óticos para interligação dos dispositivos que fazem parte do escopo do fornecimento;

2.1.25 Serviços de elaboração de um Plano de Modernização das subestações existentes visando minimizar tempo de interrupção e garantindo qualidade (abordando soluções para as condições específicas de funcionamento, desligamento e religamento das SRs/SM, bem como as características operacionais do sistema);

2.1.26 Serviços de elaboração de Plano de Modernização do CCO considerando a substituição do módulo de gestão do sistema elétrico existente e o novo. Observar que os dois deverão operar em paralelo durante um tempo, passando-se sistematicamente o controle de cada SR/SM para o novo sistema;

2.1.27 Implantação de um mímico na parte frontal dos painéis existentes

2.1.28 Serviços de retirada de toda fiação existente entre PCP e painéis de 15 kV e 1 kVcc;

2.1.29 Três microcomputadores Portáteis (SEGs) com softwares necessários para programação, configuração e manutenção do SPCS;

2.1.30 Ambiente de desenvolvimento com computador idêntico ao do CCO, e todos os equipamentos de uma SR típica do nível 2 e 1 e uma giga de teste que permita simular as entradas e os comandos;

2.1.31 Treinamento em Operação, Manutenção, Configuração e Programação do SPCS, inclusive no uso de softwares específicos;

2.1.32 Treinamento em configuração dos protocolos de comunicação utilizados;

2.1.33 Lote de unidades, módulos e materiais sobressalentes, conforme item 3 desta especificação

2.1.34 Todos os equipamentos fornecidos deverão ser fabricados, montados e entregues totalmente operacionais e todos os componentes deverão ser novos e adequados às condições operacionais e ambientais aqui especificadas. Todos os programas computacionais deverão ser desenvolvidos, testados, integrados e documentados de acordo com os padrões e definições estabelecidos neste documento e nas Especificações Técnicas de Aplicação de cada subestação.

2.1.35 Participação do projetista dos Projetos de Fabricação e Executivos na reunião do workstatement do SPCS;

2.1.36 Levantamento de dados em campo, para execução do projeto;

2.1.37 Participação na certificação para funcionamento integrado do SPCS em Plataforma (atividade realizada na fábrica com a participação do projetista dos projetos de fabricação e executivos) para elaboração da revisão “Conforme Fabricado”;

2.1.38 Acompanhamento dos serviços de montagem, adequações em painéis existentes e comissionamento dos painéis com a marcação nos documentos de projeto das alterações efetuadas para elaboração da versão “Conforme Construído” (atividades a serem executadas no campo pelo projetista da CONTRATADA);

2.1.39 Execução dos ensaios de Comissionamento de Campo do SPCS e interfaces com equipamentos de pátio.

2.1.40 Colocação em operação do SPCS após comissionamento;

2.1.41 Cópia completa dos Projetos de e Executivos, em arquivo editável, com as revisões “Como Fabricado e “Como Construído” implementadas.

2.2 ELABORAÇÃO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS

A elaboração dos Projetos de fabricação e executivos do SPCS deverá atender aos requisitos descritos na ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS ET.4/EX.99/00.503 e ET.4/EX.99/00.553;

O escopo específico de cada fornecimento se encontram nas Especificações Técnicas de Aplicação ET.4/EX.99/00.501 e ET.4/EX.99/00.551.

3 PEÇAS SOBRESSALENTES POR FORNECIMENTO

Para o SPCS a ser fornecido deverão ser, também, fornecidas peças sobressalentes estimadas para um período de 05 (cinco) anos de Operação Comercial, contados a partir da emissão do CRP (Certificado de Recebimento Provisório) pelo Metrô-DF.

As quantidades de peças sobressalentes a serem fornecidas para cada equipamento ou componentes deverão ser, no mínimo de:

- **Componentes das Redes Locais (conversores, "splitters", switches, roteadores, hubs, "star couplers", modems, etc.)** → 10% (dez por cento) do total a ser instalado para cada modelo sendo um mínimo de 01 (uma) unidade de cada modelo.
- **Subsistemas de Proteção / Controle** → 10% (dez por cento) do total a ser instalado para cada modelo sendo um mínimo de 01 (uma) unidade de cada.
- **Blocos e Pentes de Testes para Subsistemas de Proteção e Controle**→ 10% (dez por cento) do total a ser instalado para cada modelo sendo um mínimo de 01 (uma) unidade de cada modelo.
- **Relés Auxiliares, Minidisjuntores**→ 10% (dez por cento) do total a ser instalado para cada modelo sendo um mínimo de 01 (uma) unidade de cada modelo.
- **Cartões de Entradas e Saídas** → 5% (cinco por cento) do total a ser instalado para cada modelo sendo um mínimo de 02 (duas) unidades de cada modelo, no caso de fornecimento de placas avulsas.
- **Equipamentos de GPS** → 10% (dez por cento) do total a ser instalado para cada modelo sendo um mínimo de 01 (uma) unidade de cada modelo.
- **Cabos e Fibras** → 5 unidades de cada comprimento utilizado com a mesma terminação em cada extremidade.
- **Bornes terminais** → 20% da quantidade utilizada de cada tipo de borne por painel. Os bornes reserva deverão ser instalados nos painéis.

4 ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO

Durante as atividades desenvolvidas em suas instalações de testes em fábrica a CONTRATADA deverá disponibilizar para o pessoal de acompanhamento do Metrô-DF, infraestrutura de escritório tais como: impressoras, serviços de cópias, documentação técnica, fax, telefone, acesso irrestrito à Internet, sem custos adicionais.

5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

5.1 REQUISITOS GERAIS DE HARDWARE

Todos os materiais e equipamentos a serem fornecidos deverão ser equipamentos de linha e em produção normal quando da entrada em operação. Em hipótese nenhuma serão aceitos equipamentos cuja produção tenha sido descontinuada, customizações de produtos para atendimento ao fornecimento, nem protótipos ou equipamentos ainda em teste.

Quando as Especificações não contiverem menções específicas com relação a equipamentos, materiais e componentes envolvidos no fornecimento entende-se que os mesmos deverão ser novos, os melhores de sua classe, da última versão e atenderem à finalidade a que são destinados.

A CONTRATADA deverá submeter à aprovação do Metrô-DF todas as informações relacionadas aos materiais ou componentes a serem utilizados no fornecimento.

A PROPONENTE deverá detalhar em sua proposta todos os equipamentos, softwares e outros recursos que estão sendo cotados para o SPCS e outros aplicáveis ao fornecimento, separadamente.

Dentro do período de garantia, ao Metrô-DF reserva-se o direito de rejeitar equipamentos, materiais, componentes e serviços em situação de não conformidade com os termos da Especificação Técnica Geral (ETG), Especificação Técnica de Aplicação (ETA) ou outros demais documentos do fornecimento, mesmo que estes itens já estejam montados e em funcionamento normal. Os itens rejeitados deverão ser repostos pela CONTRATADA sem nenhum ônus adicional para o Metrô-DF. O prazo de garantia para os itens substituídos ou serviços refeitos deverá ser mesmo dos demais itens do fornecimento, contado a partir da efetiva entrada em operação do item ou serviço em questão.

5.1.1 MODULARIDADE

A falha em uma determinada unidade não deverá se propagar para as demais.

Expansões de entradas e saídas deverão ser permitidas a partir da adição de novos IEDs ligados à rede de dados do SPCS com capacidade de comunicação através de mensagens GOOSE.

As unidades deverão possuir LEDs, meios de comunicação ou outros dispositivos de sinalização quaisquer que indique o seu estado funcional, falhas, alarmes, etc.

Quando os equipamentos a serem fornecidos não atenderem aos requisitos de modularidade aqui mencionados, o PROPONENTE deverá, obrigatoriamente, explicitar tais desvios, bem como, as eventuais restrições do seu fornecimento, quando comparado aos requisitos de modularidade aqui especificados.

5.1.2 DIAGNÓSTICOS

Todas as unidades do sistema deverão ser dotadas de rotinas de auto diagnóstico que sejam capazes de detectar falhas nos seus componentes e sinalizá-las externamente através de um contato seco (saída digital), de LEDs ou dispositivos equivalentes e também através da via de dados do SPCS para os demais dispositivos da rede. Especial ênfase deve ser dada na detecção de falhas em

elementos das vias (redes) de comunicação, particularmente quando esses dispositivos desempenham funções ativas na rede (gerenciamento de integridade da rede).

5.1.3 IMUNIDADE A SURTOS E PERTURBAÇÕES AMBIENTAIS

Todos os circuitos elétricos de entrada e saída do Sistema deverão suportar os ensaios especificados no item **Ensaios** desta Especificação Técnica Geral.

5.1.4 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Os equipamentos objeto dessa especificação serão instalados abrigado, em local fechado sujeito às seguintes condições climáticas (retiradas do INMET):

Condições Ambientais da região	
Altitude acima do nível do mar	1100m
Clima	Tropical de Altitude
Temperatura máxima anual	30ºC
Temperatura mínima anual	10ºC
Temperatura média diária	22ºC
Umidade relativa, média anual	70%

5.1.5 TROPICALIZAÇÃO

Todos os equipamentos e materiais incluídos no fornecimento deverão ser adequados e, quando necessário, especialmente tratados e processados para entrega, armazenamento e operação em condições tropicais, tais como alta temperatura e alta umidade, que favorecem a formação e o crescimento de mofo e fungos. Os materiais e os processos de tropicalização, quando não explicitamente descritos nesta especificação e nas especificações de aplicação deverão ser selecionados de acordo com a melhor prática industrial, e deverão ser objeto de aprovação pelo Metrô-DF.

5.1.6 CONFIABILIDADE

A concepção do Sistema deverá ser tal que nenhuma falha ou defeito em qualquer componente ou subsistema resulte em emissão de comando ou qualquer efeito no sistema primário que está sendo controlado ou supervisionado. Além disto, cada unidade deverá atuar de forma independente, de modo que a falha ou defeito de uma delas não comprometa o correto funcionamento das demais.

Todos os programas computacionais, dados de configuração dos equipamentos e bancos de dados requisitados deverão ser mantidos em memórias não voláteis, de forma que não haja perda decorrente de interrupção da alimentação auxiliar.

5.1.7 INSTALAÇÕES FÍSICAS

As salas de comando das Subestações Retificadoras e de Manutenção existentes não são climatizadas. As salas de comando das subestações Retificadoras novas possuirão condicionamento térmico artificial, entretanto, todos os equipamentos a serem fornecidos deverão ser capazes de suportar as variações de temperatura e de umidade registradas na ausência deste condicionamento. Além disto, os equipamentos deverão suportar a instalação em ambientes sujeitos à incidência constante de poeira.

Deverão ser explicitados quaisquer cuidados adicionais necessários para a instalação dos equipamentos a serem fornecidos no ambiente acima descrito.

Os cubículos de 15kV, onde serão abrigados dispositivos do SPCS (IEDs, blocos de testes, relés auxiliares, etc.), do PEE/HIP, PEE/SAM e PEE/CEI são para instalação externa. Para o PEE/ANR os cubículos de 15 kV são para instalação abrigada.

5.1.8 COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA

Todos os equipamentos deverão possuir proteção adequada contra surtos transitórios, interferências eletromagnéticas e descargas eletrostáticas, nos níveis previstos pelas Normas aplicáveis para equipamentos eletrônicos para instalação em ambiente de cubículos de força abrigados em sala de comando de subestação e cubículos de força para instalação externa.

5.1.9 REGIME DE OPERAÇÃO

Todos os equipamentos e sistemas serão projetados e fabricados para operação em regime contínuo (24 horas por dia), sem necessidade de interrupções. MTBF (Mean Time Before Failures) no mínimo igual a 15 anos.

5.1.10 REQUISITOS CONSTRUTIVOS PARA PAINÉIS - QPC

Os painéis deverão ser projetados e construídos para instalação abrigada. Exceto onde indicado ao contrário, o painel deverá ser fornecido completo com todos os dispositivos instalados e com todas as suas funções implementadas.

Os painéis deverão ser confeccionados de acordo com os padrões de engenharia do Metrô-DF.

5.1.11 DETALHES DE FABRICAÇÃO

Os painéis deverão ser montados conforme a Norma ANSIC 37.21-1987 ou a sua revisão mais recente, exceto onde estiver explicitamente indicado em contrário. Os painéis a serem fornecidos deverão ser todos da mesma altura e profundidade e deverão possuir portas frontais e traseiras.

Cada painel deverá ser totalmente fechado exceto na parte debaixo. O painel deverá ser montado com chapas de aço especialmente selecionadas, totalmente lisas e sem empenos, de espessura mínima de 2,675 mm (espessura n.º 12). As placas frontais e traseiras, onde aplicável, deverão ter as bordas dobradas e

arredondadas para efeito de melhor rigidez.

As tolerâncias de montagem deverão assegurar os requisitos abaixo especificados:

- Dimensões dos painéis: 800x800x2300mm (largura, profundidade e altura).
- As bordas verticais dos painéis quando juntadas e visualmente expostas, não deverão ter folgas superiores a 0,8mm. As superfícies planas frontais de qualquer painel não deverão ter um desvio maior do que 1,6mm do plano vertical;
- Os painéis poderão ter montagem do tipo parafusada, soldada ou com combinação de ambas. A montagem do tipo parafusada deverá empregar quantidades de parafusos de diâmetros compatíveis de forma a assegurar uma perfeita rigidez das estruturas. Furação de diâmetros maiores do que as recomendadas pelas Normas não serão aceitas. Peças que serão acopladas através de parafusos deverão ter sua furação perfeitamente alinhada. Não é aceitável o alargamento da furação para facilitar a montagem. Todos os parafusos deverão ser completos com arruelas de pressão ou outros dispositivos de travamento aprovados pelo Metrô-DF;
- As montagens soldadas, quando utilizadas, deverão ter um acabamento livre de pontos queimados, empenamentos e excesso de solda;
- Todos os parafusos deverão ser de aço inoxidável;
- Os painéis deverão ser completos com bases do tipo perfil U, quadros e reforços necessários para manter a estrutura presa e rígida durante o transporte, manuseio e instalação. Os perfis do tipo U deverão possuir orifícios apropriados para fixação dos painéis;
- As chapas externas dos painéis não deverão ser furadas ou soldadas para prender a fiação ou outros dispositivos. Para prevenir empenos, os dispositivos deverão ser montados nos painéis por meio de tirantes ou braçadeiras adequadas. Todos os parafusos utilizados para montagem do painel deverão ser completos com arruelas de pressão ou outros dispositivos de travamento aprovados pelo Metrô-DF;
- Todos os painéis deverão possuir uma porta frontal de material transparente com moldura de modo a possibilitar a visualização dos equipamentos frontais;
- A CONTRATADA deverá fornecer dentro do painel, sub painéis articulados e suportes necessários para montagem das unidades principais, auxiliares e demais dispositivos. Estes sub painéis e suportes deverão ser montados de forma a não obstruir o acesso às ligações traseiras das unidades e demais dispositivos com montagem semi embutida na parte dianteira ou traseira dos painéis;
- A substituição de qualquer dispositivo, placa ou unidade deverá ser possível de forma que não haja interferência mecânica nos componentes adjacentes. Todas as unidades deverão ser montadas no interior do painel de forma que o acesso às portas seriais, aos pontos de testes, às chaves ou a qualquer outro dispositivo necessário durante os procedimentos de teste, calibração ou manutenção seja feito sem problemas;
- Todas as seções de painéis que contenham equipamentos eletrônicos ou dispositivos de controle deverão ter um grau de proteção IP40 de acordo com a norma IEC-144;

- Os painéis deverão ser providos na parte inferior (base) de chapas metálicas flangeadas removíveis que permitam a execução de furos para entrada e saída de cabos. Estes painéis deverão, além disso, ser fornecidos com prensa cabos com o objetivo de reduzir a entrada de pó no seu interior.

5.1.11.1 CALOR E CLIMA ÚMIDO

Os equipamentos especificados deverão ser apropriados para operarem e serem armazenados em clima tropical, ou seja, sob condições de temperatura e umidade altas, chuvas pesadas e condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de mofos e fungos.

5.1.11.2 AQUECEDORES

Cada painel deverá ter um aquecedor com a finalidade de evitara condensação de umidade internamente. Este aquecedor deverá ser controlado por um termostato instalado adequadamente.

O aquecedor deverá ser do tipo “resistências dentro de folhas de metal”, totalmente envolvidas por pó de óxido de magnésio altamente compactado, ou por outro material que tenha propriedades similares de condução de calor e isolamento. Também serão aceitos aquecedores do tipo “resistência enrolada em cerâmica” totalmente coberta por material cerâmico de forma a evitar qualquer contato entre o condutor e o ar. A temperatura superficial dos aquecedores deverá ficar restrita a valores que não deteriorem a vida das envoltórias, da resistência e dos componentes do painel.

O aquecedor deverá ser apropriado para operação contínua e deve possuir proteção mecânica contra contato humano acidental.

A embalagem dos painéis deverá permitir a ligação do sistema de aquecimento durante o período em que os painéis ainda estiverem embalados.

5.1.11.3 VERNIZ FUNGISTÁTICO

Além dos aquecedores anteriormente citados, deverá ser aplicada uma camada de verniz fungistático nas partes sujeitas à formação de mofos e fungos devido à presença ou possibilidade de depósito de matérias orgânicas.

O verniz não deverá ser aplicado a qualquer parte ou superfície onde possa causar interferência na operação (por exemplo, mau contato) ou desempenho do equipamento. Estas partes deverão ser protegidas durante a aplicação do verniz.

5.1.11.4 ABERTURAS PARA VENTILAÇÃO

Para assegurar uma boa ventilação, os painéis deverão ser dotados de aberturas de ventilação devidamente protegidas contra a penetração de insetos, sujeira e poeira.

5.1.11.5 PINTURA E ACABAMENTO

A CONTRATADA deverá submeter para aprovação do Metrô-DF uma descrição

detalhada dos métodos utilizados no tratamento de chapas, tintas e de pintura. A qualidade das tintas também está sujeita a aprovação do Metrô-DF.

Todos os materiais e tintas deverão ter certificados de procedência emitidos pelos respectivos fabricantes.

O mínimo grau de aderência aceitável para a pintura é X1-Y1 de acordo com a Norma MB-985 (Ensaios de Aderência em Tintas e Revestimentos Similares– Método de Ensaio) da ABNT.

5.1.11.6 SUPERFÍCIES METÁLICAS PARA USO INTERNO

O Tratamento de Chapa e da Pintura deverão estar de acordo com a Norma EB-2060 (Sistema de Pintura para Equipamentos e Instalações Elétricas) e NB-908 (Sistema de Revestimentos Protetores para Painéis Elétricos) da ABNT.

5.1.11.7 COR DE ACABAMENTO

A cor de acabamento deverá ser N6.5 do padrão MUNSELL.

5.1.11.8 ATERRAMENTO

Todo painel deverá ser fornecido com uma barra de cobre, horizontalmente instalada na parte inferior do painel, com uma seção reta mínima de 20x6mm. Esta barra de terra deverá ser aparafusada a estrutura do painel, de forma a proporcionar uma boa conexão elétrica.

Deverão ser proporcionados os meios para ligar ambos os lados destas barras às barras dos painéis adjacentes. Adicionalmente, deverá ser fornecido em cada painel um conector capaz de receber cabos de cobre de 20 a 50mm^2, para a ligação na malha de terra da subestação.

O aterramento de todos os secundários dos transformadores de corrente e de tensão e dos fios comuns dos detectores de temperatura dos transformadores deverá ser feito no painel. Os circuitos de transformadores auxiliares deverão ser aterrados somente no painel.

5.1.11.9 ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Os painéis deverão ser providos com luminária LED. Esta deverá ser montada sobre um material que absorva vibrações. Todas as luminárias montadas dentro de painéis deverão possuir um interruptor interno ao painel e de fácil acesso.

Na parte inferior de cada painel deverá ser instalada uma tomada - 2P+T de 220 Vca, 15A.

Os circuitos de iluminação e tomada do painel deverão vir totalmente enfiados e terminados em uma caixa de junção instalada próxima a uma das laterais do painel, com previsão para expansão.

5.1.11.10 SEQÜÊNCIA DE FASES

A sequência de fases padrão quando vista da frente do painel deverá ser R – S – T, da esquerda para a direita, de cima para baixo, da frente para trás. Todas as unidades, instrumentos, dispositivos e outros equipamentos de circuitos trifásicos

deverão ser dispostos e ligados de acordo com esta padronização de sequência de fase.

5.1.11.11 PORTAS - FERRAGENS E ATERRAMENTO

As dobradiças das portas deverão ser totalmente embutidas e deverão permitir uma abertura de no mínimo 105^0, exceto quando de outro modo indicado nos desenhos. As portas deverão ser dotadas de limitadores para restringir a abertura e prevenir contra possíveis danos às dobradiças ou aos equipamentos adjacentes. A distância entre qualquer margem da porta articulada quando fechada e o painel adjacente deverá ser uniforme e não exceder a 3 mm. As dobradiças, incluindo os pinos, deverão ser de aço inoxidável.

Cada porta deverá ter uma fechadura e um punho com mecanismo de travamento que permita a retirada da chave em ambas as posições, aberta e fechada. Todas as fechaduras deverão ser fornecidas com duas chaves. Para todos os painéis as chaves devem possuir o mesmo segredo.

As portas deverão ser eletricamente ligadas à estrutura do painel através de cordoalha condutora.

5.1.11.12 FIAÇÃO

Toda fiação deverá estar de acordo com os requisitos definidos no item 6.1.5 da Norma ANSI C37.21.

Os condutores utilizados na fiação interna deverão obedecer aos requisitos definidos na Norma ABNT NBR–6148. Os condutores deverão ser extras flexíveis, de cobre eletrolítico, têmperas moles, do tipo HEPR, não propagador de chamas e revestimento livre de halogênio e gases corrosivos, tipo BWF, isolamento de 600 V.

A seção dos condutores utilizados nos circuitos de controle deverá ser de 1,5 a 2,5mm^2, conforme a aplicação (a ser definido no projeto executivo a ser elaborado pelo Metrô-DF). Para os circuitos de potencial e corrente a seção mínima dos condutores deverá ser 2,5 mm^2.

A fiação deverá ser instalada em canaletas apropriadas dentro dos painéis. A fiação exposta deverá ser reduzida a um mínimo e onde utilizada, deverá ser acondicionada na forma de chicotes bem compactos, com o uso de espirais plásticos ou protetores semelhantes, devidamente fixados, seguindo as direções horizontais ou verticais e protegidos contra abrasão nas saídas dos dutos e entre as partes fixas e móveis dos painéis.

Os cuidados acima deverão ser adotados para os cabos ou chicotes que entram no painel, desde o ponto de entrada até os bornes terminais.

As canaletas de cabos externos deverão ser dimensionadas para receber o dobro da quantidade de cabos que deverão trafegar pelas mesmas até chegar às réguas de bornes atendidas por cada canaleta, tendo em vista que os padrões de montagem do Metrô-DF consideram que o condutor deve ser levado até o final da canaleta e então retornar até o ponto onde será ligado.

Não será aceito qualquer tipo de emenda, sendo que as conexões deverão ser feitas em blocos terminais ou nos terminais de dispositivos. Em cada lado de um borne terminal ou em cada terminal de dispositivo deverão ser ligados no máximo dois condutores. Todos os bornes terminais deverão ser duplos.

A interligação entre dois painéis que não formem uma única unidade mecânica deverá ser feita através de bornes terminais ou conectores com trava. A interligação de dispositivos instalados em superfícies móveis ou portas deverá ser feita através de bornes terminais instalados na superfície fixa, ou conectores com trava.

Anilhas de plástico de boa qualidade deverão ser utilizadas para identificar os condutores em ambas as extremidades, de acordo com o diagrama de fiação.

Nenhum equipamento deverá ser diretamente ligado às linhas de alimentação do painel de controle, a não ser via bornes e/ou protetores (fusíveis ou disjuntores)

5.1.11.13 PLAQUETAS DE IDENTIFICAÇÃO

Duas plaquetas de identificação deverão ser fornecidas para cada painel (parte frontal e traseira). Estas plaquetas deverão ser feitas de lâminas de plástico preto de 3 mm de espessura, com inscrições em branco.

As plaquetas de identificação do painel deverão ser centralizadas no painel, com a parte superior da plaqueta localizada 30mm abaixo do topo do painel.

As plaquetas externas dos painéis deverão ser afixadas por fita dupla face ou cola.

As plaquetas de identificação dos dispositivos para instalação na parte externa e interna do painel deverão ser discutidas no detalhamento do fornecimento, devendo a CONTRATADA apresentar amostras para APROVAÇÃO.

As inscrições das plaquetas deverão ser em Português do Brasil.

As plaquetas de identificação deverão estar de acordo com as dimensões padronizadas descritas nos padrões de engenharia do Metrô-DF.

5.1.12 CABOS DE CONTROLE

Os cabos de controle deverão ter as seguintes características:

Cabos de Controle: Cobre têmpera mole, formação mínima de 7fios, classe de encordoamento 2, veias com isolamento HEPR, livre de halogênio e gases corrosivos, numerados, temperatura de serviço de 90 graus centígrados, blindagem em fita de cobre, capa externa anti-chama, livre de halogênio e gases corrosivos, na cor preta, classe de tensão 0,75/1kV, normas 6880, NBR 728.

5.1.13 TELAS DE OPERAÇÃO

A CONTRATADA deverá desenvolver as telas de operação de acordo com as exigências da operação do Metrô-DF.

5.1.14 UNIDADES DE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAIS - UPCs/UCDs

5.1.14.1 INTRODUÇÃO

Esta especificação técnica tem como objetivo estabelecer requisitos técnicos mínimos exigidos para as UPCs (Unidades de Proteção e Controle) e UCDs (Unidades de Controle Digital) As UPCs/UCDs deverão possuir sincronismo do relógio interno via sinal externo. O sincronismo deverá ser via rede IRIG-B.

5.1.14.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

As UPCs e UCDs deverão atender as mais severas normas técnicas especialmente as normas IEC, conforme segue:

- 60255-5: Suportabilidade às ondas de choque: 5 kV;
- 60255-22-1: Onda oscilatória amortecida 1 MHz, Classe III;
- 60255-22-4: Transientes rápidos: Classe IV;
- 61000-4-3: Irradiações eletromagnéticas: Classe III;
- 60529: Graus de proteção - IP 52 no painel frontal;
- 60255-21-1,2,3: Vibrações, choques, suportabilidade sísmica: classe II.
- 61850: Redes de Comunicação e Sistemas em Subestações.

A temperatura de funcionamento de todo o conjunto de proteção deverá estar entre -25°C e +70°C inclusive a Interface Homem Máquina (IHM) disponível no QPC.

O fabricante dos relés de proteção deverá possuir certificação UL, CSA e ISO9001 em sua última versão.

A UPC/UCD deverá possuir alimentação auxiliar variando na faixa de 24 a 250Vcc sem a necessidade de inserção ou troca de acessórios.

O equipamento de proteção deve permitir que os transformadores de corrente (TCs) sejam curto-circuitados automaticamente no momento de substituição da IED ou quando se desejar realizar algum ensaio com maleta de teste.

5.1.14.3 SEGURANÇA DE OPERAÇÃO

As UPCs/UCDs deverão incluir no mínimo:

- Uma função interna de auto supervisão que indique um defeito interno, tanto de hardware quanto de software, através de um contato de saída, permitindo com que o operador tome as devidas ações o mais rápido possível, mantendo assim a integridade de toda a sua proteção;
- Uma sinalização indicativa no frontal do equipamento de proteção através de um LED e/ou mensagem de texto com inibição dos comandos de saída, quando uma falha interna for detectada.

5.1.14.4 INSTALAÇÃO

As UPCs/UCDs deverão ser compactas e de fácil instalação otimizando os custos de instalação, com no mínimo o seguinte requisito:

- Todos os bornes correspondentes às entradas de corrente e tensão devem ser desconectáveis, possibilitando uma fácil substituição em caso de necessidade.

5.1.14.5 REQUISITOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE NAS UPCs e UCDs

Todos os equipamentos de força de sistema de alimentação e tração deverão ser supervisionados pelo SPCS.

Todas as seccionadoras só poderão ser operadas sem carga. No SPCS deverão ser desenvolvidas lógicas para impedir a operação em carga destas seccionadoras inclusive para o comando manual local.

Todas as lógicas de proteção e controle e todas as funções de proteção, não inerentes aos equipamentos de força, devem ser desenvolvidas nos IEDs do SPCS.

Proteções de Sobrecorrente de Fase e Neutro (50/51 e 50/51N)

- Corrente de disparo ou pick-up que deve levar em conta a máxima corrente de carga admissível que passa pelo circuito a ser protegido. Tais ajustes devem corresponder aos valores reais das correntes no primário dos transformadores de corrente (TCs);
- Tipo da curva: normal inversa, muito inversa, extremamente inversa e tempo definido em conformidade com as normas ANSI, IEEE e IEC;
- O dial de tempo mínimo deverá ser de 0,05 com incremento mínimo de 0,01;
- Deve possuir dial de tempo (curva de operação) ou tempo de operação para valores de corrente de até 10 vezes a corrente de pick up.

Visando evitar falsas operações da unidade de terra devido às correntes de magnetização decorrentes da energização dos transformadores de potência, uma restrição do componente de segunda harmônica se faz necessária. A restrição de segunda harmônica deverá ser efetiva tanto para proteção de fase quanto de neutro. As unidades de proteção devem contemplar, no mínimo, dois grupos de ajuste de tal forma que seja possível comutar de um grupo para o outro de forma manual, remota (via o sistema de supervisão e controle) ou automática.

Os relés devem sinalizar em sua face frontal a mensagem da respectiva função de proteção que ocasionou o disparo do disjuntor, com a respectiva indicação de data e hora da ocorrência do evento.

Proteção contra Falha de Disjuntor (50/62 BF) – Disjuntores de CA e CC

As UPCs associadas aos disjuntores de CA e CC deverão possuir proteção contra falha de disjuntores.

Para os disjuntores aplicados em circuitos de CA a proteção deverá possuir 03 (três) elementos de sobrecorrente de partida com alta velocidade de atuação, sendo cada elemento por fase e ajustáveis independentemente.

As proteções associadas aos disjuntores de CA deveram ser fornecidas com entradas para partida trifásica.

Deverão atender ainda às seguintes características:

- Faixa de ajuste do elemento de sobrecorrente:0,5 a 2A;
- Faixa de ajuste do temporizador: 25 a 1.600ms;

Proteção contra Arcos Elétricos Interno (50AFD)

As UPCs associadas aos disjuntores CA e CC deverão possuir proteção contra arcos elétricos interno.

A detecção de arco elétrico interno deverá ser efetuada através de foto-sensores/fibras ópticas e demais equipamentos necessários, de forma que a proteção seja atuada com a ocorrência simultânea da intensidade luminosa e da elevação da corrente do circuito.

A proteção deverá ser capaz de identificar a cela do cubículo onde ocorreu a falta e enviar sinalização local e remota da ocorrência do arco elétrico interno.

Proteção Diferencial Segregada de Linha (87L)

As funções de proteção diferencial primária e secundária serão executadas por IEDs com a função de proteção diferencial segregada para as redes de 13,8 kV, com as seguintes características básicas:

Os relés deverão possuir uma unidade diferencial de corrente por fase. Estas unidades deverão comparar as correntes medidas em ambas as extremidades de cada alimentador de 13,8 kV.

As unidades diferenciais deverão ser capazes de detectar faltas monofásicas e polifásicas de alta impedância.

O processamento do algoritmo da função diferencial deverá ocorrer simultaneamente em todos os relés instalados nos extremos de cada alimentador. Não serão aceitos esquemas diferenciais que trabalhem com a filosofia mestre-escravo. Para isso os relés que protegem o mesmo alimentador deve ter um canal de comunicação direta entre si, ou seja, uma fibra ótica deve permitir a troca de informações diretamente entre os dois relés (porta a porta), sem passar pelos QPCs de suas respectivas SRs.

O tempo de operação da proteção diferencial de linha não deverá exceder 25 ms para as unidades autônomas e 45 ms considerando o esquema de teleproteção para qualquer tipo de falta e localização. O tempo de operação é definido como o tempo entre o instante do aparecimento da falta, até a energização das bobinas dos circuitos de abertura do disjuntor. O tempo total de eliminação da falta, considerando qualquer outro esquema não deverá ser superior a 100 ms, já considerado o tempo de transmissão do sinal e o tempo de abertura dos disjuntores.

O retardo de tempo imposto pelo canal de comunicação deverá ser levado em conta pelo algoritmo da função diferencial, e mais ainda, o relé deverá ser capaz de determinar este retardo de forma dinâmica, desta forma quando ocorrer alguma mudança no tempo de transmissão do canal, o relé deverá ser capaz de detectar o novo tempo de atraso do canal e se adaptar à nova condição sem a necessidade de mudança de nenhum parâmetro do relé.

O algoritmo do relé deverá levar em conta a possibilidade de o tempo de transmissão do canal em uma dada direção ser diferente do tempo na direção oposta, efeito comumente conhecido como assimetria do canal. O relé deverá ter ajustes que possibilitem uma assimetria do canal de até 10ms (quando do uso de sincronização por meio de GPS/IRIG B), sem degradar a sensibilidade para detecção de faltas de alta impedância da função diferencial.

Quando da perda do canal a função diferencial deverá ser bloqueada automaticamente e um sinal de alarme deverá ser gerado. Quando do

restabelecimento do canal de sincronização da função diferencial esta sincronização deverá ser efetivada em um tempo menor que 100 mseg.

A função diferencial de linha deverá ser estável quando de uma falta externa que provoque a saturação severa de somente um dos transformadores de corrente. Esta exigência não deve causar a perda de sensibilidade de função diferencial para a detecção de faltas internas de alta impedância.

Os transformadores de corrente dos extremos de cada alimentador poderão ter relações de transformação diferentes e também classe de exatidão diferente. O relé diferencial deverá ter ajustes que possibilitem acomodar estas relações diferentes, inclusive poderão possuir correntes secundárias nominais diferentes (1 e 5A).

Pelo mesmo canal de comunicação da função diferencial deverá ser possível transmitir e receber até quatro sinais de disparo de qualquer natureza, gerados internamente ou externamente por outros equipamentos.

Independentemente do canal de comunicação que estará disponível para os relés 87L, o qual será definido no edital ou durante a reunião de workstatement, (fibra óptica dedicada, multiplexador, etc.), o relé deverá possuir interface em fibra óptica. Os conectores ou adaptadores necessários para a conexão deste canal de comunicação com o sistema de telecomunicações é parte do escopo deste fornecimento.

Ordem de desligamento apropriada para abertura tripolar.

Deverá permitir a medição de grandezas elétricas do terminal remoto.

Proteção de Sobrecorrente Direcional de Fase (67)

Os alimentadores de 13,8 kV serão protegidos por uma proteção de sobrecorrente direcional de fase provida com unidades distintas de tempo independentes, denominadas de instantâneas, tempo definido e de tempo dependente das curvas de operação, selecionáveis entre os tipos normalizados pela NBR 11770 da ABNT e, com ajuste do tempo de operação.

São requeridas as seguintes características para a proteção de sobrecorrente direcional de fase:

Unidade de tempo independente

- Faixa de ajuste de corrente de 1 a 20 In, onde In= 5A;
- Faixa de ajuste de tempo de 0,08 a 2,0s;

Unidade de Tempo dependente

- Características de tempo selecionáveis
- Faixa de ajuste de corrente de 0,4 a 2,0 In onde In= 5A;
- Faixa de ajuste do multiplicador de tempo de 0,1 a 1,0%.
- Indicação de partida e desligamento por fase com “reset” local e remoto.
- Possibilidade de medições e testes com a linha energizada.

Proteção Direcional de Terra para Faltas com Alta Impedância (67N)

Deverá ser fornecida uma proteção direcional de terra para eliminação de defeitos com alta resistência nas redes de 13,8 kV, que operará em conjunto com o esquema de teleproteção.

Sua sensibilidade deverá ser ajustável entre 10 e 40% da corrente nominal.

Sua atuação instantânea deverá ser evitada para defeitos em alimentadores adjacentes.

Quando da ocorrência de defeitos monofásicos atrás (sentido reverso), a proteção 67N deverá bloquear a unidade para defeitos a frente por um determinado tempo ajustável de 0 a 1 segundo em passos de 50 milissegundos

A proteção direcional de terra deverá ser provida de esquema de “Eco”.

Proteção e controle do Sistema de Tração implementadas nas IEDs

Proteção di/dt: Associadas aos disjuntores que alimentam as vias de tração existe uma proteção identificada por **di/dt**, implementada nas IEDs correspondentes que mede a intensidade da variação da corrente com o tempo. Funcionalmente integrada a esta proteção existe a proteção primária de sobrecorrente (76D) inerente aos disjuntores de 750 Vcc. A proteção de um trecho da via deverá ser efetivada pela ação conjunta destas duas proteções.

Esta proteção 76D mencionada acima difere de outras proteções também identificada por 76, ou seja, 76S instalada nos cubículos de 1kVcc, tem por finalidade detectar fugas de corrente entre o negativo e a carcaça dos cubículos,76R instalada nos cubículos dos retificadores, tem por finalidade detectar fugas de corrente entre o negativo e a carcaça destes cubículos e a proteção 76B para a proteção entre os retificadores e as barras de 1 kVcc.

A proteção primária de sobrecorrente (**76D**) deve atuar para correntes de curto-circuito de maior intensidade mesmo em caso de falta de tensão auxiliar. Esta proteção, depois de atuada, deve enviar sinal de religamento automático ao disjuntor correspondente através do teste de via.

A proteção **di/dt** deve detectar curtos de menor intensidade, distantes da subestação. Estes tipos de curto podem ser alimentados por correntes inferiores às correntes nominais de tração, situando-se, portanto, abaixo dos valores de ajuste do relé de sobrecorrente (**76D**). Esta proteção (**di/dt**) deverá ser capaz de discriminar as correntes de curto circuito das correntes de tração, através dos respectivos padrões de variação da corrente no tempo.

Estas IEDs associadas aos circuitos de tração devem ainda possuir:

- Memória com capacidade para 100 eventos ou superior;
- Simulações Teóricas, bem como testes de operação real, deverão demonstrar a eficácia do princípio de medição utilizado.

O dispositivo deverá permitir diversos modos de operação, os quais poderão ser selecionados através de comando manual.

Os modos de operação deverão permitir operação normal, operação de estatística e outras que o PROPONENTE julgar necessárias.

Em operação de estatística, o aparelho deverá detectar e contar, através de um contador de operações, os surtos de corrente, mas não enviar sinal para desligamento do disjuntor.

O dispositivo deverá possuir sinalização de atuação e ser de altíssima confiabilidade, projetado, construído e testado para operar nas condições descritas na presente Especificação Técnica. A alimentação do dispositivo deverá ser feita através da tensão disponível dos serviços auxiliares 125 Vcc, com faixa de variação de 100 a 135 Vcc.

As faixas de regulagens deverão estar compatíveis com as cargas do sistema. O dispositivo deverá possuir um teclado para permitir acesso a todas as funções e um "display" alfanumérico que deverá indicar todas as informações necessárias ao acompanhamento dos parâmetros medidos, regulagens impostas, indicação da proteção atuada, valores memorizados da última atuação, contador de atuação etc.

Dispositivo de Teste de Via (TV) e Religamento Automático (79) dos Disjuntores associados aos circuitos de tração: Ambas as funções implementadas nas IEDs correspondentes têm por finalidade aumentar a segurança operacional.

Este dispositivo de teste (TV) deverá verificar o isolamento da via, mesmo quando houver circulação de trens no trecho, antes de operar o fechamento do correspondente disjuntor extra-rápido.

Deverão ser possíveis os seguintes ajustes, com referência ao ciclo de teste do dispositivo:

- Número de provas durante o ciclo de testes, regulável de 1 a 3;
- Intervalo de tempo entre 2 provas consecutivas de um mesmo ciclo, regulável de 0 a 30 s;
- Intervalo de tempo para início do ciclo de testes, a partir da abertura do disjuntor por defeito na via, regulável de 0 a 30 s;
- Bloqueio após a última prova durante um ciclo de teste.

O sistema de religamento automático do disjuntor deverá estar associado ao dispositivo de teste de via. Após abertura do disjuntor por atuação da proteção, o sistema de religamento deverá ser acionado para o comando de fechamento do disjuntor através do teste de via. O religamento não deverá ocorrer se o teste de Via estiver desligado.

Quando os disjuntores forem abertos por comando manual, local ou remoto deverá ser inibido automaticamente o religamento automático.

5.1.14.6 REQUISITOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE NAS UPCs E UCDs APLICADAS AOS CIRCUITOS DE CA E CC

Cada UPC deverá conter no mínimo as seguintes medições básicas:

- Valores eficazes True RMS, das três correntes de fase (para circuitos de CA);
- Medição da corrente média e máxima que circulam nos condutores do alimentador (para circuitos de CA e CC);

- Medição de correntes de disparo em cada fase (para circuitos de CA);
- Medição de correntes de disparo (para circuitos de CC);
- Medições das tensões de fase e de linha (para circuitos de CA);
- Medições de potência e energia (para circuitos de CA e CC);
- Medição de Frequência (para circuitos de CA);
- Registro mínimo de 1024 eventos - operação e faltas (para circuitos de CA);
- Registro de histórico de demanda das grandezas medidas com taxa de amostragem de 15 minutos e período mínimo de 2 meses (para circuitos de CA e CC);
- As quantidades mínimas de entradas e saídas (analógicas, digitais ou transdutadas) deverão estar conforme folha de dados específica de cada UPC/UCD conforme a ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE APLICAÇÃO – ET.4/EX.99/00.501 e ET.4/EX.99/00.551 (para circuitos de CA e CC);
- Taxa de amostragem mínima de 1200 Hz, correspondendo a 20 amostras por ciclo (para circuitos de CA);
- A função 25/27L/27B para o fechamento manual dos disjuntores associados aos alimentadores 13,8 kV deverá ser implementada nas UPCs conforme indicado no unifilar das Subestações Retificadoras (para circuitos de CA).

5.1.14.7 PAINEL FRONTAL

A UPC deverá incluir um display frontal que indicará:

- Os valores medidos;
- As mensagens de operação;
- Mensagens de manutenção;

Todas as mensagens indicadas bem como qualquer outro aviso e/ou alarme devem estar disponíveis em língua Portuguesa (Brasil).

As mensagens de alarmes devem possuir no mínimo duas linhas de texto.

Para sinalização dos alarmes e status do disjuntor, devem ser disponibilizados no mínimo 8 LEDs que possibilitem ser configurados de forma simples, rápida e eficaz. A programação destes LEDs será informada à CONTRATADA na reunião de workstatement.

O display frontal das UPCs deverá disponibilizar de maneira clara e objetiva as medições, dados de operação e mensagem de alarmes. Além disto, deverá ser possível através dele realizar os ajustes do equipamento de proteção, porém tais modificações deverão ser protegidas por senhas de acesso de 4 dígitos (uma para os parâmetros gerais e outra para os parâmetros de proteção), de tal forma que apenas pessoas tecnicamente habilitadas possam manusear estas funções no equipamento.

5.1.14.8 CONTROLE E MONITORAMENTO

A UPC deverá dispor de entradas e saídas digitais para possibilitar:

- Comando de abertura e fechamento dos disjuntores localmente ou remotamente através dos níveis 2 e 3;
- Comando de abertura e fechamento das chaves seccionadoras de grupo localmente ou remotamente através dos níveis 2 e 3;
- Supervisão do circuito de trip, permitindo que o operador tome as ações corretivas com antecedência, caso haja algum defeito no circuito de comando associado ao disparo do disjuntor, tais como fio rompido ou bobina queimada;
- Supervisão dos equipamentos primários (transformadores de força, disjuntores, seccionadoras; TPs, etc);
- Implementação de equações lógicas, permitindo executar todas as funções de proteção e controle necessárias;
- Customização de mensagens de alarme no display frontal.

As quantidades mínimas de entradas e saídas digitais requeridas para cada UPC estão listadas nas folhas de dados constantes das ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE APLICAÇÃO– ET.4/EX.99/00.501 e ET.4/EX.99/00.551de cada subestação típica.

5.1.14.9 ANÁLISE DE DEFEITOS

A UPC deverá prover a função de oscilografia incorporada que consiste basicamente em armazenar as formas de onda das correntes e tensões nas três fases e no neutro na ocorrência de um disparo, seja ele manual ou automático.

Deverão dispor de ajuste do número de ciclos que devem ser oscilografados antes da falta, bem como a duração total do registro. Os sinais devem ter no mínimo uma frequência de amostragem de 720 Hz (960Hz) o que implica em 12 (ou 16) amostras por ciclo de 60 Hz.

A oscilografia deverá ser em formato COMTRADE.

5.1.14.10 COMUNICAÇÃO

A UPC/UCD deverá possuir duas portas ópticas de comunicação com protocolo de acordo com a norma IEC-61850. Por estas portas também deverá ser possível o acesso remoto (configuração, parametrização, oscilografia, etc.) em rede TCP/IP. As portas deverão ser nativas do relé, não sendo aceitável conversor externo.

Além disso, os relés devem dispor de uma porta frontal padrão TCP/IP, Serial ou USB para permitir a parametrização e leitura dos ajustes e medições localmente através de um PC.

5.1.14.11 SOFTWARE

Quando necessário, para cada modelo de IED deverão ser fornecidos 3 conjuntos completos de acessórios, (conversores, cabos, etc.) e software para configuração e acesso a todas as funcionalidades do IED como parametrização e aquisição de oscilografia.

O software de parametrização deverá conter um sistema de auto ajuda, organizado em tópicos, possuir a introdução dos parâmetros de configuração de forma intuitiva, simples e direta além de possibilitar o envio e recebimento dos parâmetros de configuração entre PC/ IED.

Após a inserção dos dados de configuração no software de parametrização, este deve ser capaz de organizar automaticamente todas estas informações em um único dossiê de forma sistemática, organizada por tópicos e permitir a impressão das mesmas.

O software de parametrização deve possuir além do recurso de inserção dos dados de parametrização a possibilidade de:

- Executar a leitura de todas as medições, dados de operação e mensagens de alarmes;
- Executar a leitura dos diagnósticos do disjuntor tais como: contadores de operações e outras informações;
- Informar o estado lógico das entradas e saídas digitais, e dos LEDs de sinalização;
- Informar os resultados do autocheck interno bem como dos módulos externos on-line e apresentar em caso de defeito a causa ou diagnóstico da falha;
- Visualizar os alarmes e históricos bem como executar o RESET dos mesmos;
- Realizar o download dos arquivos de oscilografia e possibilitar o disparo de um novo registro oscilográfico pelo usuário;
- As licenças dos softwares deverão ser fornecidas e instaladas pela CONTRATADA nos notebooks de manutenção.
- A licença para os softwares de parametrização, coleta de dados e oscilografia deverá possibilitar a instalação e uso em um mínimo de 05 PCs simultaneamente.

5.1.14.12 GARANTIA

O prazo de garantia contra defeito de fabricação deve ser de 10 anos. O fabricante deverá dispor de uma assistência técnica e de suporte técnico especializado no Brasil, de preferência na mesma região geográfica onde se situa o Metrô-DF.

5.1.15 FUNÇÕES DE PROTEÇÃO E CONTROLE EXTERNAS ÀS UPCs/UCDs

Proteção dos Transformadores Retificadores

Para as proteções inerentes dos transformadores ver a especificação técnica correspondente. Deverá possuir no mínimo as seguintes proteções inerentes:

- Relé de Gás - Bulchholz – 63 (transformadores imersos em óleo);
- Válvula de alívio - 63VS (transformadores imersos em óleo);
- Temperatura do óleo – 26 (transformadores imersos em óleo);
- Nível de óleo – 71 (transformadores imersos em óleo);
- Temperatura dos enrolamentos – 49 (transformadores imersos em óleo e a seco).

Proteção dos Retificadores 750 Vcc

Para as proteções inerentes dos retificadores ver a especificação técnica ET.4/EB.99/26.201. Deverá possuir no mínimo as seguintes proteções inerentes:

- Temperatura na Junção;
- Relé de potência inversa (32);
- Dispositivo de proteção contra sobretensão no lado CC (59);
- Dispositivo de proteção de sobrecarga (49);
- Proteção dos diodos contra tensão inversa e outros transientes de tensão de origem interna e externa por meio de “snubber-circuits” ou similares;
- Proteção e sobrecorrente na saída de CC dos retificadores (76B);
- Proteção para detectar fuga do negativo para a carcaça dos cubículos dos retificadores (76R).

O PROPONENTE deverá propor ao Metrô-DF outros dispositivos de proteção inerentes aos equipamentos mencionados acima, que julgar necessários à completa proteção dos retificadores e transformadores retificadores de seu fornecimento, devendo ao Metrô-DF deliberar sobre a aceitação.

Proteção dos Cubículos de 1,0 kVcc

Fuga de corrente entre o negativo e a carcaça dos cubículos (76S): Deverão ser previstas funções 76S para supervisionar fuga de corrente entre o negativo e a carcaça dos cubículos. Estas funções deverão estar implantadas nos cubículos de 1kVcc. Os relés com a função 76S e 76R devem possui as seguintes características:

- Faixa de ajuste de 50 a 400A +/- 10%;
- Dispositivo de travamento mecânico;
- Botão de teste;
- Botão de reset;
- Corrente de curta duração: 80kA/100ms, 55kA/200ms, 40kA/400ms, 35kA/500ms;

Proteção de sobretensão externa a Subestação Retificadora

Proteção de sobretensão entre o negativo e a terra (curto-circuitador):

Terra Geral: conjunto de todas as estruturas metálicas das vias, túneis, viadutos, estações de passageiros, etc. interligadas com a as malhas de terra das subestações e com os cabos equipotenciais (cabos que acompanham as vias e unem as malhas de terra de todas as Subestações Retificadoras).

Negativo: constituído pelos trilhos da via permanente e a todas as partes a eles ligadas que formam o circuito de retorno da corrente de tração. Este circuito está ligado ao polo negativo das Subestações Retificadoras e não possuem nenhuma conexão com o Terra Geral. A estrutura metálica dos trens está ligada ao negativo do sistema, portanto faz parte do negativo.

O isolamento entre estes dois sistemas de aterramento pode levar ao surgimento de diferenças de potencial entre eles, causadas pela circulação de correntes ao longo da via, uma vez que suas resistências não são nulas. É natural, portanto, que

em determinados pontos a tensão entre estes terras seja elevada, ainda que por curtos intervalos de tempo, principalmente onde as distâncias entre as Subestações Retificadoras são grandes.

As características físicas do Metrô-DF proporcionam a operação com grandes distâncias entre as Subestações Retificadoras quando o sistema está com algum grau de degradação. Nestes casos a ocorrência de sobretensões negativo-terra, em função da corrente de carga, pode ser considerada como um evento normal no sistema, mesmo que seja inconveniente.

Este fato, associado à necessidade de proteger os usuários contra esta sobretensão, requer a implantação de uma solução que concilie a proteção do usuário e a manutenção do tráfego em condições normais.

A sobretensão transitória entre o Terra Geral e o Negativo deverá ser solucionada através da efetivação automática de um curto-circuito entre o negativo e a terra, e a eliminação, também automática, deste curto-circuito.

Esta proteção deverá atender no mínimo aos requisitos elencados abaixo:

A. **Quanto às normas**: Ser projetado em conformidade com as normas mencionadas a seguir, onde aplicável:

- EN 50121 Railway Applications Electromagnetic Compatibility;
- EN 50122-1 Railway Applications – Fixed installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 1: Protective provisions against electric shock;
- EN 50122-2 Railway Applications – Fixed Installations - Electrical safety, earthing and the return circuit - Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems;
- EN 50123-1 Railway Applications – DC Switchgear Part 1;
- EN 60439-1 Specification for Low-Voltage Switchgear;
- IEC 60850 Railway Applications – Supply Voltage of Traction Systems.

B. **Quanto aos requisitos de desempenho**: Deve possuir atuação rápida como um dispositivo Limitador de Tensão e/ou como Curto-Circuitador de Negativo para a Terra. Deve ser bi-direcional e utilizar tiristores bem como um contator em paralelo. Na aquisição de corrente para esta proteção não será permitido a utilização de shunts. O sistema, constituído basicamente de tiristores controlados e contatores para curto-circuito, deve ser robusto o suficiente para operar direto na linha de corrente eliminando a necessidade de utilização de shunt na ligação. Deve possuir as seguintes características:

Classe de Isolação	2,5 kV
Tensão Nominal	750 Vcc
Corrente Contínua Nominal	1000 Acc
Capacidade de Corrente de curta duração	3 kA/60 s
Corrente máxima	70 kA/0,01 s

Tensão de Controle	125 Vcc

C. **Quanto aos requisitos de funcionalidade:**

- O curto-circuitador automático e dispositivo de aterramento deve monitorar as tensões do trilho para a terra e fechar automaticamente em tensões maiores e de maior duração do que os valores pré-definidos, os quais devem ser programáveis;
- Deve possuir dois modos de operação: Modo Normal e Modo By-pass. No modo Normal, deve operar utilizando software baseado em acionamento por sobretensão. No Modo By-pass, o contator deve fechar e permanecer fechado até que o seletor retorne para o Modo Normal;
- Possuir uma interface com display localizado na parte frontal do painel. A partir desta tela deve ser possível definir o modo de operação a partir do local ou remoto (CCO), definir ajustes pontuais, fornecer status, indicações de alarme, acesso a análise de falha e log de eventos em detalhes suficientes para solucionar problemas. Os logs de eventos e falhas devem memorizar as últimas 1.000 operações;
- Deve possuir funções de osciloscópio virtual, bem como gravação de dados de 24 horas com tempo mínimo de amostragem de 1 segundo;
- Deve possuir os controles necessários de relés, circuitos e terminais para comunicar seu status. Deverá permitir a comunicação com as demais IEDs do SPCS (através de contatos tipo seco e/ou protocolo IEC 61850) e a comunicação com o CCO (via protocolo Modbus TCP-IP ou IEC 61850);
- Deve monitorar a tensão entre o circuito de retorno do trilho e a terra e fornecer três níveis de ajustes independentes entre si e configurações de ajuste de tempo para fechar o SCR e/ou contator:
  - V negativo para terra > Ajuste 1 para condições de baixa tensão de longa duração;
  - V negativo para terra >> Ajuste 2 para condições de tensão de média duração;
  - V negativo para terra >>> Ajuste 3 para condições de alta tensão de curta duração;
- Possuir Modos de Operação de Corrente
  - Em operação normal, o tiristor apropriado deve ser acionado e desligado automaticamente quando a corrente cai para 0 (zero);
  - O fechamento do contator deve somente ser permitido em casos onde houver uma falha no Tiristor, operações extensas ou quando estiver operando em modo By-pass;

- A abertura do contator deve ser baseada na relação tempo x corrente: se a corrente cair abaixo de um nível mínimo depois de um tempo mínimo programável, o dispositivo deve desconectar da terra, abrindo seu contator;

- Alarme de sobrecorrente: Deve monitorar sua corrente e fornecer uma proteção de sobrecorrente baseada em tempo. Deve disponibilizar um sinal de alarme de sobrecorrente por contato tipo seco;
- Alarme de sobretensão: Deve monitorar sua tensão e fornecer um alarme sobretensão. Deve fornecer um sinal de alarme de sobretensão por contato tipo seco;
- Falhas internas: Deve, no mínimo, monitorar as seguintes falhas:
  - Sobre Temperatura;
  - Falha de Disparo no Tiristor;
  - Falha de controle do contator;
  - Falha de controle interno;
  - Percepção de falha;
- Deve ser seguro à falhas. Deve ter a capacidade de disparar os tiristores em caso de perda da energia de controle e/ou falha do controlador;
- A energia de controle deve ser 125 Vcc;
- Deve ser instalado em painel específico;
- Interface com o usuário local:
  - LEDs indicadores de Operação, Falha e Controle devem ser montados na parte frontal do painel;
  - Uma IHM (display) local deve fornecer acesso local para configurar o sistema e obter informações relevantes, tais como tensão e corrente, detalhes de status do alarme dos eventos, e na configuração do dispositivo;
  - O acesso local via IHM deve ser protegido por senha para a configuração do sistema;
  - Eventos registrados com a estampa de tempo e sincronizados ao GPS da subestação;
  - Indicação de status de SCR/contator.
- Interface com o usuário remoto:
  - O acesso remoto deve ser protegido por uma senha de usuário de nível dois;
  - Deve ser possível acessar o sistema via um navegador padrão, baseada em html;
- Todos os arquivos de log, osciloscópio virtual e relatórios de dados devem ser carregáveis (download);
- Deve possuir gravação de 24 horas de tensão e corrente, bem como status de componentes;

- Deve possuir a capacidade de fornecer sinais ao SCADA usando Modbus TCP/IP ou IEC61850 ou via contato adquirido através da UCD.

5.1.16 DISPOSITIVOS AUXILIARES

Os requisitos de "hardware" fornecidos a seguir se referem aos dispositivos auxiliares de utilização geral.

Todos os dispositivos auxiliares deverão ser fornecidos nas quantidades necessárias para atender aos padrões de projeto do Metrô-DF.

5.1.16.1 TRANSDUTORES

Todos os transdutores necessários (temperatura, nível, pressão, posição, potência ativa e reativa, etc.), deverão atender aos requisitos de compatibilidade eletromagnética, bem como aos critérios de interrupção de alimentação auxiliar, temperatura e precisão. Deverão ser providos de isolação galvânica entre a entrada e a saída de sinal, e ser do tipo fonte de corrente ("current source").

Os transdutores deverão ser alimentados em 125 Vcc e ter saída padronizada em 4~20mAcc para cargas de até 500 ohms. A influência da temperatura deverá ser menor ou igual a ±0,01% por grau centígrado entre 0^0C e + 55^0C (transdutor calibrado em +23^0C).

As saídas deverão ter um tempo de resposta máximo de 0,2 segundo, erro máximo de amplitude de 0,25% e ajuste de ganho de ±10% do valor nominal.

Os transdutores deverão ter placas de identificação contendo no mínimo as seguintes informações:

- Nome do fabricante, número de série e modelo do transdutor;
- Dados de cada elemento de entrada (para as condições nominais e de sobrecarga);
- Impedância externa máxima;
- Dados de Alimentação Auxiliar.

5.1.16.2 RELÉS AUXILIARES

Os relés auxiliares utilizados em circuitos de controle e outros circuitos auxiliares quando necessários, inclusive para função de "trip", deverão ter as seguintes características:

Tensão das bobinas	125 Vcc
Tensão de pick-up na faixa	30~90 Vcc
Capacidade de Condução dos Contatos	10 A (min.) contínuos 30 A (min.) por 1 seg.
Capacidade de Interrupção dos Contatos	10 A em 125 Vcc (não indutivo) 3 A em 125 Vcc (indutivo) L/R < 40 ms

Quantidade de Contatos	Conforme necessário
Classe de Isolamento	600 V
Rigidez Dielétrica bobina – contato	1,5 kV / 1 min.
Rigidez Dielétrica contato – contato	1,0 kV / 1 min.

5.1.16.3 RELÉS AUXILIARES DE DISPARO DE ALTA VELOCIDADE (94)

Todos os relés auxiliares de disparo de alta velocidade (função 94) deverão ter um tempo máximo de operação menor ou igual a 4,0ms. Os contatos deverão ser capazes de comutar e conduzir corrente por um tempo de no mínimo 250ms.

Para proteção destes contatos quando da operação da proteção de falha do disjuntor deverá ser utilizado nos circuitos de trip contatos de relé auxiliar, atuado pela proteção de falhado disjuntor (50/62BF) e com capacidade para interromper a corrente de trip do disjuntor.

5.1.16.4 MINIDISJUNTORES

Os minidisjuntores de 125 Vcc deverão ter uma capacidade de interrupção em CC de pelo menos 5 kA e deverão ser equipados com um contato auxiliar que somente opere quando o minidisjuntor abrir devido à sobrecarga ou curto-circuito e outro que indique a posição (aberto e fechado).

Os minidisjuntores utilizados para os circuitos dos aquecedores e demais circuitos em CA deverão ser similares ao acima especificado, exceto pelo fato de terem uma capacidade de interrupção de 7,5 kA simétricos.

5.1.16.5 DISPOSITIVO DE TESTE

Os dispositivos de teste para as unidades de proteção e controle deverão ser do tipo de montagem semi-embutida, conectado pela parte posterior.

Deverão ser fornecidos completos, com porcas e cobertura de material plástico.

Deverão ser previstos dispositivos de teste para todas as UPCs.

As unidades de proteção e controle não poderão estar associadas a dispositivo de teste, incorporado. Os dispositivos de teste, a partir da inserção do “punho de teste”, deverão bloquear todas as saídas de trip e demais atuações, curto-circuitar os circuitos provenientes de TCs, sem necessidade de ligações externas, abrir os circuitos provenientes de TPs e possuir ainda contato auxiliar, para possibilitar informação de alarme para o sistema de supervisão.

As operações acima deverão ser realizadas por um único punho de teste extraível”, para cada unidade de proteção. A programação deve ser tal que, quando da inserção do punho extraível abra primeiro os contatos conectados nos circuitos de trip, em segundo os contatos conectados nos circuitos de corrente e finalmente aqueles conectados nos circuitos de potencial.

Deverá possibilitar com facilidade a alteração da programação nos módulos de contato se o ajustamento dos circuitos.

Deverá possuir no mínimo 18 contatos com fácil programação para ser utilizado em circuitos de corrente, potencial e desligamento.

5.1.17 ALIMENTAÇÃO AUXILIAR DAS IEDs

As unidades do Sistema deverão permitir a alimentação auxiliar através de duas fontes independentes. A CONTRATADA deverá fornecer todos os equipamentos, cabos, painéis, disjuntores, conectores e demais acessórios necessários de modo a atender todos os requisitos. Os IEDs deverão ser alimentados em 125 Vcc provenientes dos serviços auxiliares das instalações.

5.1.17.1 OUTROS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos integrantes do sistema ofertado que não sejam as IEDs deverão também ser alimentados em 125 Vcc provenientes dos Serviços Auxiliares das instalações. Deverão ter fontes de alimentação dimensionadas com uma capacidade contínua pelo menos 30% superior à carga máxima prevista.

5.1.18 EQUIPAMENTOS DE TESTES

5.1.18.1 FERRAMENTAS E ACESSÓRIOS

O PROPONENTE deverá fornecer juntamente com sua proposta uma relação detalhada de ferramentas, software e acessórios necessários para implementação de esquemas lógicos e funções, parametrização, colocação em serviço, ensaios e manutenção de todos os sistemas e equipamentos incluídos no fornecimento.

5.1.18.2 EQUIPAMENTO DE TESTE PARA OS SISTEMAS DE PROTEÇÃO E CONTROLE

O equipamento deve permitir ensaios gerais em unidades de proteção e controle e programas automáticos para efetuar as simulações nestes dispositivos. O sistema deve possibilitar ensaios em relés simples ou complexos; mono ou trifásicos; eletromecânicos, estáticos ou numéricos em regime permanente ou dinâmico; também deve testar transdutor de corrente, de tensão e frequência.

O equipamento deve possibilitar a aplicação de ensaios transitórios com formas de onda de corrente e tensão que contenham percentagens variáveis de harmônicos, definidas pelo usuário, ou obtidas de registradores digitais de perturbações ou de programas de simulação do tipo EMTP/ATP, em formato COMTRADE.

Deverá ser compacto e adequadamente preparado para possibilitar a realização de ensaios em campo, devendo ser provido de caixa apropriada para transporte, além de acessórios e cabos de conexão, com material que amorteça vibrações, possuir vedação de entrada de água e poeira, alça de transporte nas laterais e rodas para facilitar o seu manuseio.

Deverá ser apropriado para trabalhar a temperaturas de 0^0 a 50^0C, armazenagem de -5^0C a $+70^0$C e umidade relativa 10% a 90% sem condensação.

O conjunto de cabos para ensaios deverá ser fornecido em quantidade compatível com as possibilidades totais do equipamento.

5.1.18.2.1 CALIBRAÇÃO

A unidade de ensaios deverá ser dotada de rotinas de auto verificação que garantam sua perfeita calibração. Deve possuir um auto cheque da calibração para não necessitar de padrão externo de referência.

5.1.18.2.2 ALIMENTAÇÃO

Deve possuir fonte de alimentação universal 95~265 VCA/CC

5.1.18.2.3 SAÍDA DE TENSÃO TRIFÁSICA E CORRENTE

Deve permitir associação dos canais monofásicos de corrente e tensão para possibilitar ensaios especiais com altos valores de corrente e tensão.

Tensão – deverá possuir quatro canais de tensão, com escala de 0 a 300 V de modo contínuo, exatidão melhor ou igual a 0,025% do fundo de escala na faixa de temperatura de 0^0C a 50^0C, distorção harmônica menor que 0,015%, faixa de frequência para geração de sinais contínuo de 10 a 1kHz e transitório DC a 3,1 kHz, defasagem angular de 0 a mais ou menos 360 graus.

Corrente – deverá possuir seis canais de corrente, escala de 0 a 12 A, resolução melhor que 0,1 mA, exatidão melhor ou igual a 0,03% do fundo de escala, distorção harmônica menor que 0,025%, %, faixa de frequência para geração de sinais contínuo de 10 a 1 kHz e transitório DC a 3,1 kHz, defasagem angular de 0 a mais ou menos 360 graus.

5.1.18.2.4 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Os amplificadores de tensão e corrente devem ser protegidos contra curto-circuito, sobrecarga e contra abertura intencional ou acidental da corrente.

5.1.18.2.5 TEMPORIZADOR

Deve possuir um circuito incorporado à unidade que possibilite inicializar, por partida interna, um temporizador com qualquer saída de tensão ou corrente. Deve possuir partida ou parada por contato seco (NA/NF) e ainda por tensão aplicada e removida.

5.1.18.2.6 DADOS GERAIS DE SAÍDAS

Faixa de frequência de 10 a 1000 Hz (sinais senoidais contínuos) e de 0 a 3,1 kHz (sinais transitórios), resolução de 5microHz, exatidão 1 ppm (0^0C a 50^0C), variação do ângulo de fase de -360^0 a $+360^0$, resolução melhor que $0{,}001^0$, erro de fase menor que $0{,}02^0$.

5.1.18.2.7 ENTRADA DE COMUNICAÇÃO E CONTROLE

A unidade deve ser equipada com meios que permitam utilizá-la com um microcomputador, para aplicações de ensaios automáticos em relés de proteção, transdutores e outros dispositivos.

A comunicação entre o microcomputador deve ser realizada por intermédio de porta Ethernet, realizando por ela todos os procedimentos de testes de forma a deixar livre a comunicação com o relé a ser testado através da porta serial (ou outra).

O microcomputador é parte integrante do fornecimento do Equipamento de Teste.

5.1.18.2.8 ENTRADA DE SINCRONISMO

A unidade deve permitir a sincronização com o sinal de GPS do SPCS.

5.1.18.2.9 FONTE AUXILIAR

Deve possuir fonte auxiliar CC, com potência mínima de 50 W, ajustável de 0 a 264Vcc

5.1.18.2.10 ENTRADAS ANALÓGICAS

Estas entradas serão utilizadas essencialmente para calibrar transdutores analógicos de corrente, tensão e frequência.

Escala de corrente: de 0 a 20mAcc com precisão de 0,003% típica.

Escala de tensão: de 0 a 10Vcc com precisão de 0,003% típica.

5.1.18.2.11 ENTRADAS DIGITAIS

Entradas utilizadas para obter informações dos equipamentos testados.

Número mínimo de 10 pares de contatos secos ou com tensões de até 600VAC/DC, configuráveis independentemente.

5.1.18.2.12 SAIDAS DIGITAIS

Deverá conter no mínimo 4 pares de contatos (NA/NF) livres de potencial e configuráveis.

5.1.18.2.13 FORMAS DE ONDA

Deve ter condições de gerar ondas senoidais distorcidas, compostas de harmônicas até a 15ª ordem, com valores variáveis de amplitude e ângulos de fase, independente fase a fase, segundo a escolha do operador.

O equipamento deverá possibilitar a aplicação de ensaios transitórios com formas de onda de corrente e tensão que contenham percentuais variáveis de harmônicos, definidas pelo usuário, ou obtidas de registradores de perturbações ou de programas de simulação, em formato COMTRADE e PL4.

Aperiódicas: forma de onda arbitrária e de entrada analógica externa.

Capacidade para armazenamento de formas de ondas e/ou transientes.

5.1.18.2.14 ROTINA DE TESTES

A interface entre o operador e o sistema de ensaios, software de controle e análise, deve estar em português do Brasil.

Deve ser possível editar um sinal repetindo parte do sinal escolhido pelo usuário (por exemplo: aumentar o tempo de pré-falta), inserir marcadores ajustados sobre o oscilograma para efetuar leitura de tempo. O usuário poderá inserir, suprimir e editar sinais binários conforme sua necessidade.

O sistema de análise deve permitir o teste completo de esquemas diferenciais para transformadores com até 3 enrolamentos, ou seja, nove correntes de testes, com cálculo automático dessas correntes no plano correntes diferenciais x correntes de restrição. Deve realizar o teste trifásico nas funções de bloqueio por corrente de magnetização ao se energizar um transformador, onde serão executados testes de busca para determinação da característica harmônica do relé.

No teste de distância os limites de zona devem ser determinados automaticamente, através de sistema de busca sobre linhas pré-determinadas pelo usuário no plano de impedância. A avaliação deve ser automática com a produção de uma tabela mostrando os limites de zona pré-determinados e a divisão em tipos de falta. Deve possibilitar a realização de teste de forma gráfica, diretamente sobre o plano de impedância com a utilização do mouse, sem ter a necessidade do usuário realizar cálculos. Deve fornecer para usuários os resultados do teste exibidos graficamente no plano de impedância de forma detalhada. Os diagramas fasoriais de tensão e corrente e os dados de componentes de sequência positiva, negativa e zero devem ser exibidos.

O “software” deverá prever ensaios mono e trifásico de subsistemas de proteção, em condições normais ou dinâmicas, com transitórios previamente definidos pelo operador ou através de formas de onda geradas de forma digital (com dados obtidos a partir de Registradores Digitais de Perturbação ou de simulações em ATP/EMTP, no formato de arquivo IEEE COMTRADE ASCII).

Deverá permitir ajustes de tensão, corrente, ângulos de fase e frequência (incluindo harmônicos) com saídas para rampa ou pulso.

5.1.18.2.15 DOCUMENTAÇÃO

Deverão fazer parte do fornecimento todos os manuais de operação e de manutenção, com esquemas elétricos e/ou eletrônicos completos e lista de componentes.

5.1.18.3 ESTAÇÕES DE ENGENHARIA (SEG)

Deverão ser compatíveis com o padrão IBM PC/AT, para utilização geral, e serem fornecidos com todas as ferramentas de “software” necessárias já instaladas (acesso e ajustes de subsistemas de proteção, emissão de relatórios, programação dos IEDs análise de oscilografia, aquisição de dados, etc.).

As quantidades e características técnicas mínimas deverão ser conforme folhas de dados da ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE APLICAÇÃO – ET.4/EX.99/00.551.

5.1.19 SCADA LOCAL E CCO

5.1.19.1 LICENÇAS E SERVIÇOS

A CONTRATADA deverá fornecer quantidade suficiente de licenças da plataforma a ser utilizada no gerenciamento e controle de todo o SPCS, ou seja, todo o sistema de alimentação em média tensão, tração e auxiliares de cada SR/SM. O custo de instalação, customização, teste de plataforma (realizado em fábrica), comissionamento e quaisquer ajustes necessários correrão por conta da CONTRATADA. É de responsabilidade da CONTRATADA a integração da supervisão das subestações com o Centro de Controle Operacional do Metrô-DF.

A CONTRATADA deverá fornecer cópias originais do sistema operacional em que será instalada a plataforma (licenças runtime para as estações de operação das subestações e CCO, licenças de desenvolvimento para ambiente de desenvolvimento, SEG e CCO). Todos os softwares necessários à configuração de qualquer equipamento deste fornecimento deverão ser fornecidos com licenças para executar nas SEGs, e no ambiente de desenvolvimento. Se houver necessidade de utilização de software especial para coleta de oscilografia dos relés de proteção, este deverá ser fornecido para todas as portas de operação até o CCO.

Deverão ser disponibilizados dez (10) acessos simultâneos ao nível 3 com recursos de visualização e controle além das estações componentes da sala de operação do CCO.

5.1.19.2 CARACTERÍSTICAS

O SCADA e seu ambiente de desenvolvimento deverão ter as seguintes características mínimas:

- Executar de forma nativa em ambiente de 64 bits;

- Suportar Scripts em linguagem bloco estruturada que, preferencialmente, deverão ser compilados utilizando “VB.Net” e “C#”;

- Permitir a depuração dos Scripts utilizando depurador dinâmico que suporte break points, OnException, Execução passo a passo, Execução de um laço, etc.

- Permitir o rastreamento das modificações feitas no projeto e controle de versões, sendo possível executar em uma mesma máquina aplicações em diferentes versões;

- Ferramenta de diagnóstico de módulos e simulação de estado / valor de tags e propriedades dos tags;

- Possibilitar o acesso remoto às telas da aplicação através de tablets, smartphones e microcomputadores;

- Ter banco de dados relacional integrado e espaço de endereçamento de processos confinado ao seu domínio (process-isolation);

- Possibilidade de desenvolvimento remoto de projetos (intranet/internet) com múltiplos usuários trabalhando em paralelo de forma colaborativa;

- Possibilitar a configuração do ambiente redundante através da ferramenta de configuração das aplicações;

- Possibilidade de criação de biblioteca de objetos de visualização que representam a cultura do CLIENTE. Estes objetos são, por exemplo, disjuntores, seccionadoras, feederes, linhas, objetos analógicos padrões, gauges, relógios, medidores, etc.;

- Associação de hierarquias aos tags criando, por exemplo, o conceito de regionais, subestações, bays, equipamentos;

- Possibilidade de criar templates típicos de, por exemplo, bays, transformadores, disjuntores, retificadores, etc;

- Apresentar referência cruzada de objetos e locais de uso;

- Informar objetos declarados e não utilizados, assim como número de vezes que um objeto foi usado no projeto;

- Permitir a geração de relatórios a partir das ferramentas de desenvolvimento do SCADA;

- Possibilidade de importar tags e templates a partir de planilhas eletrônicas;

- Possibilidade de exportar qualquer tabela para planilhas eletrônicas;

- Possibilidade de criar usuários, permissões e políticas de acesso;

- Possibilidade de importar objetos de outros projetos;

- Possibilidade de criar tantas telas quanto necessárias com objetos de visualização com funcionalidades geradas por seleção de atributos e, se necessário, através de Scripts;

- Possibilidade de gerar Scripts e/ou bibliotecas de código ativadas por eventos, intervalos de tempo, etc.

5.1.19.3 UNIDADE DE SUPERVISÃO E OPERAÇÃO(USO)

O software de gerenciamento deverá disponibilizar atalhos para as telas mais importantes e um menu e com o índice geral das telas. A seleção de um elemento da lista pode dar origem a um ou mais menus.

O índice deverá incluir as seguintes informações (sem se limitar ao solicitado):

- Tela com o estado de todas as comunicações (IEDs de nível 1, switches, roteadores, concentradores, computadores, etc. Tags oriundas de equipamentos em falha devem manter o último valor adquirido e devem ser sinalizadas visualmente em todas as telas onde são apresentadas (por exemplo, através de um risco ou cor diferente).
- Alarmes atualizados (todos os alarmes ativos no momento);
- Eventos do dia (todos os eventos ocorridos no dia de hoje);
- Tela de consulta a eventos históricos (permite buscar eventos históricos através de filtros do tipo período, regional, subestação, equipamento, tipo de proteção, etc.)

- Status de todos os dispositivos monitorados;
- Diagrama unifilar dinâmico da Subestação (média tensão, tração e auxiliares);
- Diagrama geral dinâmico das Subestações (CCO);
- Diagrama e curvas de tendência de dados históricos (para qualquer ponto aonde exista medição) ou de tempo real. Deve ser possível, também, representar várias curvas simultaneamente em cada tela;
- Log de operação com data, hora, nome do operador e todas as ações executadas pelos operadores (início/fim de sessão, comando de dispositivo, alteração de atributo de ponto, etc.;
- Valores das variáveis analógicas;
- Relatório Diário de Operação (RDI) com todas as ocorrências de um dado período e comentários do operador responsável, descrevendo informações complementares. Em cada turno deve ser gerado o RDI e no fechamento do turno este relatório é utilizado para a passagem de responsabilidade entre operadores indicando todas as ocorrências finalizadas e não finalizadas no turno. O relatório é gerado pelo SCADA e agrupa todos os eventos associados à ocorrência.
- Módulo de Gestão da Demanda Contratada: Deverá ser desenvolvido um módulo de gestão da demanda que garanta a operação do sistema dentro dos limites de demanda contratados para cada subestação. Este módulo deve gerar relatórios de controle de demanda mostrando a demanda contratada e a demanda real.

Todos os alarmes do sistema elétrico deverão ser inseridos cronologicamente em Listas de Alarmes, com precisão de 2ms, de modo que o alarme mais recente ocupe sempre a primeira posição na lista e o mais antigo a última posição. Deverá ser possível designar níveis e categorias de alarmes de acordo com sua severidade.

Anunciação de alarmes deve ser configurável individualmente, com as seguintes opções mínimas: indicação sonora, cor e intermitência.

O método de reconhecimento de alarmes deve ser configurável, sendo possível colocar limitações no acesso ao reconhecimento. As seguintes opções devem estar disponíveis para reconhecimento de alarmes: mouse ou outras funções relacionadas a ações no teclado. Deve ser possível reconhecer todos os alarmes de uma página com uma única ação.

Alarmes do sistema elétrico deverão causar mudanças nos atributos de anunciação (símbolo, cor e intermitência) e dos dados (valores ou símbolos) envolvidos na tela da IHM.

Nenhum alarme deverá ser eliminado sem que antes tenha sido reconhecido pelo operador, mas exceções poderão ser definidas.

Toda ocorrência de alarme deverá causar não apenas a inserção do alarme nas listas que deverão contê-lo, mas também no armazenamento do mesmo em um arquivo histórico de alarmes e a impressão do registro correspondente no log de alarmes.

5.1.20 SERVIDOR SCADA LOCAL (USO DA SR E SM)

Os servidores SCADA local deverão ser instalados nos QPCs e disponibilizar recursos para o controle e supervisão local de sua respectiva SR/SM. A IHM deve atender no mínimo aos seguintes requisitos:

- Baseado em pc industrial, com arquitetura x64, processador de núcleo quádruplo e frequência mínima de 2,6 GHz (Giga Hertz);
- Montagem em rack de 19 polegadas e 2 ou 4U de altura;
- Memória ram, mínima, de 6GB (Giga Bytes);
- Disco rígido com capacidade mínima de 1,0TB (TeraByte) com tecnologia RAID 1;
- Mínimo de três interfaces ethernet com velocidade de 1 Gbps (gigabit por segundo);
- Monitor LED compatível com a largura do QPC; Teclado com touchpad em gaveta de 1U de altura para bastidor de 19 polegadas;
- Alimentação em 125VCC;
- O acesso aos equipamentos do servidor SCADA local deverá ser feito pela parte frontal do QCC, abrindo-se a porta do mesmo (mesmo fechada deverá permitir a visualização integral do monitor ou tela), ou através de “gaveta” extraível possibilitando o acesso ao teclado, mouse e demais acessórios de IHM.
- A disposição ergonômica dos equipamentos de IHM deverá permitir o conforto e facilidade de operação ao usuário em pé.

5.1.21 UNIDADE CONCENTRADORA DE INFORMAÇÕES (UCI)

A unidade concentradora de informações de eventos e oscilografia das proteções a ser instalada no CCO deverá realizar a varredura constante das memórias de registro e oscilografia das UPCs e importar estas informações para sua memória local. Os dados devem ser exportáveis para arquivos editáveis e os gráficos de oscilografia disponibilizados em formato COMTRADE.

5.1.22 SWITCHES

Os Switches utilizados no sistema de comunicação integrante do SPCS devem atender, no mínimo, às seguintes características:

- Permitir instalação em rack de 19”;
- *Uplink* — 2 portas de comunicação com velocidade: 10/100/1000 Mbps - Interfaces ópticas;
- *Ethernet* —16 portas de comunicação com velocidade: 10/100 Mbps - Interfaces ópticas;
- Possuir fonte de alimentação interna, do tipo auto-sense, para operar de 85 a 265 Vca ou 88 a 300 Vcc ;
- Duas Fontes de alimentação redundantes com chaveamento “a quente” entre a fonte de alimentação principal e a secundária, sem interromper a comunicação;
- Capacidade de transmissão de dados (throughput) de 18,8 Gbps;

- Compatibilidade com a norma IEC 61850 para mensagens GOOSE e MMS;
- Implementar o protocolo IEEE 802.1w (RapidSpanning Tree);
- Implementar o protocolo IEEE 802.1p (RapidSpanning Tree);
- O dispositivo deve dispor do Protocolo IEEE 802.1D-2004 RSTP;
- O dispositivo deve ser capaz de operar como um cliente NTP (Network Time Protocol);
- O dispositivo deve ser capaz de desativar automaticamente uma porta no caso de recebimento de BPDUs (Bridge Protocol Data Units) inesperados (BPDU Guard);
- O dispositivo deve suportar até 4.094 VLANs de acordo com IEEE 802.1Q-2005;
- Suportar Qualidade de Serviço QoS;
- Possuir a função de rate limiting de entrada por porta, para limitação do volume de tráfego de entrada;
- O dispositivo deve suportar segurança nas portas baseada em MAC;
- Possibilidade de configuração das máximas taxas de entrada e saída nas portas do switch;
- O dispositivo deve possuir filtro de endereços de MAC Multicast;
- O dispositivo deve suportar IEEE 802.1Q-2005 VLAN e sistema de priorização do tráfego por Tagging CoS;
- Possibilidade de configuração de espelhamento de todo o tráfego de uma porta para outra (Port Mirroring);
- O dispositivo deve dispor do Protocolo Simple Network Management Protocol (SNMP) v2c e v3;
- O dispositivo deve suportar Link Layer Discovery Protocol (LLDP) - IEEE 802.1AB-2009;
- Deve prover de uma interface gráfica de usuário segura e monitorar a integridade das funções, reportando as mudanças de estado, por meio de gerenciamento gráfico via browser sem nenhum software adicional;
- Deve ser capaz de importar e exportar as configurações do dispositivo;
- O dispositivo deve oferecer suporte à autenticação de firmware através de assinaturas digitais;
- Permitir a autenticação de usuários usando-se o protocolo IEEE802.1x, trabalhando em conjunto com servidores de autenticação RADIUS;
- O dispositivo deve fornecer uma porta Ethernet dedicada para configurações e monitoramento e deverá ser protegida com algoritmos de criptografia e autenticação;
- Permitir a autenticação de usuários para acesso às funções de gerenciamento usando-se o protocolo RADIUS, TACACS ou TACACS+;
- Suportar "portsecurity" com base em endereços MAC, isto é, deve permitir o cadastro manual ou automático de endereços MAC nas portas do switch, de forma que apenas estações com os endereços MAC cadastrados numa porta poderão transmitir e receber dados por essa porta;
- Possuir o protocolo SSH para acesso às funções de gerenciamento com terminal usando encriptação;
- Possuir mecanismos para controle de acesso à interface WEB e CLI;
- Permitir a criação de contas de usuário com diferentes privilégios de acesso às funções de gerenciamento;
- Possibilidade de criação de contas de usuários para autenticação e autorização de acessos;
- O dispositivo deve possuir certificação KEMA de conformidade com IEC 61850-3 e IEEE1613 Class 2;
- O dispositivo deve possuir certificação KEMA de conformidade com IEC 61850-5, IEEE 802.1D - Media Access Control (MAC) bridges, IEEE 802.1W - Rapid Spanning Tree (RSTP), IEEE 802.1Q - Virtual Local Area Networks (VLANs);
- O dispositivo deve registrar localmente e encaminhar mensagens de eventos através de uma rede Ethernet;
- LEDs que indiquem o estado dos canais de comunicação;
- O dispositivo deve atender às normas IEEE 1613 Class 2, IEC 61850-3 e IEC 60255 para operar em ambientes agressivos;

- Contato físico (relê) para alarme resultante de autodiagnose – *Watchdog*;
- Possuir suporte para atualização dos arquivos de imagem usando-se os protocolos FTP ou TFTP;
- Permitir o upload do arquivo de configuração para um arquivo texto, permitindo sua modificação em um editor de texto, e posterior download ao equipamento, usando-se FTP ou TFTP;
- Faixa de temperatura: -40 à +85ºC;
- 10 anos de garantia.

5.2 REQUISITOS GERAIS DE SOFTWARE

Todos os módulos de softwares propostos para o Sistema deverão ser comprovados a sua utilização em sistemas semelhantes ao aqui especificado, funcionando de forma integrada na área de energia elétrica.

Os desenvolvimentos de softwares específicos deverão ser mínimos, sendo que o PROPONENTE deverá, obrigatoriamente, explicitar quais funções demandarão desenvolvimento específico para a aplicação. Todos os módulos de "software" desenvolvidos especificamente para a aplicação, inclusive os "drivers" de comunicação com outros sistemas digitais deverão ser abertos (módulos fontes deverão ser fornecidos), documentados e passarão a ser propriedade do Metrô-DF.

Todos os softwares (licenças) propostos para o Sistema deverão estar em sua versão mais atual quando da entrada em operação dos sistemas.

5.3 REQUISITOS DE SEGURANÇA E DISPONIBILIDADE

5.3.1 REQUISITOS DE SEGURANÇA

As unidades/equipamentos ofertados deverão proporcionar um alto grau de confiabilidade e segurança ao Sistema. Os requisitos a seguir deverão ser atendidos:

- Unidades em falha não deverão causar operações incorretas;
- Unidades em falha não deverão causar falhas em outras unidades;
- Unidades em falha deverão conduzir suas saídas para um estado pré-determinado que não prejudique o andamento do processo ou resulte no estado mais seguro;
- Unidades em falha não deverão gerar perturbações na Via de Dados;
- Unidades essenciais deverão ser duplicadas e uma unidade de reserva deverá assumir automaticamente o funcionamento da unidade principal no caso de falha;
- Nenhuma circunstância externa ou interna deverá provocar a operação intempestiva das unidades de proteção.

6 SERVIÇOS

6.1 CERTIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO INTEGRADO (CFI)

Caberá À CONTRATADA executar o teste funcional em fábrica do conjunto de todos os equipamentos do SPCS envolvidos para operação das respectivas Subestações Retificadoras a serem fornecidos. O menor conjunto a ser submetido aos testes de uma plataforma deverá ser aquele constituído pelos dispositivos do SPCS de uma subestação, incluindo as UPCs e UCDs, os equipamentos de comunicação, servidores do CCO, com seus respectivos aplicativos. Nesse teste deverão ser avaliadas todas as funcionalidades do conjunto de cada subestação, incluindo os equipamentos de comunicação, servidores do CCO, com seus respectivos aplicativos e as unidades de Proteção, Controle e Supervisão dos PEEs. Todos os itens de Proteção, Controle e Supervisão aplicados na instalação, bem como as entradas e saídas digitais e analógicas determinadas no Projeto Executivo deverão ser testados nas diversas condições operacionais.

Para execução dos testes em fábrica a CONTRATADA deverá elaborar e aprovar junto ao Metrô-DF o documentos Roteiro de Testes em Fábrica específico para cada Subestação Retificadora, o qual deverá seguir o padrão disponibilizado pelo Metrô-DF no documento PT.4/EX.99/00.501 - Padrão de Engenharia – Roteiro de Testes.

Caberá também a CONTRATADA executar o comissionamento de todas as instalações incluindo todos os Testes Específicos para cada equipamento e componente e os Testes Integrados do conjunto de equipamentos do Sistema de Proteção e Controle – SPCS abrangendo cada subestação separadamente e todas as subestações em conjunto com o CCO.

Da mesma forma, caberá à CONTRATADA elaborar e aprovar junto ao Metrô-DF o documento Roteiro de Comissionamento específico para cada subestação, e o Roteiro de Comissionamento Geral, os quais deverão seguir o padrão disponibilizado pelo Metrô-DF no documento PT.4/EX.99/00.501 - Padrão de Engenharia – Roteiro de Testes.

6.2 COMISSIONAMENTO/COLOCAÇÃO EM SERVIÇO

As atividades de Comissionamento/Colocação em Serviço deverão ser realizadas após a instalação em campo dos dispositivos do SPCS adquirido, bem como, sua conexão aos diversos equipamentos do Sistema Elétrico relacionado.

Nesta etapa são verificados os componentes instalados, as ligações aos equipamentos do nível 0 e é feita uma repetição parcial das atividades executadas durante a CFI, desta vez com os equipamentos primários conectados.

A conclusão satisfatória desta etapa permitirá que o sistema seja liberado para entrada em operação comercial.

6.3 TREINAMENTOS

A CONTRATADA deverá prover treinamento abrangendo todos os itens do fornecimento, incluindo as partes subcontratadas, de modo a tornar o Metrô-DF capacitado e autossuficiente para:

- Operar o Sistema de Proteção, Controle e Supervisão da subestação em todos os seus recursos, IHM local (sala de controle) e pelo SCADA na sala de controle e no Centro de Comando Operacional (CCO);
- Operar o Sistema de Oscilografia em todos os seus recursos;
- Operar o Sistema de medição de faturamento/qualidade de energia;
- Manter funcionalmente todos os equipamentos fornecidos ao nível de alterações nos programas de controle, parametrização dos subsistemas de proteção, configuração do Sistema de Supervisão e Controle da subestação, configuração dos Registradores Digitais de Perturbações;
- Manter funcionalmente todos os equipamentos fornecidos ao nível de substituição de placas;
- Desenvolver, testar, instalar e operacionalizar estratégias de controle (automatismos), modelamentos matemáticos ou qualquer rotina automática aplicável ao Sistema fornecido.

Os cursos deverão ser divididos em unidades de operação, de desenvolvimento e de manutenção, onde a hierarquia deverá estar bem clara e coerente com os conteúdos programáticos dos mesmos. Deverão ser compostos de uma parte expositiva, em salas de aula, e por um acompanhamento prático, por meio de exercícios e testes no ambiente de desenvolvimento com equipamentos iguais aos utilizados no projeto e/ou incluídos neste fornecimento.

Os treinamentos deverão abranger todas as unidades de “hardware” e “software” fornecidos, bem como a utilização de ferramentas de “hardware” ou “software” e qualquer outro dispositivo ou recurso fornecido.

Os treinamentos serão realizados para equipes de no máximo 10 (dez) pessoas e deverão ter a duração mínima de 5 (cinco) dias.

As quantidades de equipes que irá participar de cada treinamento e o local de realização do mesmo estão especificados na descrição de cada um deles. O treinamento para as equipes poderá acontecer em uma mesma data ou em datas diferentes dependendo da disponibilidade do pessoal do Metrô DF.

6.3.1 CUSTOS

Todos os equipamentos e ferramentas de “hardware” e “software”, bem como os recursos didáticos necessários para cada treinamento, incluindo as cópias dos recursos audiovisuais eventualmente utilizados deverão ser providenciados pela CONTRATADA em quantidade adequada para cada participante.

O Metrô-DF se reserva o direito de repetir internamente, sem ônus adicional para Empresa, qualquer treinamento ministrado, ou que venha a ser incluído no fornecimento, podendo inclusive utilizar e reproduzir a documentação do treinamento.

A CONTRATADA será responsável por todos os custos referentes ao instrutor, material didático, deslocamento dos equipamentos e demais despesas com o curso.

O Metrô-DF arcará somente com as despesas de transporte, alimentação e estadia de seus funcionários.

A critério exclusivo Metrô-DF poderão ser aprovados outros locais propostos pela CONTRATADA, caso seja comprovado um melhor aproveitamento do treinamento. Neste caso, os custos de transporte, alimentação e estadia dos treinandos serão de responsabilidade da CONTRATADA.

6.3.2 INSTRUTORES

Todos os treinamentos deverão ser ministrados por profissionais competentes, com comprovada experiência em treinamentos equivalentes e deverão ser **MINISTRADOS INTEGRALMENTE NA LÍNGUA PORTUGUESA DO BRASIL**.

Os Currículos de todos os Instrutores deverão ser enviados para a aprovação do Metrô-DF, juntamente com o programa dos cursos. Caso julgue adequado o Metrô-DF, a seu único e exclusivo critério poderá solicitar a substituição de qualquer um dos instrutores.

6.3.3 PROGRAMAS DE TREINAMENTO

A CONTRATADA deverá submeter ao Metrô-DF para aprovação um programa completo de treinamento e o conteúdo programático.

O Metrô-DF se reserva o direito, sem ônus para empresa, de fazer alterações, inclusões, ou mesmo de recusar parte ou todo o programa de treinamento proposto.

6.3.3.1 Deverão ser realizados dois treinamentos idênticos nas dependências da CONTRATADA ou no ambiente de desenvolvimento, com mínimo de 80 horas, para duas turmas de 5 (cinco) técnicos com a intenção de se atingir os seguintes objetivos:

- Capacitação para operar todo o Sistema, utilizando plenamente os recursos oferecidos;
- Capacitação para realizar a manutenção de todos os equipamentos fornecidos no nível de módulos;
- Capacitação para realizar a configuração, parametrização e reinstalação de todos os programas computacionais do Sistema de Controle Local;
- Capacitação para realizar a configuração, alterações, ampliações de pontos no banco de dados do SPCS, incluindo os trabalhos necessários relativos aos protocolos de comunicação utilizados;
- Capacitação para alterar / incluir novas subestações no SCADA do CCO e das SR/SM;
- Para tanto, o treinamento proposto deverá abranger, além de todos os equipamentos e softwares dos IED's propostos para o Nível 1 e Nível 2, o Sistema de Controle Central (Nível 3), seus equipamentos de interface e comunicação e as Unidades de Supervisão e Controle.

O treinamento deverá contemplar as seguintes atividades teóricas:

- Parametrização das funções de proteção dos IED's;
- Configuração de lógica;
- Introdução teórica a norma IEC 61850;
- Parametrização do SCADA local e do SCADA CCO;

O treinamento deverá contemplar as seguintes atividades práticas:

- Parametrização e teste das funções de proteção dos IED's ofertados pela CONTRATADA em conjunto com mala de testes;
- Configuração de lógica;
- Configurações e testes para IEC 61850 utilizando mala de testes e IED;
- Configuração para Integração de IED ao SCADA em IEC 61850;
- Configuração do Switch Industrial Gerenciável;
- Configuração do SCADA local e do SCADA CCO;
-

6.3.4 ABRANGÊNCIA DOS TREINAMENTOS

6.3.4.1 Introdução

Descrição da arquitetura funcional, concepção global e do inter-relacionamento dos diversos componentes do fornecimento.

6.3.4.2 Instalação

Instalação, parametrização, configuração e ajustes dos equipamentos e programas computacionais, incluindo a recomposição dos programas do Sistema de Controle Local.

6.3.4.3 Operação

Todas as técnicas operativas, bem como todos os recursos individuais e combinados da Interface Homem-Máquina (IHM), aliadas aos procedimentos operativos recomendados em cada caso, para garantir a máxima eficiência de utilização.

6.3.4.4 Manutenção

Todas as técnicas, procedimentos e equipamentos necessários para manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos, no nível de módulos, bem como para diagnóstico e localização de defeitos.

6.3.4.5 Expansão / Alterações

Todas as técnicas, procedimentos e equipamentos necessários para a configuração e implementação de pontos nos bancos de dados, incluindo os trabalhos relacionados aos protocolos utilizados.

6.3.5 MANUAIS DE TREINAMENTO

Os manuais de treinamento deverão ser montados em pastas ou cadernos do tipo espiral, no formato A4, com qualidade de impressão gráfica perfeitamente legível. Não será aceito material com péssima qualidade de reprodução.

Os manuais de treinamentos deverão estar integralmente escritos na língua Portuguesa do Brasil.

Os manuais não poderão ser cópia da documentação de projeto. Cópia de parte da documentação de projeto somente será aceita onde este material for conveniente como um complemento didático para o desenvolvimento do curso.

6.3.6 AVALIAÇÃO

Após cada treinamento será efetuada uma avaliação pelos treinandos através de formulário próprio do Metrô-DF, o resultado poderá implicar em repetição do treinamento, sem ônus para o Metrô-DF.

7 INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO FORNECIMENTO

7.1 INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS

Este capítulo estabelece a quantidade e qualidade mínima de informações técnicas a serem fornecidas. Além das informações obrigatórias, poderão ser fornecidas informações adicionais que sejam necessárias para demonstrar que os equipamentos oferecidos irão atender completamente os requisitos aos quais se propõem e conforme o solicitado por esta especificação. As informações solicitadas neste capítulo deverão ser específicas para os equipamentos sendo ofertados, e deverão ser fornecidas na forma, sequência e número de itens indicados. Informações não explicitadas conforme a seguir estipulado, não serão consideradas na avaliação, mesmo estando incluídas em catálogos gerais, folhetos, etc., anexos à proposta.

7.1.1 REQUISITOS MÍNIMOS GARANTIDOS

Deverão ser apresentadas, obrigatoriamente, todas as informações listadas nas tabelas a seguir. Estas tabelas apresentam os seguintes campos:

Tabela de Desempenho

- A coluna Item estabelece o número do item em referência.
- A coluna Descrição apresenta a descrição do tópico a ser apresentado.
- A coluna Especificado apresenta o valor requerido pelo Metrô-DF.
- A coluna Garantido deverá ser preenchida com o valor Garantido.
- A coluna Referência deverá ser preenchida indicando-se o item da documentação técnica da Proposta que descreve em detalhes o ponto especificado.

TABELA DE DESEMPENHO

Item	Descrição	Especificado	Garantido	Referência
1.	Tempo decorrido entre a solicitação de uma determinada tela até a sua exibição completa	2 s		
2.	Período de atualização dinâmica dos valores analógicos exibidos no vídeo	5 s		
3.	Tempo decorrido entre a atuação de uma entrada digital e a sua exibição no vídeo	2 s		
4.	Tempo decorrido entre a confirmação de um comando e a atuação da saída digital correspondente	1 s		
5.	Precisão da função sequência de eventos entre dois pontos quaisquer do sistema	2 ms		
6.	Diferença máxima na datação da função sequência de eventos entre dois eventos	1 ms		

Item	Descrição	Especificado	Garantido	Referência
	simultâneos quaisquer do sistema			
7.	Tempo decorrido entre a ocorrência de um alarme e a sua exibição para o operador no macroalarme e no sumário de alarmes	2 s		
8.	Tempo máximo de varredura de entradas e de lógicas das IEDs (UPC/UCD)	20 ms		
9.	Frequência de amostragem dos sinais não transdutados das Unidades de Proteção e Controle (UPC)	1200 HZ		
10.	Tempo total de eliminação da falta (incluindo tempo de abertura dos disjuntores) para tensão de 13,8kV.	100 ms		
11.	Tempo de atuação dos relés diferenciais.	25 ms		
12.	Tempo decorrido entre o recebimento de um comando proveniente do nível hierárquico superior e a atuação da saída digital correspondente	1 s		
13.	Índice de disponibilidade do sistema	99,95 %		
14.	Tempo decorrido entre o recebimento de uma solicitação do Nível Hierárquico Superior e o envio da resposta pelo SPCS.	2 s		
15.	Tempo Máximo de transferência de mensagem tipo GOOSE	4 ms		

DOCUMENTAÇÃO DE PROJETO E TREINAMENTO

Item	Descrição	Atendido	Referência	Comentários
1	Documentação de projeto conforme ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS			
2	Programa de Treinamento mínimo conforme especificado neste documento, item 6.3 - Treinamentos.			

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Item	Descrição	Atendido	Referência	Comentários
1	Utilização de pentes de teste para as unidades de proteção e controle. As unidades de proteção e/ou controle deverão estar associadas ao dispositivo de teste, externo, tipo “pente de teste extraível”, devendo bloquear todas as saídas de trip, curto-circuitar os circuitos provenientes de TCs, abrir os circuitos provenientes de TP se possuir contato de forma a possibilitar informação de alarme para o sistema supervisão. As operações acima deverão ser realizadas por um único “pente de teste”. O “pente de teste” deverá realizar as operações mencionadas acima sem necessidade de ligações externas.			
2	Utilização de fibras ópticas para todas as redes e links de comunicação entre os sistemas a serem fornecidos e o SPCS existente			

7.1.2 INFORMAÇÕES TÉCNICAS OBRIGATÓRIAS

Deverão ser apresentadas, obrigatoriamente, na Proposta as informações listadas na tabela a seguir.

Esta tabela apresenta os seguintes campos:

A coluna **Item** estabelece o número do item em referência.

A coluna **descrição** apresenta a descrição do tópico a ser apresentado.

A coluna **Proposta** deverá ser preenchida indicando-se o item da Proposta que descreve em detalhes o ponto especificado.

INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS

Item	**Descrição**	**Proposta**
1	**Descritivo Funcional** do Sistema proposto: - Descrição funcional do Sistema - Descrição funcional dos diversos subsistemas do Sistema - Desenho da arquitetura do Sistema	
2	**Memória de Cálculo** da Disponibilidade do Sistema.	
3	**Cronograma do Fornecimento** explicitando todas as fases do projeto, fabricação desde a adjudicação do contrato até a aceitação do Sistema.	

Item	Descrição	Proposta
4	**Relação de Subcontratados** para fornecimento de equipamentos e serviços, indicando a relação de subfornecedores para cada item.	
5	**Literatura Descritiva** do sistema ofertado, elaborada especificamente para esta proposta, incluindo catálogos, folhetos, etc., indicando todas as características técnicas de cada dispositivo a ser fornecido.	
6	**Descrição Completa** e detalhada dos esquemas de proteção, elaborada especificamente para esta proposta, acompanhada de catálogos e, se disponíveis, artigos técnicos para cada proteção e para os equipamentos de teste.	
7	**Descrição Completa** e detalhada das facilidades de "software" de todos os subsistemas do sistema, facilidades de comunicação e funções adicionais disponíveis (caso aplicável).	
8	**Considerações** quanto ao desempenho das proteções propostas, quando da ocorrência de faltas, considerando que os TC que serão utilizados não têm qualquer característica especial especificada quanto a desempenho transitório.	
9	**Montagem de Painéis:** **Descrição Detalhada** incluindo quadros e reforços, tipo de calha, espessura da chapa e se o painel será de montagem soldada ou aparafusada. Descrição completa do método de pintura e tratamento da chapa Métodos de instalações dos equipamentos. Dimensões completas Método de identificação dos dispositivos.	
10	**Montagem dos Dispositivos do SPCS em Compartimentos dos cubículos de 15 kV e 1 kVcc** Apresentar na proposta projeto preliminar básico de disposição dos componentes em um compartimento típico com dimensões reais do compartimento. Mostrar as facilidades de acesso, inclusive aos terminais dos dispositivos tendo em vista atividades de manutenção.	
11	**Ensaio de Interferência Eletromagnética:** **Certificados dos Ensaios de Tipos** realizados em todos os dispositivos que estão sendo oferecidos. Estes ensaios deverão estar de acordo com as normas e níveis especificados no item "Ensaios" da ETG.	
12	**Treinamento:** **Programa** de treinamento completo indicando a duração e o programa de cada curso.	
13	**Documentação:** **Lista** de documentos a serem emitidos durante o desenvolvimento do projeto de fabricação, indicando o idioma e descrevendo em detalhes o conteúdo de cada documento além de formato e indicação dos padrões utilizados.	
14	**Garantias do Sistema**, conforme item **Garantias Técnicas**	

Item	Descrição	Proposta
15	**Garantias dos Equipamentos**, conforme item **Garantias dos Equipamentos**	
16	**Garantia de Sobressalentes**, conforme item **Garantia de Sobressalentes**	
17	**Garantia de Assistência Técnica**, conforme item **Garantia de Assistência Técnica**	
18	**Folhas de Dados** dos equipamentos e sistemas ofertados, devidamente preenchidas, de acordo com os modelos fornecidos.	

7.1.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIDAS

Deverão ser preenchidos o formulários relativo às características técnicas garantidas. O Formulário possui os seguintes campos:

A coluna **Item** estabelece o número do item em referência.

A coluna **Descrição** apresenta a descrição da grandeza, função ou equipamento em referência.

A coluna **Atn** (Atendimento) deverá ser preenchida pelo PROPONENTE indicando:

S: a sua proposta supera o item em questão

T: a sua proposta atende integralmente o item em questão.

P: a sua proposta atende parcialmente o item em questão.

N: a sua proposta não atende o item em questão.

Caso a coluna **Atn** tenha sido preenchida com **S** (supera) ou **T** (atendimento integral), a coluna **Prop** deverá ser preenchida com a referência da Proposta onde o item em questão está descrito.

Caso a coluna **Atn** tenha sido preenchida com **P** (atendimento parcial) ou **N** (não atende), a coluna **Disc** deverá ser preenchida indicando o item da Tabela Lista de Discrepâncias apresentada a seguir que descreve o desvio em questão.

Para o preenchimento da Tabela em questão, sugere-se a leitura dos itens correspondentes descritos na Especificação Técnica Geral e de Aplicação (ETG e ETA).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIDAS

Item	Descrição	Atn.	Prop.	Disc.
1	**Requisitos Básicos**			
1.1	Modo de Operação do Sistema			
1.2	Telas			
1.3	Símbolos e Cores			
2	**Subsistemas Funcionais**			
2.1	Unidades de Proteção e Controle Digital (UPCs)			

Item	Descrição	Atn.	Prop.	Disc.
2.2	Subsistemas de Integração (SINs)			
2.3	Subsistemas de Supervisão e Operação (SSOs)			
2.4	Subsistemas de Processamentos Especiais (SPEs)			
2.5	Subsistemas de Comunicação (SCOs)			
2.6	Subsistemas de Suporte à Manutenção (SSMs)			
2.7	Subsistemas de Engenharia (SEGs)			
2.8	Subsistemas Concentradores de Informações (SCIs)			
2.9	Sistema Integrado de Medição de Faturamento			
2.10	Integração Funcional dos Subsistemas			
2.11	Agrupamento dos Subsistemas			
3	**Requisitos de Software**			
3.1	Sistema Operacional			
3.2	Software de Proteção			
3.3	Software de Controle			
3.4	Software de Supervisão			
3.5	Protocolos de Comunicação na Rede Local			
3.6	Software de Comunicação			
3.7	Software de Desenvolvimento			
4	**Requisitos de Hardware**			
4.1	Características Básicas			
4.2	Microcomputadores			
4.3	Memória de Massa			
4.4	Monitores de Vídeo			
4.5	Recursos Multimídia			
4.6	Impressoras			
4.7	Rede Local			
4.8	Fibras Ópticas			
4.9	Unidades de Proteção e Controle - UPC/UCD			
4.10	Pontos de Entradas e Saídas			
4.11	Mini Disjuntores			
4.12	Relógios Mestres e Receptores GPS			
5	**Segurança, Desempenho e Disponibilidade**			
5.1	Segurança			
5.2	Desempenho			
5.3	Disponibilidade			

Item	Descrição	Atn.	Prop.	Disc.
6	**Alimentação Elétrica**			
6.1	Subsistemas de Conexão ao Processo			
6.2	Subsistemas Computacionais			
6.3	Fontes de Alimentação			
6.4	Sistema de Alimentação Ininterrupta			
8	**Ferramentas e Acessórios**			
8.1	Equipamento de Teste para SPCS			
8.2	Notebook			

7.1.4 LISTA DE EXCEÇÕES E DISCREPÂNCIAS

Na Lista de Exceções e Discrepâncias às Especificações Técnicas, deverão ser indicando **TODOS** os itens da Proposta que **não atendem e/ou, parcialmente atendem a requisitos técnicos Especificados.**

A Lista possui os seguintes campos:

Item, que deverá ser preenchido sequencialmente sendo utilizado como referência na Tabela de Características Técnicas Garantidas.

Referência, que deverá apresentar o número do item da Especificação Técnica para o qual ocorreu a discrepância.

Desvio, que deverá apresentar uma descrição sucinta do desvio começando pelas referências **P** (parcialmente atendido) ou **N** (não atendido)

Proposta, que deverá apresentar o número do item da proposta que descreve o ponto em detalhes.

Poderá ser apresentada a quantidade de folhas que se fizerem necessárias.

Caso a fornecimento não contenha nenhuma exceção ou discrepância às Especificações Técnicas, a Lista de Exceções e Discrepâncias deverá ser preenchida com: **"A PROPOSTA ATENDE A TODOS OS REQUISITOS ESPECIFICADOS NAS ETS, ETG E ETA, SEM EXCEÇÕES E/OU DISCREPÂNCIAS".**

LISTA DE EXCEÇÕES E DISCREPÂNCIAS

Item	Referência	Desvio	Proposta
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

7.2 GARANTIAS DE "SISTEMAS" E "EQUIPAMENTOS"

Deverá ser Garantido o "Bom Desempenho", não apenas dos vários componentes isoladamente, mas, também, de **todos os sistemas incluídos no fornecimento**, durante o período de validade do Contrato, contra todo e qualquer defeito não atribuível à utilização inadequada dos equipamentos e sistemas.

Todas as garantias aqui requeridas deverão ser dadas especificamente para o presente fornecimento em questão. Garantias similares que possam estar incluídas em folhetos, catálogos, etc., não serão aceitas.

Deverá ser considerado que, para fins de garantias, a palavra "**Sistema"** acima mencionada, refere-se individualmente aos seguintes sistemas:

Sistemas de Proteção e Controle;

Sistemas Digitais de Supervisão e Operação;

7.2.1 ÍNDICES DE DISPONIBILIDADE E CONFIABILIDADE

Os Sistemas fornecidos deverão atingir um índice de disponibilidade de 99,95%, avaliados em um período de observação contíguo, com todas as funções em operação.

7.2.1.1 ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE

O índice de Disponibilidade será computado através da fórmula

$A = (T-D)/T$

onde:

A = Disponibilidade;

T = tempo total para o período de observação;

D = tempo de duração da falha.

O tempo de duração de falha é definido como o período de tempo em que uma operação normal do sistema não pode ser desempenhada devido a uma falha ou deficiência no "hardware" e/ou "software", as quais:

Causem operação incorreta ou gerem dados incorretos, falsos ou incompletos ou impossibilitem a operação de qualquer comando;

Impossibilitem a troca correta de dados com o sistema Externo;

Impossibilitem a recuperação, armazenagem e troca correta de dados.

O início de um "Tempo de Duração de Falha" ocorre quando qualquer mau funcionamento ou uma falha ocorrer com o "hardware" ou "software" fornecidos e instalados pela CONTRATADA, devendo ser documentado e a CONTRATADA notificada. O mau funcionamento ou falha deverá ser documentado em detalhes pelo pessoal da Operação do Metrô-DF e posteriormente enviado para a CONTRATADA. O tempo de duração de falha deverá cessar quando o problema tiver sido corrigido e os equipamentos estiverem realizando uma operação normal.

7.2.1.2 ÍNDICE DE CONFIABILIDADE.

Os equipamentos do sistema a ser fornecido deverão ser projetados para ter uma Taxa de Falhas menor que 100 faltas por 01(um) milhão de horas.

A CONTRATADA deverá demonstrar matematicamente a disponibilidade e a confiabilidade do sistema proposto considerando os requisitos da norma MIL-MDBK 217.

7.2.2 GARANTIAS DE "SISTEMAS"

Deverão ser fornecidas, juntamente com a PROPOSTA TÉCNICA, "Declarações de Garantias" conforme abaixo:

Garantia de desempenho do Sistema para os requisitos especificados neste documento.

Garantia de desempenho de todos os esquemas de proteção para os requisitos especificados:

Garantia de tempo de operação máximo esperado para os esquemas de proteção primária e alternada, contado a partir do momento da aplicação da falta até o momento em que é dado o comando para abertura do disjuntor;

Garantia de adequado desempenho dos esquemas de proteção inclusive nos casos de defeitos com e sem resistência de arco, para faltas nas extremidades dos trechos protegidos.

Garantia de Desempenho do Equipamento de Testes Portátil para relés de Proteção, conforme especificado.

Garantia de "Imunidade Eletromagnética", ou seja, correto desempenho de todos os dispositivos numéricos, escopo deste fornecimento, quando sujeitos a campos eletrostáticos e eletromagnéticos, conforme especificado, existentes na sala de controle e sala/casa de relés da subestação onde os dispositivos serão aplicados.

7.2.3 GARANTIAS DE EQUIPAMENTOS

Além da Garantia de Confiabilidade e Disponibilidade, os equipamentos terão uma **Garantia do Equipamento** de 12 (doze) meses contatos a partir da emissão do Certificado de Recebimento Definitivo – CRD. Nos casos onde se passarem 24 (vinte e quatro) meses após a entrega do equipamento e o mesmo **não tenha sido energizado** a garantia estará encerrada.

No caso do equipamento fornecido apresentar defeitos ou falhas no atendimento aos requisitos das Especificações ou de outros documentos técnicos do fornecimento, o Metrô-DF poderá rejeitar o equipamento e requerer que a CONTRATADA faça a imediata substituição ou correção do mesmo, devidamente instalado e sem qualquer despesa para o Metrô-DF. Neste caso, um período adicional de garantia de 12 (doze) meses de operação deverá começar para todo o lote afetado pela substituição ou correção, sem prejuízo às demais garantias. (O texto abaixo deverá sair do item do CAP e ser passado para este item).

A CONTRATADA deverá arcar com todos os custos das modificações e correções necessárias ao restabelecimento do bom funcionamento do sistema e equipamentos durante a fase de garantia.

O Metrô-DF poderá solicitar à CONTRATADA a substituição de equipamentos, unidades e componentes de “hardware” e de qualquer “software” que ao longo do desenvolvimento, ensaios e período de garantia não demonstrem características de acordo com as especificadas. Essa substituição deverá ser feita sem ônus adicional para o Metrô-DF.

7.2.4 GARANTIAS DE RESPONSABILIDADE PELO PROJETO, FABRICAÇÃO E MATÉRIAS PRIMAS

A CONTRATADA será responsável por defeitos de fabricação, matéria prima, engenharia e projeto que venham a ocorrer até 5 (cinco) anos após o término do Período de Garantia do Equipamento, responsabilizando-se por reparar ou substituir partes defeituosas sem qualquer custo, assim que seja recebida uma notificação por escrito. Deverá ser garantida, na Proposta a responsabilidade por defeitos de fabricação, matéria prima, engenharia e projeto.

7.2.5 GARANTIA DE DISPONIBILIDADE DE REPOSIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DO SPCS - SOBRESSALENTES

Deverá ser assegurada, na Proposta, a disponibilidade de toda e qualquer unidade de reposição (sobressalente) dos dispositivos, escopo deste fornecimento, por um período de até 10 (dez) anos contados a partir da entrega do equipamento.

No caso de descontinuidade na produção de determinado dispositivo, a CONTRATADA deverá garantir o fornecimento de substituto equivalente para aquele, a preços de mercado, sem que seja necessário substituir outros equipamentos não afetados do fornecimento.

7.2.6 GARANTIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Deverá ser garantida, na Proposta, a permanência de um representante técnico em Brasília, durante o período de garantia, equipado e habilitado a conduzir a manutenção e assistência técnica dos equipamentos e dispositivos fornecidos. De igual modo, deverá ser garantida, na Proposta Técnica, a reposição de dispositivos defeituosos dentro de um período máximo de 72 (setenta e duas) horas a contar da comunicação escrita pelo Metrô-DF.

Metrô - DF		
SETOR	SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA	
ENDEREÇO	GERAL	
PROPRIETÁRIO	Metrô - DF	
AUTOR DO PROJETO		
RESPONSÁVEL TÉCNICO		

Metrô - DF

CREA N°

Metrô - DF

SISTEMA: ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)			
SUB-SISTEMA: SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA			
VISTO: ELJ/RJF	DATA: 27/08/2014	LOCAL: SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 13800 Vca/637 Vca/750 Vcc	
APROVADO: RMP	DATA: 15/12/2014	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO: MEMÓRIA PARA ENTRADAS E SAÍDAS ANALÓGICAS, DIGITAIS E TRANSDUTADAS DAS IEDs.	AREA DE CONST.: -
ESCALA: **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ.: Básico		
N MICROFILME:	FOLHA: 1/21	CODIFICAÇÃO: MC.3/EX.99/00.551	REVISÃO: **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0536/14-TEN	15/12/2014	WLJ	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	ATENDENDO PARECER TÉCNICO 0493/14-TEM E OS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO 20/11/14	21/11/2014	ECoA/ ITF	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	27/08/2014	ECoA/ ITF	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		Metrô - DF					
R E V I S Õ E S							

Metrô DF
MC.3/EX.99/00.551

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

ÍNDICE

1. OBJETIVO 3
2. UNIDADE DE CONTROLE DIGITAL – UCD 5
3. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – LTS DE REDE EM 13,8 KV 7
4. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – TT1/RET1 E TT2/RET2 10
5. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – ALIMENTADORES DE TRAÇÃO13
6. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – UPC 16
7. DISPOSITIVOS E ACESSÓRIOS COMPLEMENTARES 19

NOTAS:

Foi inserido pelo METRÔ-DF o item 8 – “UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – ALIMENTADORES DAS SUBESTAÇÕES AUXLIARES ”.

Obs: O Metrô-DF é responsável somente pelas alterações em NOTAS.

1. OBJETIVO

Apresentar a Memória de Cálculo na determinação das quantidades de entradas e saídas digitais das IEDs a serem aplicadas nas Subestações Retificadoras na etapa de modernização do Metrô-DF.

Como referências foram utilizados os seguintes documentos:

- DG.4/EX.99/00.552– Rev. 0– Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de Alimentação e de Tração;
- DG.3/EX.99/00.553 – Rev. 0 – Diagrama Unifilar de Proteção dos Alimentadores dos Serviços Auxiliares das SRs e dos Alimentadores das SAs;
- DG. 4/EX.99/00.555 – Rev. 0 –Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Painel de Entrada Hípica;
- DG. 4/EX.99/00.556 – Rev. 0 – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Alimentadores para Contingências;
- DG. 4/EX.99/00.562 – Rev. 0 –Subestação de Manutenção- Diagrama Unifilar de Medição e Proteção.

2. UNIDADE DE CONTROLE DIGITAL – UCD

Aplicações:

UCD: Supervisão e Comando Equipamentos de Via SRs e SM – DG.4/EX.99/00.552 e DG.4/EX.99/00.562

UCD – Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Funções

Descrição	ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
Supervisão de status de seccionadoras de via	✓			
Supervisão de status de contatores de via	✓			
Comando de abertura de fechamento de contatores da via	✓			
Supervisão de status da proteção de sobretensão entre o negativo e a terra	✓			

Entradas Digitais

Quantidade	Finalidade
25	Supervisão de equipamentos da via (seccionadoras e contatores)
5	Proteção de sobretensão entre o negativo e a terra - atuação do contator Curto-Cicuitador (C)
15	Demais eventos da Subestação Retificadora não associados aos IEDs (estimativa)
12	Supervisão de equipamentos de serviços auxiliares da SR

Quantidade	Finalidade
Total: 57 + (20% de reserva no mínimo 5) = 69	

Totais Entradas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
	69			

Saídas Digitais

Quantidade	Finalidade
6	Comando de abertura de fechamento de contatores da via
15	Demais eventos das subestações não associados aos IEDs (estimativa)
Total = 21 = (20% reserva de no mínimo 5) = 26	

Totais Saídas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
	26			

Entradas Analógicas

Quantidade	Finalidade
0	Não há previsão de entradas analógicas.

	Totais Entradas Analógicas				
	Padrão	**Especificação**	**Proposta PROPONENTE**	**Workstatement**	**Saldo**
Corrente	0	0			
Potencial	0	0			
Transdutada	0	0			

3. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – LTS DE REDE EM 13,8 kV

Aplicações:

UPC2 AX e UPC3 BX: Proteção e Controle das LTs de Rede em 13,8 kV – DG.4/EX.99/00.552;

UPC 2, 3, 4, 5, 6: Proteção e Controle de alimentadores PEE/HIP – DG.4/EX.99/00.555;

UPC-IC1: Proteção e Controle Alimentadores para Contingências SR14 e 62 – DG.4/EX.99/00.556;

UPC2 BX e UPC3 AX: Proteção e Controle Alimentadores da SM – DG.4/EX.99/00.562.

Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Funções

Descrição	ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
Medição de Corrente (A)	✓			
Medição de Tensão (V)	✓			
Medição de Potência Ativa (kW)	✓			
Medição de Potência Reativa (kVAr)	✓			
Medição de Energia Ativa (kWh)	✓			
Medição de Energia Reativa (kVArh)	✓			
Medição de Fator de Potência (FP)	✓			
87L – Proteção Diferencial de Linha	✓			
67/67N - Proteção de Sobrecorrente Direcional de Fase e Neutro	✓			
50/51 - Proteção de Sobrecorrente de Fase Instantânea e Temporizada	✓			
50/51N - Proteção de Sobrecorrente de Neutro Instantânea e Temporizada	✓			
50/62BF – Proteção de Falha de Disjuntor	✓			
01DJ – Comando Manual do Disjuntor	✓			
25/27L/27B – Verificação de Sincronismo	✓			
27B – Subtensão (para a IED UPC2 instalada noPEE/Hípica	✓			
96 – Localizador de Faltas	✓			
98 – Oscilografia	✓			
85 - Teleproteção	✓			

Entradas Digitais

Quantidade	Finalidade
2	Posição do disjuntor (aberto e fechado) – supervisão no disjuntor
1	Mola descarregada – supervisão no disjuntor
2	Supervisão bobinas de abertura 1 e 2 – supervisão no disjuntor
1	Falta tensão circuito do motor – supervisão no disjuntor
1	Posição chave Local/Remota (43LR/R) dos equipamentos de manobra do cubículo – supervisão no cubículo
1	Circuito de abertura e fechamento bobina 1 do disjuntor – falta 125 Vcc (72.1) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Dispositivos de interface de rede – falta 125 Vcc (72.3) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Circuito de abertura e fechamento bobina 2 do disjuntor – falta 125 Vcc (72.4) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Atuação falha disjuntor – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Fechamento e desligamento bobina 1 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos e disjuntor
1	Desligamento bobina 2 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos e disjuntor
1	Bloco de teste não inserido – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
3	Disjuntor extraído, em teste e inserido – supervisão no disjuntor
1	Iluminação, aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no cubículo
1	Switches – falha interna – supervisão no QPC
1	Bloqueio de fechamento por falha de disjuntor adjacente – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	TP de linha – enrolamento aberto – supervisão no cubículo
1	Partida 5062BF por eventos externos a UPC – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	TP de barra – enrolamento aberto – supervisão no cubículo
2	UPC adjacente – falta 125 Vcc e falha interna – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
Total: 26 + 6 (20% de reserva no mínimo 5) = 32	

Totais Entradas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**Workstatement**	**Saldo**
	32			

Saídas Digitais

Quantidade	Finalidade
3	Comando manual de abertura (2) e fechamento (1) do disjuntor

Quantidade	Finalidade
2	Desligamento do disjuntor por atuação das proteções
1	Atuação 50/62BF
1	Atuação 86BF
1	Defeito interno
Total: 8 + 5 (20% de reserva no mínimo 5) = 13	

Totais Saídas Digitais				
	Especificação	**Proposta Proponente**	**Workstatement**	**Saldo**
	13			

Entradas Analógicas

Quantidade	Finalidade
4 corrente	Correntes fases R, S, T e Neutro
4 potencial	Tensão fases R, S, T da LT e fase S da barra

	Totais Entradas Analógicas				
		Especificação	**Proposta PROPONENTE**	**Workstatement**	**Saldo**
Corrente		4			
Potencial		4			
Transdutada		0			

4. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – TT1/RET1 E TT2/RET2

Aplicações:
UPC1 AY e UPC4 BY: Proteção e Controle TT1/RET1 e TT2/RET2 – DG.4/EX.99/00.552
UPC1 AY: Proteção e Controle TT1/RET1 da SM – DG.4/EX.99/00.562

Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Funções

Descrição	ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
Medição de Corrente (A)	✓			
Medição de Tensão (V)	✓			
Medição de Potência Ativa (kW)	✓			
Medição de Potência Reativa (kVAr)	✓			
Medição de Energia Ativa (kWh)	✓			
Medição de Energia Reativa (kVArh)	✓			
Medição de Fator de Potência (FP)	✓			
ºC ENR – Temperatura dos enrolamentos (3)	✓			
ºC ÓLEO – Temperatura do óleo	✓			
50/51 - Proteção de Sobrecorrente de Fase Instantânea e Temporizada	✓			
50/51N - Proteção de Sobrecorrente de Neutro Instantânea e Temporizada	✓			
50/62BF – Proteção de Falha de Disjuntor	✓			
01DJ – Comando Manual do disjuntor	✓			
01SECC – Comando Manual da seccionadora	✓			
98 – Oscilografia	✓			
86T – Dispositivo de bloqueio de fechamento do disjuntor associado ao transformador	✓			
86R - Dispositivo de bloqueio de fechamento do disjuntor associado ao retificador	✓			

Entradas Digitais

Quantidade	Finalidade
2	Posição do disjuntor (aberto e fechado)
2	Posição da seccionadora (aberto e fechado)

1	Mola descarregada – supervisão no disjuntor
2	Supervisão bobinas de abertura 1 e 2 – supervisão no disjuntor
1	Falta tensão circuito do motor – supervisão no disjuntor
1	Falta tensão circuito do motor – supervisão na seccionadora
1	Posição chave Local/Remota (43LR/R) dos equipamentos de manobra do cubículo – supervisão no cubículo
1	Circuito de abertura e fechamento bobina 1 do disjuntor – falta 125 Vcc (72.1) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Dispositivos de interface de rede – falta 125 Vcc (72.3) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Circuito de abertura e fechamento bobina 2 do disjuntor – falta 125 Vcc (72.4) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Atuação falha disjuntor – supervisão no compartimento de controle dos cubículosps
1	Fechamento e desligamento bobina 1 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos e disjuntor
1	Desligamento bobina 2 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos e disjuntor
1	Bloco de teste não inserido – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
3	Disjuntor extraído, em teste e inserido – supervisão no disjuntor
1	Iluminação, aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Iluminação, aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no cubículo
1	Switches – falha interna – supervisão no QPC
1	Bloqueio de fechamento por falha de disjuntor adjacente – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	TP de linha – enrolamento aberto – supervisão no cubículo
1	Partida 5062BF por eventos externos a UPC – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
6	Proteções internas do transformador 1º estágio– relé de gás (1), temperatura dos enrolamentos (3), temperatura do óleo (1), nível do óleo (1),
7	Proteções internas do transformador 2º estágio– relé de gás (1), válvula de alívio (1), temperatura dos enrolamentos (3), temperatura do óleo (1), nível do óleo (1),
5	Proteções internas do retificador 1º estágio
5	Proteções internas do retificador 2º estágio
Total: 49 + 9(20% de reserva no mínimo 5) = 58	

Totais Entradas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
	58			

Saídas Digitais

Quantidade	**Finalidade**
3	Comando manual de abertura (2) e fechamento (1) do disjuntor

Quantidade	Finalidade
2	Comando manual de abertura e fechamento da seccionadora
2	Desligamento do disjuntor por atuação das proteções
1	Atuação 50/62BF
1	Atuação 86BF
1	Defeito interno
Total: 10 + 5 (20% de reserva no mínimo 5) = 15	

Totais Saídas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
	15			

Entradas Analógicas

Quantidade	Finalidade
4 corrente	Correntes fasesR, S, T e Neutro LT
3 potencial	Tensão fases R, S, T
3 Transdutada	Temperatura de enrolamento (3) e temperatura de óleo (1)

	Totais Entradas Analógicas				
		ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
Corrente		4			
Potencial		3			
Transdutada		3			

5. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – ALIMENTADORES DE TRAÇÃO

Aplicações:

UPC2 HY, UPC3 IY, UPC4 JY, UPC5 HY: Proteção e Controle dos alimentadores de tração em 750 Vcc – DG.4/EX.99/00.552;
UPC1 LY: Proteção e Controle dos alimentadores de tração em 750 Vcc - SM – DG.4/EX.99/00.562

Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Funções

Descrição	ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
Medição de corrente (A)	✓			
Medição de Tensão (V)	✓			
Medição de Potência Ativa (kW)	✓			
Medição de Energia Ativa (kWh)	✓			
di/dt – Taxa de variação da corrente	✓			
50/62BF - Proteção de Falha de Disjuntor	✓			
79 - Religamento	✓			
TV – Teste de Via	✓			
86 - Dispositivo de bloqueio de fechamento do disjuntor	✓			
01DJ - Comando Manual do disjuntor	✓			
01EQ - Comando Manual equalizador	✓			
96 - Localizador de Faltas	✓			
98 – Oscilografia	✓			

Entradas Digitais

Quantidade	Finalidade
4	Posição do disjuntor e equalizador (aberto e fechado) – supervisão no disjuntor e equalizador
6	Posição das seccionadoras (aberta e fechada) – supervisão nas seccionadoras
2	Mola descarregada – supervisão no disjuntor e equalizador
4	Supervisão bobinas de abertura 1 e 2 – supervisão no disjuntor e equalizador
2	Falta tensão circuito do motor – supervisão no disjuntor e equalizador

Quantidade	Finalidade
3	Falta tensão circuito do motor – supervisão nas seccionadoras
1	Posição chave Local/Remota (43LR/R) dos equipamentos de manobra do cubículo – supervisão no cubículo
2	Circuito de abertura e fechamento bobina 1 do disjuntor e equalizador – falta 125 Vcc (72.1) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Dispositivos de interface de rede – falta 125 Vcc (72.3) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
2	Circuito de abertura e fechamento bobina 2 do disjuntor e equalizador – falta 125 Vcc (72.4) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Atuação falha disjuntor – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
2	Fechamento e desligamento bobina 1 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos, no disjuntor e equalizador
2	Desligamento bobina 2 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos, disjuntor e equalizador
1	Bloco de teste não inserido – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
6	Disjuntor e equalizador extraído, em teste e inserido – supervisão no disjuntor e equalizador
1	Iluminação, aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no cubículo
1	Switches – falha interna – supervisão no QPC
1	Bloqueio de fechamento por falha de disjuntor adjacente – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Partida 5062BF por eventos externos a UPC – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
2	UPC adjacente – falta 125 Vcc e falha interna – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Atuação da proteção de sobre corrente (76)
Total: 47 + 9(20% de reserva no mínimo 5) = 56	

Totais Entradas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
	56			

Saídas Digitais

Quantidade	Finalidade
3	Comando manual de abertura (2) e fechamento (1) do disjuntor
3	Comando manual de abertura (2) e fechamento (1) do equalizador
2	Desligamento do disjuntor por atuação das proteções
1	Religamento automático do disjuntor (79)
1	Atuação 50/62BF
2	Defeito interno disjuntor e equalizador

Quantidade	Finalidade
Total: 12 + 5 (20% reserva, mínimo de 5) = 17	

Totais Saídas Digitais				
	ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
	17			

Entradas Transdutadas

Quantidade	Finalidade
2 Transdutadas	Correntes do alimentador
2 Transdutadas	Tensão da barra

	Totais Entradas Analógicas				
		ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
Transdutada		4			

6. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – UPC

Aplicações:

UPC7: PEE/Hípica - Proteção e Controle Filtro de Harmônicos – DG.4/EX.99/00.555

Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Funções

Descrição	ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
Medição de Corrente (A)	✓			
Medição de Tensão (V)	✓			
Medição de Potência Reativa (kVAr)	✓			
Medição de Energia Reativa (kVArh)	✓			
01DJ – Comando Manual de disjuntores	✓			
01SECC - Comando Manual de seccionadoras ou chaves a óleo	✓			
27 – Proteção de Subtensão	✓			
50/51 - Proteção de Sobrecorrente de Fase Instantânea e Temporizada	✓			
50/51N - Proteção de Sobrecorrente de Neutro Instantânea e Temporizada	✓			
50/62BF – Proteção de Falha de Disjuntor	✓			
59I/T – Proteção de Sobretensão Instantânea e Temporizada	✓			
61 – Desequilíbrio de Corrente para os bancos de capacitores, se aplicável	✓			
86 – Bloqueio de fechamento do disjuntor	✓			
98 – Oscilografia	✓			

Entradas Digitais

Quantidade	Finalidade
2	Posição do disjuntor (aberto e fechado) – supervisão no disjuntor
1	Mola descarregada – supervisão no disjuntor
2	Supervisão bobinas de abertura 1 e 2 – supervisão no disjuntor
1	Falta tensão circuito do motor – supervisão no disjuntor
1	Posição chave Local/Remota (43LR/R) dos equipamentos de manobra do cubículo – supervisão no cubículo

Quantidade	Finalidade
1	Circuito de abertura e fechamento bobina 1 do disjuntor – falta 125 Vcc (72.1) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Dispositivos de interface de rede – falta 125 Vcc (72.3) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Circuito de abertura e fechamento bobina 2 do disjuntor – falta 125 Vcc (72.4) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Atuação falha disjuntor – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Fechamento e desligamento bobina 1 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no QPC e disjuntor
1	Desligamento bobina 2 – falta 125 Vcc (27 e MCB) – supervisão no compartimento de controle dos cubículos e disjuntor
1	Bloco de teste não inserido – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
3	Disjuntor extraído, em teste e inserido – supervisão no disjuntor
1	Iluminação, aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	Aquecimento e tomadas – falta 220 Vca – supervisão no cubículo
1	Switches – falha interna – supervisão no QPC
1	Bloqueio de fechamento por falha de disjuntor adjacente – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
1	TP de linha – enrolamento aberto – supervisão no cubículo
1	Partida 5062BF por eventos externos a UPC – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
2	UPC adjacente – falta 125 Vcc e falha interna – supervisão no compartimento de controle dos cubículos
10	Eventos específicos do filtro de harmônicas
Total: 35 + 7(20% reserva, mínimo de 5) = 42	

Totais Entradas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
	42			

Saídas Digitais

Quantidade	Finalidade
3	Comando manual de abertura (2) e fechamento (1) do disjuntor
2	Desligamento do disjuntor por atuação das proteções
1	Atuação 50/62BF
1	Atuação 86BF
1	Defeito interno
5	Eventos específicos do filtro de harmônicas
Total: 13 + 5 (20% reserva, mínimo de 5) = 18	

Totais Saídas Digitais				
	ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
	18			

Entradas Analógicas

Quantidade	Finalidade
6 corrente	Potencial fase R, S, T, N + corrente de desequilíbrio (2).
3 potencial	Corrente fase R, S, T

	Totais Entradas Analógicas				
		ETA	**Proposta PROPONENTE**	**WS**	**Saldo**
Corrente		6			
Potencial		3			
Transdutada		0			

7. DISPOSITIVOS E ACESSÓRIOS COMPLEMENTARES

MCB

MCB – Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Quantidades conforme necessidades de projeto

Relés biestáveis

Relés Biestáveis – Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Quantidades conforme necessidades de projeto

Relés para sinalização de falta 125 Vcc

Relés para sinalização de falta 125Vcc – Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Quantidades conforme necessidades de projeto

Relés rápido (4ms)

Relés rápido (4ms) – Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Quantidades conforme necessidades de projeto

Relés auxiliares falha do disjuntor

Relés auxiliares da proteção de falha do disjuntor – Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:
OBS: Quantidades conforme necessidades de projeto. A especificação dos contatos destes relés deve ser tal que suportem interromper a corrente da bobina de abertura do disjuntor, quer sejam através de contatos únicos ou em série.

Blocos de Teste

Blocos de testes – Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Quantidades conforme necessidades de projeto

8. UNIDADE PROTEÇÃO E CONTROLE DIGITAL – ALIMENTADORES DAS SUBESTAÇÕES AUXLIARES

Aplicações:
UPC1 EY, UPC2 FY, UPC3 GY: Medição dos alimentadores em 13,8 kV das Subestações Auxiliares – DG.3/EX.99/00.553;

Fabricante e Modelo a ser fornecido
Fabricante:
Modelo:

Funções

Descrição	ETA	Proposta PROPONENTE	WS	Saldo
Medição de Corrente (A)	✓			
Medição de Tensão (V)	✓			
Medição de Potência Ativa (kW)	✓			
Medição de Potência Reativa (kVAr)	✓			
Medição de Energia Ativa (kWh)	✓			
Medição de Energia Reativa (kVArh)	✓			
Medição de Fator de Potência (FP)	✓			

Entradas Analógicas

Quantidade	Finalidade
4 corrente	Correntes fases R, S, T e Neutro
4 potencial	Tensão fases R, S, T da LT e fase S da barra

	Totais Entradas Analógicas				
		Especificação	Proposta PROPONENTE	Workstatement	Saldo
Corrente		4			
Potencial		4			
Transdutada		0			

METRÔ - DF		
SETOR	GERAL	
ENDEREÇO		
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF	
AUTORES DO PROJETO		
RESPONSÁVEL TÉCNICO		

METRÔ - DF

CREA Nº

METRÔ - DF

SISTEMA: ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)			
SUBSISTEMA: COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA			
VISTO: ELJ/RJF	DATA: 21/11/14	LOCAL: GERAL	
APROVADO: RMP	DATA: 15/12/14	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO: MEMORIAL DESCRITIVO	AREA DE CONST.: -
ESCALA: S/ESC.	ETAPA DO PROJ.: Básico		
N MICROFILME	FOLHA: 1/16	CODIFICAÇÃO: **MD.3/EX.99/00.551**	REVISÃO: **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0536/14-TPSF	15/12/2014	WLJ	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	21/11/14	WLJ	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ-DF
MD.4/EX.99/00.551

COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
MEMORIAL DESCRITIVO
(TRECHO MODERNIZAÇÃO)

SISTEMA DE ENERGIA

PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5
2 INTRODUÇÃO 5
3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA - MODERNIZAÇÃO 6
4 VISÃO GERAL DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF E SPCS ASSOCIADO 7
4.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF 7
4.2 CONCEITOS BÁSICOS DA PROTEÇÃO APLICADOS AO METRÔ-DF 9
4.3 MODULARIDADE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E SUPERVISÃO 9
5 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS SOLUÇÕES APLICADAS AO PROJETO 10
5.1 IEDS DISTRIBUIDAS POR VAO 10
5.2 IEDS ABRIGADOS NOS COMPARTIMENTOS DE CONTROLE DOS CUBÍCULOS EXISTENTES DE 15 KV, DE 1,0 KVCC E NO QCC 10
5.3 PROTEÇÕES DIFERENCIAIS PARA A PROTEÇÃO DAS REDES EM 13,8KV 10
5.4 SUPERVISÃO E COMANDO DE EQUIPAMENTOS DA VIA E SISTEMA AUXILIARES 11
5.5 SOLUÇÕES RELEVANTES DEFINIDAS NA ARQUITETURA DE REDES DE COMUNICAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 11
5.6 INTERFACE DE COMUNICAÇÃO COM O CCO 11
5.7 BASE DE DADOS IMPLANTADA NO CCO 12
5.8 PADRONIZAÇÃO PARA A ELABORAÇÇAO DOS DOCUMENTOS DE PROJETOS EXECUTIVOS 12
6 CONDIÇÕES GERAIS SOBRE SERVIÇOS E FORNECIMENTOS APLICADOS NA MODERNIZAÇÃO 12
6.1 PLANO DE MODERNIZAÇÃO 12
6.2 ADEQUAÇÃO DAS LIGAÇÕES DOS TCS DAS SRS EXISTENTES 13
6.3 REAPROVEITAMENTO DE CABOS EXISTENTES 14
6.4 ADEQUAÇÕES NOS EQUIPAMENTOS EXISTENTES DE CORRENTE CONTÍNUA 750 VCC 14
6.5 PROJETOS 15
7 CERTIFICAÇÃO FUNCIONAL EM FÁBRICA E COMISSIONAMENTO 15
8 TELECOMUNICAÇÕES 16

NOTA 1: por conta da revisão do DG.4/EX.99/00.553, realizada pelo METRÔ-DF, esse documento foi modificado para a numeração DG.3/EX.99/00.553.

NOTA 2: No segundo parágrafo do item 5.1 foi inserido pelo METRÔ-DF o "alimentantador da Subestação Auxiliar" como tipo de UPC associado aos vãos da Subestação Retificadora;

NOTA 3: No item 5.1 foi inserido pelo METRÔ-DF o seguinte parágrafo - "Nas SRs existentes, as UPCs do vão destinado ao alimentador da Subestação Auxiliar terá funções apenas de medição, pois possuem fusíveis como elemento protetor. "

NOTA 3: no item 6.2 foi inserido pelo METRÔ-DF o seguinte parágrafo – "Nas SRs existentes os vãos de alimentação das Subestações Auxiliares (podendo ser 1, 2 ou 3 vãos por SR) não possuem TCs. . Deve ser instalado um TC por vão que alimenta a Subestação Auxiliar."

1 OBJETIVO

O objetivo deste Memorial Descritivo é descrever em linhas gerais o Sistema de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS) do Sistema de Energia do Metrô-DF e informar os critérios estabelecidos para modernizar o sistema nas instalações EXISTENTES do Metrô-DF, incluindo a Subestação de Manutenção. Apesar de ser uma expansão o Painel de Entrada de Energia da Hípica (PEE/Hípica) está incluso no projeto de modernização pelo fato de alimentar Subestações Retificadoras existentes.

2 INTRODUÇÃO

Nas instalações existentes o Sistema de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS) será modernizado em dezesseis Subestações Retificadoras (SRs), na Subestação de Manutenção (SM) e implantado no Painel de Entrada de Energia da Hípica (PEE/Hípica), distribuídos em três trechos e identificadas nas figuras 1 e 2 abaixo:

- Trecho Plano Piloto – Águas Claras: 01 PEE denominado PEE/HIP e 08 Subestações Retificadoras denominadas SR1 a SR8;
- Trecho Águas Claras – Ceilândia: 05 Subestações Retificadoras denominadas SR10 a SR14 e a Subestação Manutenção;
- Trecho Águas Claras – Samambaia: 03 Subestações Retificadoras denominadas SR9, SR 61 e SR 62 (antigas SR16 e SR 15, respectivamente).

O Diagrama de Barras abaixo apresenta a configuração completa do Metrô-DF, contemplando a implantação das novas Subestações Retificadoras e as Instalações existentes descritas acima.

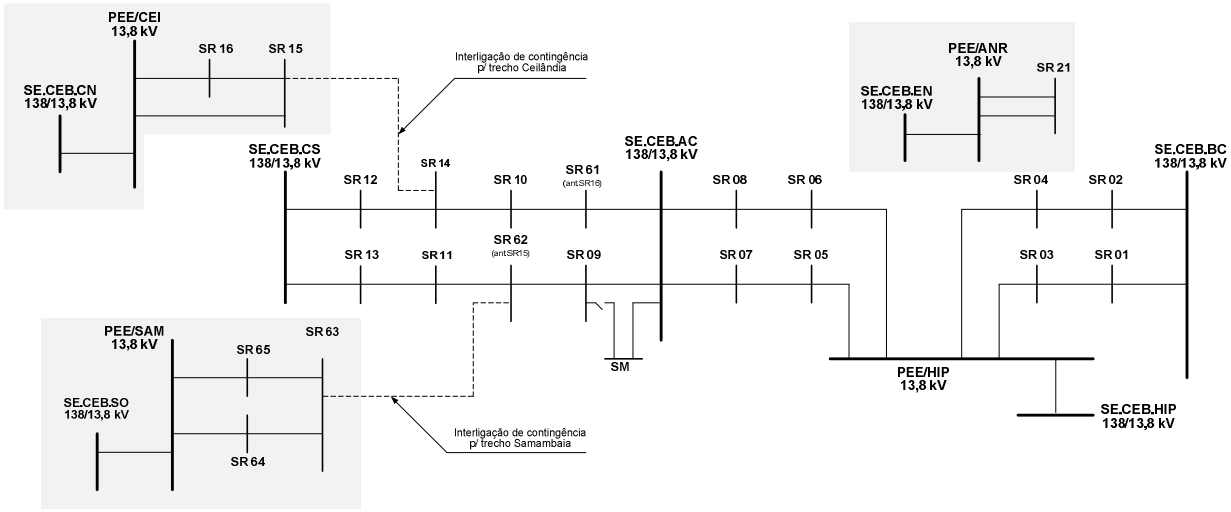


Figura 1 - Diagrama da Rede de Alimentação

A distribuição das Subestações Retificadoras ao longo via, bem como a locação esquemática das Subestações da CEB de 138/13,8 kV estão caracterizadas na figura abaixo.

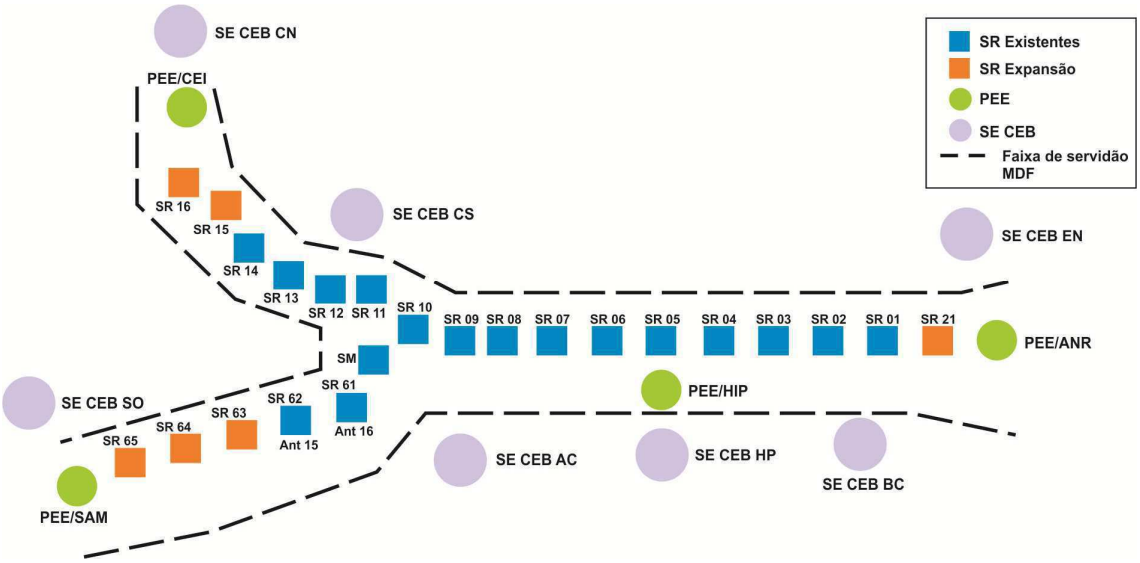


Figura 2 - Esquemático Subestações Retificadoras, PEE e Subestações CEB

As Subestações Retificadoras 15, 16, 21, 63, 64 e 65 fazem parte da expansão, referência MD.4-EX.99-00.501. As demais são existentes.

3 . TODOS OS SERVIÇOS E FORNECIMENTOS PREVISTOS NA ETAPA DE MODERNIZAÇÃO DO METRÔ-DF ESTÃO DEVIDAMENTE CARACTERIZADOS NA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE APLICAÇÃO ET.4/EX.99/00.551.DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA - MODERNIZAÇÃO

- ET.4/EX.99/00.551 - Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Especificação Técnica de Aplicação para Fornecimento de Sistemas de Proteção, Controle e

Supervisão;

- ET.4/EX.99/00.502 - Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Especificação Técnica Geral para Fornecimento de Sistemas de Proteção, Controle e Supervisão;
- ET.4/EX.99/00.553 - Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Especificação Técnica para Documentos de Projetos de Fabricação;
- DG.4/EX.99/00.552 - Subestações Retificadoras - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de Alimentação e de Tração;
- DG.3/EX.99/00.553 - Subestações Retificadoras- Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de Serviços Auxiliares;
- DG.4/EX.99/00.554 - Subestações Retificadoras, CCO e CEB - Arquitetura Geral;
- DG.4/EX.99/00.555 – Painel de Entrada de Energia - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção (PEE/HIP);
- DG.4/EX.99/00.556 - Subestações Retificadoras 14 e 62- Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Alimentadores para Contingências;
- DG.4/EX.99/00.562 – Subestação de Manutenção - Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de Alimentação e de Tração;

4 VISÃO GERAL DO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF E SPCS ASSOCIADO

4.1 SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DO METRÔ-DF

O Sistema de Energia do Metrô-DF é atualmente constituído por dezesseis Subestações Retificadoras e uma Subestação de Manutenção com barramentos em 13800 Vca, 380 Vca e 750 Vcc estrategicamente localizadas ao longo das vias dos trens. Cada Subestação Retificadora possui um conjunto de cubículos de 15 kV com a função de alimentar as cargas de tração e dos serviços auxiliares tanto da própria Subestação Retificadora como das estações de passageiros ligadas a ela.

Para a alimentação da carga de tração, em cada Subestação Retificadora, são derivados do conjunto de cubículos de 15 kV dois circuitos para alimentação de dois grupos retificadores constituídos de transformadores de tração e cubículos retificadores, com potências de 1750 kW, 2000 kW ou 2750 kW, em função da retificadora específica. Os grupos retificadores alimentam o barramento em 750 Vcc que tem a função, por sua vez, de alimentar a carga de tração. A partir desses barramentos quatro alimentadores suprem as cargas dos respectivos setores elétricos do Sistema de Tração interligados aos terceiros trilhos, vias 1(3) e 2(4). Paralelamente, são derivadas duas saídas do barramento negativo do cubículo de 1,0 kVcc para interligação com o trilho de rolamento, compondo assim o circuito de retorno do sistema de tração.

Para a alimentação dos serviços auxiliares são derivados do conjunto de cubículos de 15 kV, circuitos de 13,8 kV para alimentação de dois transformadores redundantes de 30 kVA responsáveis em suprir as cargas próprias da retificadora.

São atendidas ainda as cargas das estações de passageiros através de alimentadores radiais de 13,8 kV, que alimentam transformadores específicos de 13800/380 Vca, que

operam também de forma redundante. Para as subestações EXISTENTES as alimentações em 13,8 kV são efetuadas por chaves seccionadora fusível instaladas nos respectivos cubículos de 15 kV.

As Subestações Retificadoras são interligadas entre si através dos barramentos em 13800 Vca com a configuração em anel, de forma a aumentar a confiabilidade na alimentação elétrica destas subestações e obter um nível mínimo de qualidade de energia para o Sistema de Tração. As 16 Subestações Retificadoras EXISTENTES são interligadas conforme figura 1 deste documento e o diagrama unifilar de medição e proteção DG.3/EX.99/00.553. A interligação entre a SE Águas Claras e o PEE/HIP opera normalmente aberta em função da diferença de potencial característica do sistema CEB. 1

A Subestação Manutenção (SM) é alimentada, preferencialmente, pela SE CEB AC (Águas Claras), como alternativa há uma alimentação direta da SR9 efetuada por chave seccionadora fusível instaladas em um cubículos de 15 kV desta SR ver DG.4/EX.99/00.562.

Nas Subestações Retificadoras (SRs) existentes, abaixo relacionadas, a interligação do alimentador 1 (ver DG.4/EX.99/00.552) é feita diretamente com uma subestação de 138/13,8 kV da concessionária local CEB:

- SRs 1 e 2 – interligadas com a SE CEB BC (Brasília Centro);
- SRs 7, 8, 9 e 61 – interligadas com a SE CEB AC (Águas Claras);
- SRs 12 e 13 – interligadas com a SE CEB CS (Ceilândia Sul).

Nas SRs existentes, relacionadas abaixo, a interligação do alimentador 1 (ver DG.4/EX.99/00.552 e DG.4/EX.99/00.555) será feita com o Painel de Entrada de Energia Hípica do Metrô-DF (PEE/HIP):

- SRs 3, 4, 5 e 6 – interligadas com o PEE/HIP.

No PEE/HIP, instalação não abrigada, as UPCs deverão ser instaladas nos compartimentos de controle dos respectivos cubículos de proteção. Todas as informações analógicas e digitais das UPCs serão repassadas por fibra ótica ao QPC (Painel de Controle e Comunicação) da SR5 para a gestão de controle e interface de comunicação com o Sistema de Transmissão de Dados do Metrô-DF e, consequentemente, com o CCO.

Os serviços auxiliares das Subestações Retificadoras e Estações de Passageiros serão supridos por circuitos de Corrente Alternada 380-220 Vca e Circuitos de Corrente Contínua 125 Vcc. O sistema de 125 Vcc será alimentado através de um carregador/retificador e banco de baterias.

O objetivo deste item é dar uma visão geral do novo Sistema de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS) para esse Sistema de Alimentação Elétrica do Metrô-DF, descrito acima, a fim de melhor orientar os PROPONENTES na elaboração de suas propostas.

4.2 CONCEITOS BÁSICOS DA PROTEÇÃO APLICADOS AO METRÔ-DF

Para definir as proteções do Sistema de Alimentação de Energia ao Metrô-DF foram consideradas as premissas tradicionais como sensibilidade, rapidez, seletividade, simplicidade, superposição e custos.

Levou-se também em consideração de que todo ponto elétrico deve possuir pelo menos duas proteções com funções distintas e sempre que possível uma proteção de atuação instantânea, ou seja, sem temporização intencional.

Para a definição das proteções o Sistema de Alimentação de Energia do Metrô-DF foi dividido em 7 zonas de proteção representadas no diagrama unifilar de medição e proteção - DG.4/EX.99/00.552 e destacadas a seguir:

- ZP1: A primeira zona de proteção (87L e 67/67N) - Protege os alimentadores de 13800 Vca;
- ZP2: A segunda zona de proteção (67/67N e 51, 51N) - Protege os barramentos em 13800 Vca das Subestações Retificadoras;
- ZP3: A terceira zona de proteção (50/50N) - protege os transformadores de 13,8 kV;
- ZP4: A quarta zona de proteção - Proteções inerentes aos transformadores de Tração;
- ZP5: A quinta zona de proteção - Proteções inerentes aos Retificadores do Sistema de Tração;
- ZP6: A sexta zona de proteção é a proteção de sobrecorrente temporizada (76B) - fornecida pelo fabricante do retificador com a finalidade de proteger o trecho entre a saída do retificador e os barramentos de 1 kVcc;
- ZP7: A sétima e última zona de proteção (di/dt e 76D)– Proteção dos alimentadores para o Sistema de Tração.

Para informações mais detalhadas sobre a Rede de Alimentação ver a Especificação Técnica de Aplicação documento ET.4/EX.99/00.551.

4.3 MODULARIDADE DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, COMANDO E SUPERVISÃO.

As proteções do sistema de alimentação serão providas pelos *Intelligent Eletronic Devices* (IEDs) representados nos diagramas unifilares de medição e proteção - DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.555, DG.4/EX.99/00.556 e DG.4/EX.99/00.562 e identificados por UPC. Cada UPC está associada a um disjuntor e à proteção do circuito associado a este disjuntor. É através desses IEDs que os equipamentos associados serão supervisionados (disjuntor, chaves seccionadoras, transformadores de tração, TCs e TPs) e que o comando manual remoto dos disjuntores é efetivado. Para os disjuntores das redes em anel de 13800 Vca o comando de fechamento dos disjuntores é efetivado com prévia verificação de sincronismo (25) e com as alternativas de barra viva linha morta e barra morta linha viva (27L/27B). Os estados dos equipamentos de manobra comandados remotamente deverão ser aquisitados na mesma IED onde o comando for efetivado.

As supervisões de anormalidades (eventos de alarmes) de alguns dispositivos e circuitos não associados às UPCs (ex: contatores de via, equipamentos dos painéis de serviços auxiliares da SR) serão efetivadas, para envio ao CCO, através da UCD, única para cada Subestação Retificadora. Ver DG.4/EX.99/00.552.

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS SOLUÇÕES APLICADAS AO PROJETO

5.1 IEDs DISTRIBUIDAS POR VAO

Principalmente por questões de confiabilidade foi adotada a concepção de unidades de proteção e controle (UPCs) distribuídas por vão. Assim cada UPC associada aos vãos das Subestações Retificadoras (AL1 13,8 kV, AL2 13,8 kV, TT1, TT2, alimentador da Subestação Auxiliar, alimentador do terceiro trilho via 1(3) e alimentador do terceiro trilho via 2(4) possui as funções completas de proteção e controle implementadas. Além de maior confiabilidade operacional principalmente pela independência nas funcionalidades dos sistemas de proteção e controle esta concepção proporciona maior segurança para o sistema nas atividades de manutenção.

Nas SRs existentes, as UPCs do vão destinado ao alimentador da Subestação Auxiliar terão funções apenas de medição, pois possuem fusíveis como elemento protetor.

5.2 IEDs ABRIGADOS NOS COMPARTIMENTOS DE CONTROLE DOS CUBÍCULOS EXISTENTES DE 15 kV, DE 1,0 kVcc E NO QPC

Os IEDs de proteção e demais dispositivos do SPCS deverão ser fornecidos avulso e instalados nos Compartimentos de Controle dos Cubículos de 15 kV (Corrente Alternada) e 1,0 kVcc (Corrente Contínua) existentes.

Paralelamente, os IEDs de controle - UCD (Unidade de Controle Digital) aplicada para o Controle e Supervisão dos Serviços Auxiliares e aquisição de dados dos equipamentos de campo agregados ao sistema de energia, bem como os demais dispositivos e equipamentos de comunicação de dados serão instalados em quadro específico denominado QPC (Painel de Controle e Comunicação).

5.3 PROTEÇÕES DIFERENCIAIS PARA A PROTEÇÃO DAS REDES EM 13,8 kV

Principalmente por questões de seletividade e rapidez foi adotada a função diferencial como proteção principal das redes de alimentação do Metrô-DF. Esta é uma proteção inerentemente seletiva e consequentemente com atuação instantânea para defeitos de curto-circuito. Considerando a configuração em anel da rede de alimentação a característica seletividade torna-se relevante para uma rápida identificação do defeito e isolação somente do trecho defeituoso.

5.4 SUPERVISÃO E COMANDO DE EQUIPAMENTOS DA VIA E SISTEMA AUXILIARES

Principalmente para não desvirtuar a concepção de distribuição da IEDs por vão, onde protegem, comandam e supervisionam exclusivamente os componentes do vão correspondente e para evitar o carregamento das UPCs optou-se por uma UCD (Unidade de Controle Digital) por Subestação Retificadora para o comando e supervisão dos equipamentos de via, bem como para sistemas auxiliares aderentes à subestação.

5.5 SOLUÇÕES RELEVANTES DEFINIDAS NA ARQUITETURA DE REDES DE COMUNICAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS

Dentro da subestação, os IEDs terão duas portas de comunicação para os dados de controle e supervisão. Estas portas serão conectadas a duas redes distintas até o servidor SCADA local da subestação. A partir do SCADA local é feita a conexão com a rede TCP-IP operativa do Metrô-DF composta por cabos ópticos monomodo na interligação entre estações e terminais.

No CCO será instalado outro sistema SCADA responsável pelo gerenciamento da rede do SPCS e pela integração dos servidores SCADA locais permitindo a visualização e operação de todo o sistema a partir do CCO.

Os equipamentos ativos de rede deverão ser supervisionados pelo SPCS com a indicação e registro de alarmes, quando estes ocorrerem.

Os IEDs associados à proteção diferencial de linha também se utilizarão das fibras ópticas monomodo da rede do Metrô-DF para a comunicação entre as unidades instaladas nas extremidades das linhas.

5.6 INTERFACE DE COMUNICAÇÃO COM O CCO

Tanto para as subestações a serem modernizadas como para as novas Subestações Retificadoras a interface com o CCO será feita através da rede TCP-IP operativa do Metrô-DF. Nos painéis do SPCS serão instalados switches e servidores de supervisão e operação (SCADA) local que serão conectados à rede operativa para distribuição dos sinais para o CCO.

No CCO serão instalados os servidores do SPCS também ligados à rede operativa. A conexão da rede operativa com a rede corporativa do Metrô-DF para acesso à operação e supervisão a partir de computadores do Metrô-DF será gerenciada por firewall.

Para o CCO deverá ser implementado um Sistema de Supervisão e Controle integrado aos sistemas das subestações, com redundância de hardware e softwaree recursos para operação remota (CCO) a partir de estações "client" interligadas pela rede corporativa do Metrô-DF. O sistema a ser implementado permitirá o desenvolvimento de telas gráficas contendo informações sobre estados de equipamentos, atuação de proteções, comando de equipamentos, supervisão de alarmes, geração de gráficos, armazenamento de histórico de eventos e alarmes com recursos de filtros e pesquisa.

A desativação do atual sistema de supervisão do Sistema de Energia implantada no CCO

será de responsabilidade do fornecedor do Sistema de Sinalização e Controle, estando esse serviço, portanto, fora deste fornecimento.

5.7 BASE DE DADOS IMPLANTADA NO CCO

Os servidores de cada subestação serão responsáveis pelo processamento dos eventos locais e distribuição das informações para a central de operação do sistema de energia do Metrô-DF, a ser implementado no CCO de forma redundante. O armazenamento e a distribuição dos dados de históricos de alarmes e eventos, para geração de gráficos de análise e tendências e para a operação através da interface gráfica, com a representação dos sistemas supervisionados será feita tanto localmente quanto no CCO em bases distintas.

O acesso dos operadores aos recursos do sistema é definido pelas atribuições de grupo dadas a um determinado operador. O acesso remoto dos operadores deve ser possível através de browsers convencionais a partir de computadores ligados à rede TCP-IP corporativa do Metrô-DF. Assim, um usuário que tiver permissões de acesso à rede do Metrô-DF utilizando um computador ligado à rede do Metrô-DF com uma conta e senha validadas pelo servidor do SPCS pode acessar e operar, dentro das restrições de grupo que lhe forem atribuídas, o SPCS do Metrô-DF.

5.8 PADRONIZAÇÃO PARA A ELABORAÇÃO DOS DOCUMENTOS DE PROJETOS EXECUTIVOS

Foram apresentadas em documentos específicos, que fazem parte deste Projeto Básico do SPCS, orientações para a elaboração dos Projetos de Fabricação e Projetos Executivos a serem elaborados pela CANTRATADA. Esta padronização define a estrutura dos projetos e o nível de detalhes das informações requerida pelo Metrô-DF.

6 CONDIÇÕES GERAIS SOBRE SERVIÇOS E FORNECIMENTOS APLICADOS NA MODERNIZAÇÃO

Os Serviços de Fornecimento do Sistema de Proteção Controle e Supervisão (SPCS), com tecnologia digital, incluindo todo meio de comunicação nas Retificadoras e interface de comunicação com o CCO, para a modernização das instalações mencionadas acima estão devidamente caracterizados no item 7 – Sumário do Fornecimento do documento ET.4/EX.99/00.551– Especificação Técnica de Aplicação para o Fornecimento do Sistema de Proteção Controle e Supervisão (SPCS).

6.1 PLANO DE MODERNIZAÇÃO

Para implantação da Modernização do Sistema de Proteção e Controle nas Subestações Retificadoras Existentes será necessário, que a CONTRATADA apresente, durante as reuniões de workstatement, um Plano de Modernização, o qual deverá ser submetido à aprovação do Metrô-DF.

O Plano de Modernização deverá considerar as limitações para execução dos serviços

em função das instalações estarem energizadas e em operação.

Em Linhas Gerais o Plano de Modernização deverá:

- Considerar a disponibilidade de horário de desenergização diária da SR permitida pela operação do sistema. Estes horários poderão ser disponibilizados no período de 1:00h às 5:00hs da madrugada, quando o sistema de trens estiver fora de operação;
- Considerar que, uma SR por vez poderá, eventualmente, ficar desenergizada. Contudo, para esse caso, deverá ser previsto o atendimento às seguintes limitações:
    - As Subestações Auxiliares das Estações de Passageiros, alimentadas pela respectiva SR, deverão estar permanentemente supridas de energia elétrica, quer por adequação nas instalações das SRs, quer por fonte alternativa;
    - Caso seja necessário uma reenergização de emergência da referida SR, para atender as instalações de tração do Metrô-DF em operação devido a falha nas SRs adjacentes ou necessidades operativas do Metrô-DF, essa deverá ser efetuada em tempo mínimo de 15 minutos. Para tanto, deverão ser previstas instalações provisórias paralelas, com as proteções mínimas necessárias para o sistema. Tais instalações e manobras deverão estar devidamente testadas e aptas para ocorrerem durante todo o período dos serviços de modernização da SR.

- Considerar que todos os serviços a serem realizados nos horários de desligamento disponibilizados pela operação do sistema não poderão de forma alguma comprometer o retorno à operação;
- A CONTRATADA deverá considerar nos seus serviços todos os custos necessários a atender o processo de Modernização de forma manter as instalações energizadas e/ou preparadas para serem energizadas de acordo com o exposto acima e conforme as necessidades operacionais do Metrô-DF;
- Relacionar, com detalhes, inclusive cronogramas de execução, todas as providências nas atividades de modernização em uma SR como:
    - Estabelecimento do canteiro de obras na SR;
    - Armazenamento dos painéis e dispositivos do SPCS entre o período de recebimento no campo e a montagem;
    - Autorização do Metrô-DF para o início dos serviços;
    - Períodos necessários de desligamentos;
    - Períodos de trabalho com riscos de desligamentos;
    - Tipos de atividades de montagem e testes que necessitaram de desligamentos.

6.2 ADEQUAÇÃO DAS LIGAÇÕES DOS TCs DAS SRs EXISTENTES

Nas SRs existentes há TCs dotados de dois enrolamentos sendo:

- Enrolamento 1: Classe 10B50 – aplicados nos circuitos de proteção;

- Enrolamento 2: Classe 0,6C10 – aplicados nos circuitos de medição operacional.

Ocorre que com a aplicação das novas IEDs as proteções e medições estão agrupadas no mesmo equipamento. Assim não mais é necessária a aplicação de dois enrolamentos com classes distintas para as funções de proteção e medição, respectivamente.

Em função disso o Projeto Executivo deverá considerar as ligações apenas no Enrolamento 1 com classe 10B50 e prever o curto-circuito dos enrolamentos com classe de precisão 0,6C10.

Nas SRs existentes os vãos de alimentação das Subestações Auxiliares (podendo ser 1, 2 ou 3 vãos por SR) não possuem TCs. Deve ser instalado um TC por vão que alimenta a Subestação Auxiliar.

6.3 REAPROVEITAMENTO DE CABOS EXISTENTES

Conforme tratado no item 7 do Sumário do Fornecimento da Especificação Técnica de Aplicação (ET.4/EX.99/00.551) todos os cabos interligados com o Painel de Controle Existente, o qual será substituído, deverão ser retirados e não reutilizados. A exceção a essa regra será feita com relação aos cabos interligados com as seccionadoras e contatoras de via. Assim, o fornecedor do sistema poderá aproveitar os cabos de controle de interligação de campo (ligação das seccionadoras e contatoras de via) efetuando as identificações e adequações de projeto para esse reaproveitamento. Nas Subestações Retificadoras estes cabos serão conectados no QPC, parte integrante deste fornecimento. Caso haja problemas de comprimento destes cabos existentes para a conexão nos QPCs será admissível a extensão através de borneiras acondicionadas em um painel específico e instalado em local sugerido pela CONTRATADA. Estas soluções precisam ser previamente aprovadas pelo Metrô DF.

Com a modernização do SPCS, as informações associadas ao controle e proteção dos cubículos (processadas pelos IEDS) trafegarão através das fibras ópticas que interligam os cubículos ao QPC de cada SR.

6.4 ADEQUAÇÕES NOS EQUIPAMENTOS EXISTENTES DE CORRENTE CONTÍNUA 750 Vcc

Deverá ser feita também a modernização do Sistema de Curto-Circuitamento Negativo-Terra e da Proteção de Fuga a Terra, atualmente implantados nas subestações existentes, por novas tecnologias conforme especificado na Especificação Técnica Geral (ET.4/EX.99/00.502) de modo a padronizar tal sistema em todas as Subestações Retificadoras existentes.

Portanto, o fornecedor deverá efetuar nas SRs existentes a devida adequação no conjunto de cubículos de 1,0 kVcc de forma a eliminar todas as ligações e equipamentos referente a instalação atualmente implantada para Curto-Circuitamento negativo-terra de forma a implantar a nova tecnologia.

De maneira análoga ao tratado acima, caberá ao fornecedor eliminar todas as instalações

atualmente implantadas nos cubículos retificadores e no cubículo de 1,0 kVcc referente a Fuga a Terra implantando nova tecnologia como tratado na especificações técnicas dos Sistema de Proteção documentos ET.4/EX.99/00.551e ET.4/EX.99/00.502.

Como destacado no Sumário de Fornecimento do documento ET.4/EX.99/00.551 na adequação dos equipamentos deverá ser prevista a recuperação da chaparia dos equipamentos de modo a não ficar exposto qualquer rasgo no painel, decorrente da eliminação das instalações existentes.

6.5 PROJETOS

Como também destacado no Sumário de Fornecimento do documento ET.4/EX.99/00.551, caberá ao Fornecedor do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão do Sistema de Energia elaborar os Projetos Executivos e de Fabricação de todas as instalações envolvendo o sistema. Para execução desse serviço o Fornecedor deverá considerar os requisitos apresentados na Especificação Técnica ET.4/EX.99/00.553.

Nas instalações a serem Modernizadas os desenhos existentes envolvendo o Sistema de Proteção, Controle e Supervisão serão eliminados e substituídos por desenhos novos com a mesma estruturação dos desenhos a serem desenvolvidos para as novas SRs padronizando dessa forma todo o projeto.

O Metrô-DF irá disponibilizar os desenhos das SRs existentes, com objetivo do projetista identificar os pontos para interligação dos componentes e equipamentos não modernizados, a fim da sua efetiva incorporação no novo projeto.

Eventuais dúvidas sobre o desenvolvimento do projeto na etapa de elaboração da proposta deverão ser esclarecidas na visita técnica do PROPONENTE às instalações do Metrô-DF.

7 CERTIFICAÇÃO FUNCIONAL EM FÁBRICA E COMISSIONAMENTO

Caberá à CONTRATADA executar o teste funcional em fábrica do conjunto de todos os equipamentos do SPCS a serem fornecidos. O menor conjunto a ser submetido aos testes de uma plataforma deverá ser aquele constituído pelos dispositivos do SPCS de uma subestação, incluindo as UPCs e UCDs, os equipamentos de comunicação, servidores do CCO, com seus respectivos aplicativos. Nesse teste deverão ser avaliadas todas as funcionalidades do conjunto de cada subestação.

Para execução dos testes em fábrica à CONTRATADA deverá elaborar e aprovar junto ao Metrô-DF o documentos Roteiro de Testes em Fábrica específico para cada Subestação Retificadora, o qual deverá seguir o padrão disponibilizado pelo Metrô-DF no documento PT.4/EX.99/00.501 - Padrão de Engenharia – Roteiro de Testes.

Caberá também à CONTRATADA executar o comissionamento de todas as instalações incluindo todos os Testes Específicos para cada equipamento e componente e os Testes Integrados do conjunto de equipamentos do Sistema de Proteção e Controle – SPCS abrangendo cada subestação separadamente e todas as subestações em conjunto com o

CCO.

Da mesma forma, caberá à CONTRATADA elaborar e aprovar junto ao Metrô-DF o documento Roteiro de Comissionamento específico para cada subestação, e o Roteiro de Comissionamento Geral, os quais deverão seguir o padrão disponibilizado pelo Metrô-DF no documento PT.4/EX.99/00.501 - Padrão de Engenharia – Roteiro de Testes.

8 TELECOMUNICAÇÕES

O Metrô-DF será responsável pelo fornecimento dos recursos de telecomunicações para a implantação de todas as conexões necessárias ao funcionamento integrado do sistema entre o Centro de Comando Operacional (CCO) as subestações e subestações da CEB. No entanto são escopo deste fornecimento todas as interfaces necessárias, em cada subestação, para integrar o SPCS aos sistemas de telecomunicações do Metrô-DF.

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5C-FD-0501-0

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA N° 5060007017

OBS: DESENHOS DE REFERÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO. AS IDENTIFICAÇÕES ESPECÍFICAS DE IEDs, BORNES TERMINAIS, GRANDEZAS ELÉTRICAS, ETC, INDICADAS NESTE DOCUMENTO SÃO ORIENTATIVAS. OS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO DEVEM ASSUMIR SUAS IDENTIFICAÇÕES PRÓPRIAS.

METRÔ - DF

SISTEMA
ENERGIA

SUB-SISTEMA
SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

VISTO	DATA	LOCAL	
ELJ/RJF	12/03/14	GERAL	
APROVADO	DATA	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO	AREA DE CONST.
OOP	24/04/14	BASE DE DADOS PADRÃO DE ENGENHARIA	-
ESCALA	ETAPA DO PROJ.		
S/ESC.	Básico		
N MICROFILME	FOLHA	CODIFICAÇÃO	REVISÃO
	1/7	**DB.4/EX.99/00.501**	**1**

1	APROVADO CONF. PARECER Nº059/14 TDME ENERGIA	24/04/14	ITF	MS	ITF	ELJ/RJF	OOP
0A	REVISADO CONF. PARECER Nº040/14 –TDME ENERGIA	10/04/14	WLJ	LPdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	12/03/14	WLJ	LPdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
DB.4/EX.99/00.501

PADRÃO DE ENGENHARIA

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5
2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 5
3 DADOS DIGITAIS 5
4 DADOS ANALÓGICOS 7

1 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar um modelo de Base de Dados que servirá de referência na execução do projeto de expansão do Metrô-DF.

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- PT.4/EX.99/00.501 - Sistema de Comando e Proteção Elétrica - Roteiro de Teste.

3 DADOS DIGITAIS

Ponto	*TAG*	*Descrição*	*Lista de Evento*	*Alarme*	*Estado 0*	*Estado 1*
UPC1-AX/ED001-ED002	52LT1POS	XXXX-XX Posição Disjuntor	SIM	SIM	Aberto	Fechado
UPC1-AX/ED003	52LT174MFD	XXXX-XX 74 Mola Fech Descarregada	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED004	52LT174B1A	XXXX-XX 74 Superv Bob 1 Abertura	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED005	52LT174B2A	XXXX-XX 74 Superv Bob 2 Abertura	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED006	52LT174FTM	XXXX-XX Falta Tensão Motor	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED007	52LT143LR	XXXX-XX 43 Chave Local/Remoto	SIM	SIM	Local	Remoto
UPC1-AX/ED008	QPC1AX721	QPC1-AX 72.1/3~6 Pol. 1 MiniDj	SIM	SIM	Fechado	Aberto
UPC1-AX/ED010	52LT127TCA1F	XXXX-XX 27 Falta Tensão Circ Abe1/Fech	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED011	52LT127TCA2	XXXX-XX 27 Falta Tensão Circ Aber 2	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED012	UPC1AX95	UPC1-AX 95 Bloco de Teste UPC1	SIM	SIM	Teste	Normal
UPC1-AX/ED013	52LT1POSEX	XXXX-XX Posição Extraído	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED014	52LT1POST	XXXX-XX Posição Teste	SIM	SIM	Normal	Teste
UPC1-AX/ED015	52LT1POSI	XXXX-XX Posição Inserido	SIM	SIM	Desatuado	Atuado
UPC1-AX/ED016	QPC1AX52	QPC1-AX 52 Aq/Il/Tom QPC1 MiniDj	SIM	SIM	Fechado	Aberto
UPC1-AX/ED017	QPC1AX52CUB15	QPC1-AX 52 Aq/Il/Tom Cubículos 15kV MiniDj	SIM	SIM	Fechado	Aberto
UPC1-AX/ED018	SWITCHESIRF	XXXX-XX Defeito Crítico (IRF) Switches	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED025	TPCP4AXY	XXXX-XX TP4AX–Y Enrol Ctrl/Prot	SIM	SIM	Fechado	Aberto
UPC1-AX/ED027	TPCPBY	XXXX-XX TPB–Y Enrol Ctrl/Prot	SIM	SIM	Fechado	Aberto
UPC1-AX/ED029	UPC1BX27125C	UPC1-BX 27 Falta 125Vcc UPC1-BX	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/ED030	UPC1BXIRF	UPC1-BX Defeito Crítico (IRF) UPC1-BX	SIM	SIM	Normal	Alarme

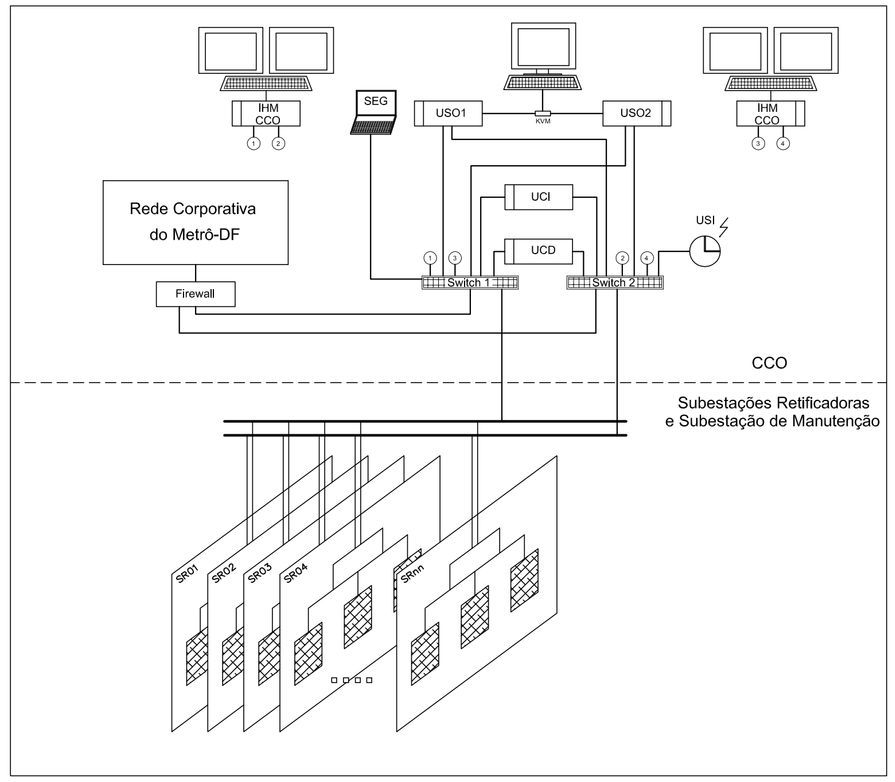
Ponto	*TAG*	*Descrição*	*Lista de Evento*	*Alarme*	*Estado 0*	*Estado 1*
UPC1-AX/Lógica	52LT1P01	XXXX-XX Posição Indefinida	SIM	SIM	Normal	Alarme
UPC1-AX/Lógica	52LT1CVM	XXXX-XX Cartão Não Opere	SIM	NÃO	Retirado	Colocado
UPC1-AX/Lógica	52LT1CAM	XXXX-XX Cartão Linha Viva	SIM	NÃO	Retirado	Colocado
UPC1-AX/Lógica	52LT1ITAB	XXXX-XX Intertrav Abertura	SIM	NÃO	Retirado	Colocado
UPC1-AX/Lógica	52LT1ITFC	XXXX-XX Intertrav Fechamento	SIM	NÃO	Retirado	Colocado
UPC1-AX/Lógica	52LT1TOA	XXXX-XX Tempo Excessivo Abrir	SIM	SIM	Desatuado	Atuado
UPC1-AX/Lógica	52LT1TOF	XXXX-XX Tempo Excessivo Fechar	SIM	SIM	Desatuado	Atuado
UPC1-AX/Lógica	52LT186	XXXX-XX 86 Bloqueio Fechamento Disj	SIM	SIM	Desbloqueado	Bloqueado
UPC1-AX/Lógica	52LT125OK	XXXX-XX 25 Sincronismo Verificado	NÃO	NÃO	Desatuado	Atuado
UPC1-AX/Proteção	52LT187LFA	XXXX-XX 87L Prot Diferencial Linha FA	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT187LFB	XXXX-XX 87L Prot Diferencial Linha FB	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT187LFV	XXXX-XX 87L Prot Diferencial Linha FV	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT167IFA	XXXX-XX 67 SobreCor Dir Fase Inst FA	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT167IFB	XXXX-XX 67 SobreCor Dir Fase Inst FB	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT167IFV	XXXX-XX 67 SobreCor Dir Fase Inst FV	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT167NI	XXXX-XX 67N SobreCor Dir Neutro Inst	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT167T	XXXX-XX 67 SobreCor Dir Fase Temp	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT167NT	XXXX-XX 67N SobreCor Dir Neutro Temp	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT15051	XXXX-XX 50/51 Proteção SobreCorrente	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT15051N	XXXX-XX 50/51N Proteção SobreCor Neutro	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT15062BF	XXXX-XX 50/62BF Prot Falha Disjuntor	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Proteção	52LT1PSOTF	XXXX-XX Prot Energ sob Falta SOTF	SIM	SIM	Normal	Desligamento
UPC1-AX/Comando	52LT1CAF	Cmd Abrir/Fechar	NÃO	NÃO	Abrir	Fechar
UPC1-AX/Comando	52LT1CCVM	Cmd Cartão Não Opere	NÃO	NÃO	Retirar	Colocar
UPC1-AX/Comando	52LT1CCAM	Cmd Cartão Linha Viva	NÃO	NÃO	Retirar	Colocar
UPC1-AX/Comando	52LT1CRCAM	Cmd Retirar Cartão Linha Viva	NÃO	NÃO	(t)	Executar
UPC1-AX/Comando	52LT1CRCVM	Cmd Retirar Cartão Não Opere	NÃO	NÃO	(t)	Executar

Ponto	*TAG*	*Descrição*	*Lista de Evento*	*Alarme*	*Estado 0*	*Estado 1*
UPC1-AX/Lógica	UPC1AXHFC	UPC1-AX Falha Comunicação	NÃO	SIM	Normal	Alarme

4 DADOS ANALÓGICOS

EQP	*Ponto*	*TAG*	*DESCRIÇÃO*
UPC1-AX	Analógico	QPC1AXMIFA	Corrente Fase A
UPC1-AX	Analógico	QPC1AXMIFB	Corrente Fase B
UPC1-AX	Analógico	QPC1AXMIFV	Corrente Fase V
UPC1-AX	Analógico	QPC1AXMVFA	Tensão Fase A
UPC1-AX	Analógico	QPC1AXMVFB	Tensão Fase B
UPC1-AX	Analógico	QPC1AXMVFV	Tensão Fase V
UPC1-AX	Analógico	QPC1AXMVB	Tensão Barra

Topologia Geral da Rede



NOTAS:

1 – APENAS AS UPCs DOS CUBÍCULOS 2 E 3 (DISJUNTORES DE ENTRADAS) DO PAINEL 15kV CONTARÃO COM A PROTEÇÃO 87L, OU SEJA, NECESSITARÃO DE FIBRA DEDICADA INTERLIGANDO DIRETAMENTE DUAS UPCs.

2 – A PROTEÇÃO 87L UTILIZARÁ FIBRAS DEDICADAS DOS CABOS DE FIBRA ÓTICA DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS DO METRÔ–DF

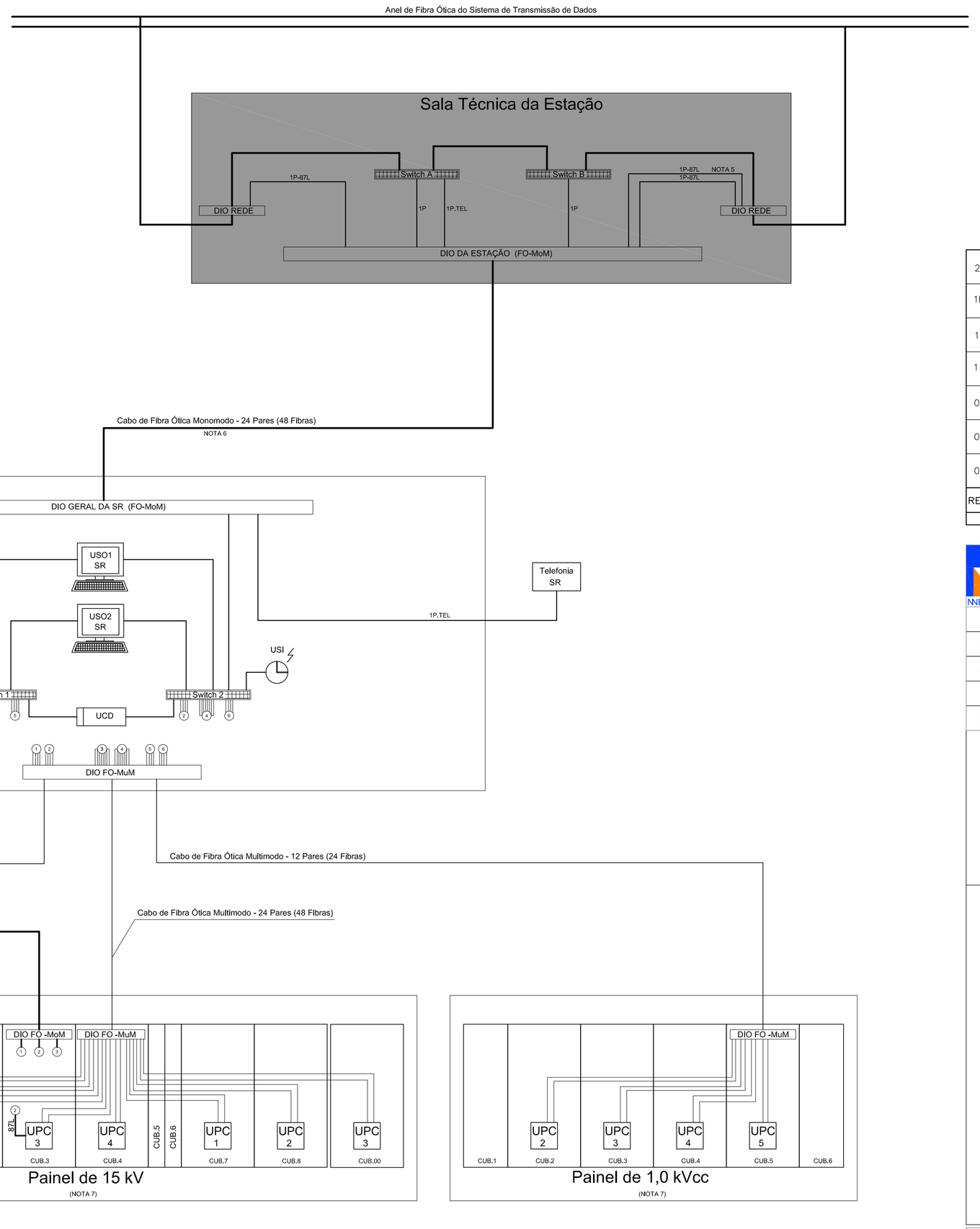
3 – AS FIBRAS ÓTICAS ASSOCIADAS AO RAMAL DE ENTRADA CEB, INCLUÍDO A FIBRA DEDICADA PARA PROTEÇÃO 87L, SERÃO DE RESPONSABILIDADE DA CONCESSIONARA

4 – PARA MAIS INFORMAÇÕES SOBRE A ARQUITETURA VER AS ESPECIFICAÇÕES ET.4/EX.99/00.501 E ET.4/EX.99/00.502.

5 – APLICÁVEL APENAS NAS INSTALAÇÕES REFERENTES ÀS SRs 15 E 63.

6 – CABO FORNECIDO NO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS.

7 – AS LIGAÇÕES ÓTICAS INTERNAS AOS EQUIPAMENTOS (QPC, CUB.15kV, CUB.1,0kVcc E PEEs) DEVERÃO SER REALIZADAS EM FÁBRICA PELOS FORNECEDORES DOS EQUIPAMENTOS.



REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
			METRO–DF			METRO–DF	
2	APROVADO CONFORME PARECER 0536/14–TEN	15/12/14	ITF	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
1B	ATENDENDO AO PARECER 0493/14 – TEN E OS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO DE 20/11/14	21/11/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
1A	CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ–DF	28/08/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
1	APROVADO CONFORME PARECER 021/14 – TDME	27/02/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0B	ATENDIMENTO PARECER 001/14 DE 09/01/2014	27/02/14	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0A	ATENDIMENTO PARECER 049/13 DE 10/10/2013	12/12/13	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/EML RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	12/08/13	WLJ	RGCdA	JoWe	ELJ/EML RJF	OOP

R E V I S Õ E S

METRÔ-DF | ENGEVIX | P00160/01-5C-DU-0504-1

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETARIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO / WEBERT LIMA JESUS
RESPONSAVEL TECNICO	

PROPRIETARIO

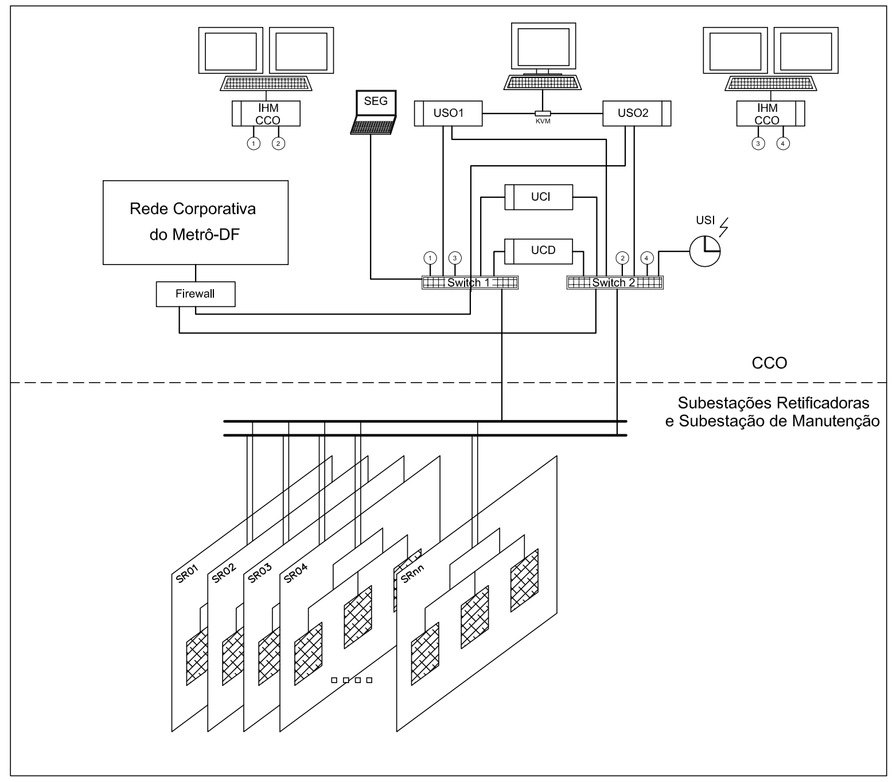
IDYLIO THOMAZINI FILHO — Nº CREA 5060007017–SP

METRO–DF

SISTEMA	ENERGIA (EXPANSÃO)
SUB–SISTEMA	SISTEMA DE PROTEÇÃO ELÉTRICA
VISTO: ELJ/RJF — DATA: 06/11/13	LOCAL: SUBESTAÇÕES TÍPICAS
APROV.: OOP — DATA: 15/12/13	COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO: ARQUITETURA GERAL
ESCALA: S/ESCALA — ETAPA DE PROJ.: BÁSICO	
Nº MÍDIA — FOLHA: 1/1	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.504 — REVISÃO: 2

Projeto Básico Arquitetura Geral_DG.4/EX.99/00.504_SEI.00097.0001681/2020.71 pag.477

Topologia Geral da Rede



NOTAS:

1 – APENAS AS UPCs DOS CUBÍCULOS 2 E 3 (DISJUNTORES DE ENTRADAS) DO PAINEL 15kV CONTARÃO COM A PROTEÇÃO 87L, OU SEJA, NECESSITARÃO DE FIBRA DEDICADA INTERLIGANDO DIRETAMENTE DUAS UPCs.

2 – A PROTEÇÃO 87L UTILIZARÁ FIBRAS DEDICADAS DOS CABOS DE FIBRA ÓTICA DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS DO METRÔ–DF

3 – AS FIBRAS ÓTICAS ASSOCIADAS AO RAMAL DE ENTRADA CEB, INCLUÍDO A FIBRA DEDICADA PARA PROTEÇÃO 87L, SERÃO DE RESPONSABILIDADE DA CONCESSIONARA

4 – PARA MAIS INFORMAÇÕES SOBRE A ARQUITETURA VER AS ESPECIFICAÇÕES ET.4/EX.99/00.501 E ET.4/EX.99/00.502.

5 – APLICÁVEL APENAS NAS INSTALAÇÕES REFERENTES ÀS SRs 14 E 62.

6 – CABO FORNECIDO NO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS.

7 – PARA O QPC E PEE/HIP AS LIGAÇÕES ÓTICAS INTERNAS DOS EQUIPAMENTOS DEVERÃO SER REALIZADAS EM FÁBRICA PELOS FORNECEDORES DOS EQUIPAMENTOS.

8 – PARA AS SRs/SM A SEREM MODERNIZADAS AS LIGAÇÕES ÓTICAS INTERNAS AOS CUBÍCULOS DE 15kV E 1,0kVcc SERÃO REALIZADAS EM CAMPO NA ADEQUAÇÃO DOS CITADOS EQUIPAMENTOS.

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
						METRO–DF	METRO–DF
1	APROVADO CONFORME PARECER 0536/14–TEN	15/12/14	ITF	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	ATENDENDO AO PARECER 0493/14 – TEN E OS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO DE 20/11/14	21/11/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL, CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ–DF	28/08/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP

R E V I S Õ E S

METRÔ-DF | ENGEVIX | P00160/01-5C-DU-0554-0

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETARIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO / WEBERT LIMA JESUS
RESPONSAVEL TECNICO	

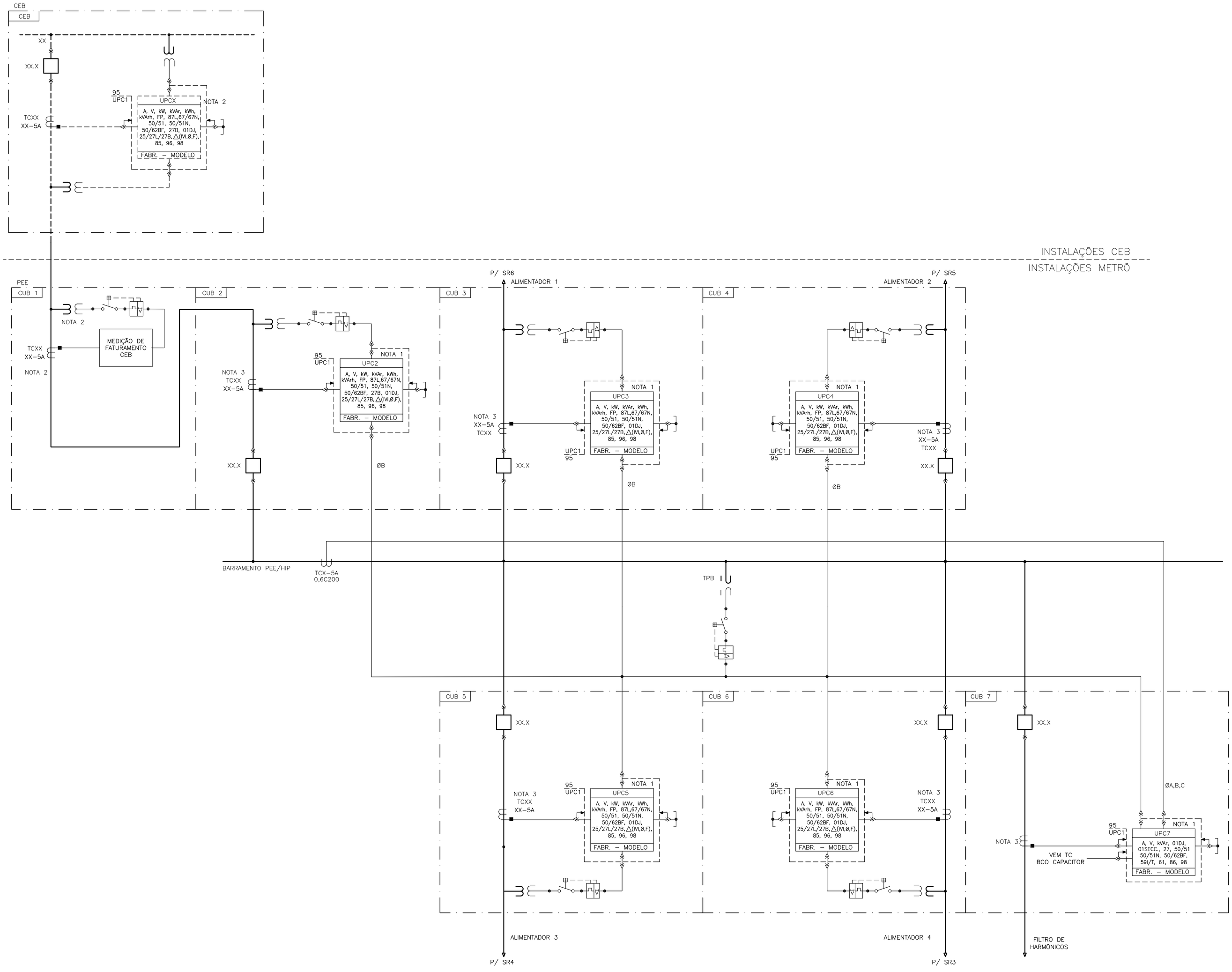
PROPRIETARIO

IDYLIO THOMAZINI FILHO — Nº CREA 5060007017–SP

METRO–DF

SISTEMA	ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)
SUB–SISTEMA	SISTEMA DE PROTEÇÃO ELÉTRICA
VISTO: ELJ/RJF — DATA: 28/08/14	LOCAL: SUBESTAÇÕES TÍPICAS
APROV.: RMP — DATA: 15/12/13	COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO: ARQUITETURA GERAL
ESCALA	ETAPA DE PROJ.
Nº MÍDIA	FOLHA: 1/1
CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.554	REVISÃO: 1

Projeto Básico - Arquitetura Geral\DG.4\EX.99\00.554\1550129471 SEI 0090070001681/2020 71 / pg. 478



LEGENDAS:

1 – CEB – COMPANHIA ENERGÉTICA DE BRASÍLIA.
2 – PEE – PAINEL DE ENTRADA DE ENERGIA.
3 – 01DJ – COMANDO E SUPERVISÃO DO DISJUNTOR.
4 – 25/27L/27B – VERIFICAÇÃO DE SINCRONISMO E DE BARRA VIVA LINHA MORTA E LINHA VIVA BARRA MORTA.
5 – 27 – SUBTENSÃO
6 – 50/51 – SOBRECORRENTE DE FASE, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
7 – 50/51N – SOBRECORRENTE DE NEUTRO, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
8 – 67 – SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE FASE, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
9 – 67N – SOBRECORRENTE DIRECIONAL DE NEUTRO, INSTANTÂNEA E TEMPORIZADA.
10 – 87L – DIFERENCIAL DE LINHA.
11 – 95 UPC – BLOCO DE TESTE.
12 – 98 – OSCILOGRAFIA.
13 – MINIDISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO.

ATUAÇÃO DAS PROTEÇÕES:

1 – SE CEB UPC1AX, SR ADJACENTE UPC1AX – SR UPC1AX E UPC2BX

1.1 – 67 – INSTANTÂNEO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + EMITE/RECEBE POTT + PARTE 50/62BF.
1.2 – 67 – TEMPORIZADO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.3 – 67N – INSTANTÂNEO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + EMITE/RECEBE POTT + PARTE 50/62BF.
1.4 – 67N – TEMPORIZADO–SOBREALCANCE: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.5 – 50, 50N – INSTANTÂNEO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.6 – 51, 51N – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA 52 + PARTE 50/62BF.
1.7 – 50/62BF – TEMPORIZADO: ACIONA ALARME + DESLIGA DISJUNTORES ADJACENTES AO 52 + ATUA 86.
1.8 – 27 – INSTANTÂNEO E TEMPORIZADO: ACIONA ALARME, LIGA/DESLIGA DISJUNTORES NOS PEEs.

NOTAS:

1 – UPCs A SEREM INSTALADAS EM COMPARTIMENTOS ESPECÍFICOS DOS CUBÍCULOS DE FORÇA DE 15kV.
2 – NÃO FAZ PARTE DO FORNECIMENTO, OS TCS' E TPS' DA MEDIÇÃO DE FATURAMENTO, SERÃO DISPONIBILIZADOS PELA CEB PARA MONTAGEM NO CUB.1 DO PEE.
3 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO, NÚMERO DE SECUNDÁRIOS E CLASSE DE PRECISÃO VER NO DOCUMENTO DE REF. MC.4/EX.99/00.101.
4 – A UPC5 DEVERÁ EFETUAR O CONTROLE DE FATOR DE POTÊNCIA NO PEE, PARA MANOBRA DAS CHAVES A ÓLEO DOS FILTROS. MAIS INFORMAÇÕES VER NO DOCUMENTO DE REF. ET.4/EX.99/00.501

REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
						METRO–DF	METRO–DF
1	APROVADO CONFORME PARECER 0536/14 – TPSF	15/12/14	ITF	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	ATENDENDO AO PARECER 0493/14 – TEN E OS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO DE 20/11/14	21/11/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL, CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ–DF	28/08/14	ECoA	AJCN	ITF	ELJ/RJF	RMP

R E V I S Õ E S

METRÔ-DF | ENGEVIX | P00160/01-5C-DU-0555

SETOR	HÍPICA
ENDEREÇO	
PROPRIETARIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO / WEBERT LIMA JESUS
RESPONSAVEL TECNICO	

PROPRIETARIO

IDYLIO THOMAZINI FILHO — Nº CREA 5060007017–SP

METRO–DF

VISTO ELJ/RJF	DATA 28/08/14
APROV. RMP	DATA 15/12/13
ESCALA S/ESCALA	ETAPA DE PROJ. BÁSICO
Nº MÍDIA	FOLHA

SISTEMA: ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)
SUB–SISTEMA: SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
LOCAL: PONTOS DE ENTRADA DE ENERGIA
COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO: DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO PAINEL DE ENTRADA DE ENERGIA (PEE/HIP)
CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.555
REVISÃO: 1

Projeto Básico - Diagrama Unifilar - DG.4/EX.99/00.555 - REV.1 - 28/08/14 - 17:39:47

Metrô - DF	ENGEVIX	P00160/01-5C-ET-0553

SETOR	SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	Metrô - DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO / WEBERT LIMA JESUS
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

Metrô - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA Nº 5060007017-SP

Metrô - DF

SISTEMA
ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)

SUB-SISTEMA
SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA

VISTO	DATA	LOCAL	
ELJ/RJF	27/08/2014	GERAL	
APROVADO	DATA	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO	AREA DE CONST.
RMP	15/12/2014	SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 13800 Vca/380 Vca/750 Vcc ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS DO SISTEMA DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO - SPCS	-
ESCALA	ETAPA DO PROJ.		
S/ESC.	Básico		
N MICROFILME	FOLHA	CODIFICAÇÃO	REVISÃO
	1/9	ET.4/EX.99/00.553	**1**

1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0536/14-TEN	15/12/2014	WLJ	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	ATENDENDO PARECER TÉCNICO 0493/14-TEM E OS COMENTÁRIOS MDF EM REUNIÃO 20/11/14	21/11/14	WLJ	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	27/08/2014	WLJ	ITF	ITF	ELJ/RJF	RMP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		ENGEVIX				**Metrô - DF**	
R E V I S Õ E S							

Metrô DF

ET.4/EX.99/00.553

SISTEMA DE ENERGIA

PROJETO BÁSICO

ÍNDICE

1 OBJETIVO 5

2 RELAÇÃO DOS DOCUMENTOS DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃOE EXECUTIVOS 6

3 ESTRUTURAÇÃO DOS DOCUMENTOS DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS 8

4 REQUISITOS TÉCNICOS 10

1 OBJETIVO

A presente especificação tem por objetivo definir procedimentos para a elaboração dos Projetos de Fabricação, Projetos Executivos e revisões em projetos existentes do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão – SPCS para as subestações do Metrô-DF e a serem elaborados pela CONTRATADA.

2 RELAÇÃO DOS DOCUMENTOS DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃOE EXECUTIVOS

Projetos de Fabricação

Projetos de Fabricação é o conjunto de documentos associados ao fornecimento e necessários à fabricação e testes, em fábrica, do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS). São documentos específicos e permanentes para cada instalação ou vão da instalação, desenvolvidos conforme esta especificação. Deverão ser elaborados pelo fornecedor do SPCS.

A seguir a relação dos documentos dos projetos de fabricação contemplados por esta especificação. Todos estes documentos possuem formatação e conteúdo específicos definidos através dos padrões de Engenharia do Metrô-DF.

- Lista de Documentos;
- Diagramas Unifilares de Medição e Proteção;
- Diagrama Geral de Arquitetura;
- Diagramas Trifilares e Funcionais;
- Diagramas Lógicos;
- Desenhos Construtivos de Painéis;
- Base de Dados;
- Roteiro de Testes;
- Telas do SPCS

Os Padrões de Engenharia têm por objetivo apresentar os modelos a serem seguidos na elaboração destes Projetos de Fabricação. Assim as informações contidas nestes padrões não têm por objetivo abranger todo o sistema. Os padrões serão entregues ao fornecedor do SPCS durante a reunião de Consolidação do Fornecimento (Workstatement).

Projetos Executivos

Projetos Executivos é o conjunto de documentos associados ao fornecimento e necessários à montagem, no campo, do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão (SPCS). São documentos específicos e permanentes para cada instalação ou vão da instalação, desenvolvidos conforme esta especificação. Deverão ser elaborados pelo fornecedor do SPCS.

A seguir a relação dos documentos dos Projetos Executivos contemplados por esta especificação. Todos estes documentos possuem formatação e conteúdo específicos definidos através dos padrões de Engenharia do Metrô-DF.

- Lista de Documentos;
- Diagramas de Interligação dos Cabos de Controle e Força;
- Lista de Cabos de Controle e Força e Ocupação de Eletrodutos;

Os Padrões de Engenharia têm por objetivo apresentar os modelos a serem seguidos na elaboração dos Projetos Executivos. Assim as informações contidas nestes padrões não têm por objetivo abranger todo o sistema. Os padrões serão entregues ao fornecedor do SPCS durante a reunião de Consolidação do Fornecimento (Workstatement).

Revisões em projetos existentes

Todos os desenhos associados aos sistemas de proteção, comando e controle, existentes, deverão ser formalmente cancelados e substituídos pelos novos desenhos a serem elaborados para a modernização e em de acordo com os Padrões de Engenharia e desta Especificação Técnica. Esta formalização no cancelamento constitui-se em inserir nova revisão no original com o título "*DOCUMENTO CANCELADO DEVIDO A MODERNIZAÇÃO*".

Esta descrição deverá ser inserida no quadro de revisões do documento e no centro das capas ou folha única em sentido diagonal. O Metrô-DF fornecerá, durante a reunião de Consolidação do Fornecimento (Workstatement), a CONTRATADA, os originais destes documentos.

Os originais dos documentos existentes e cancelados ficaram sob a guarda do Metrô-DF. Cópias continuarão sendo utilizadas pela CONTRATADA e pela Operação/Manutenção do Metrô-DF até que o sistema seja efetivamente substituído em campo, quando então estes documentos serão eliminados.

Considerando a instalação dos dispositivos do SPCS em compartimentos apropriados dos cubículos existentes de 15 kV e 1 kVcc deverão também ser eliminados os desenhos existentes e associados a estes cubículos de força (15 KV e 1 kVcc). Assim deverão ser redesenhados e complementados, com as novas proteções, em extensão dwg, todos os desenhos associados a estes cubículos e relativos a: I) Diagrama Unifilar de Medição e Proteção, II) Diagramas Trifilares e Funcionais, III) Diagramas Lógicos, IV) Desenhos Construtivos, V) Diagramas de Interligação e VI) Listas de Cabos.

3 ESTRUTURAÇÃO DOS DOCUMENTOS DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVOS

A estruturação dos documentos dos projetos de fabricação e executivos (layout das folhas, simbologias e endereçamentos) estão representados nos Padrões de Engenharia do SPCS do Metrô-DF.

O Diagrama Unifilar da Subestação Retificadora típica identifica os vãos (AX, AY, BX, BY, etc), sendo, por definição, cada vão constituído pelo conjunto de equipamentos (disjuntores, seccionadoras, TC's, TP's, transformadores de tração, retificadores, cubículos) e pelo SPCS associado, que proporcionam o fluxo de energia para a alimentação de cargas diversas. Os Documentos dos projetos de fabricação e executivos deverão ser desenvolvidos por vão ou grupo de vãos, por subestação ou por painel conforme abaixo.

Constituem-se vãos de uma subestação, por exemplo:

- Vão AX: LT 1 – 13,8 kV;
- Vão BX: LT 2 – 13,8 kV;
- Vão AY: TT1/RET1;
- Vão BY: TT2/RET2;
- Vão EY – Alimentação Serviços Auxiliares;
- Vão FY – Alimentação Serviços Auxiliares;
- Vão GY – Alimentação Serviços Auxiliares;
- Vãos HY, IY, JY e KY – Alimentadores de via 750 Vcc.

A localização e abrangência desses vãos são apontadas nos documentos ET.4/EX.99/00.551, ET.4/EX.99/00.502, DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.553, DG.4/EX.99/00.555, DG.4/EX.99/00.556 e DG.4/EX.99/00.562 (Subestação Manutenção).

Em uma subestação existirão documentos de projeto de fabricação que serão desenvolvidos por vão, outros que serão desenvolvidos por subestação e outros por painel.

Os projetos executivos serão desenvolvidos por vão.

Documentos dos Projetos de Fabricação desenvolvidos por subestação:

- Lista de Documentos;
- Diagramas Unifilares de Medição e Proteção;
- Arquitetura Geral do SPCS;
- Telas do SPCS;

Documentos de Projeto de Fabricação desenvolvidos por vão ou por grupo de vãos:

- Diagramas Trifilares e Funcionais;
- Diagramas Lógicos;
- Base de Dados;
- Roteiro de Testes em Fábrica.

Documentos de Projeto de Fabricação desenvolvidos por painel:

- Desenho Construtivo de Painel

Documentos de Projeto Executivo desenvolvidos por subestação:

- Lista de Documentos;

Documentos de Projeto Executivo desenvolvidos por vão ou por grupo de vãos:

- Diagramas de Interligação dos Cabos de Controle e Força;
- Lista de Cabos de Controle e Força e Ocupação de Eletrodutos;

Lista de Documentos: Elaborado em tamanho A4, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Devem ser relacionados neste documento todos os documentos de Projeto de Fabricação e Projetos Executivos.

Diagramas Unifilares de Medição e Proteção: Elaborado em tamanho A1, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Deve ser desenhado com espessura de penas que permita a leitura em formato A3 (legíveis).

Diagramas Trifilares e Funcionais: Elaborado em tamanho A3, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Deve ser desenhado com espessura de penas que permita a leitura em formato A4 (legíveis).

Diagramas Lógicos: Elaborado em tamanho A3, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Deve ser desenhado com espessura de penas que permita a leitura em formato A4 (legíveis).

Desenho Construtivo de Painel: Elaborado em tamanho A3, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Deve ser desenhado com espessura de penas que permita a leitura em formato A4 (legíveis).

Arquitetura Geral do SPCS: Elaborado em tamanho A3, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Deve ser desenhado com espessura de penas que permita a leitura em formato A4 (legíveis).

Base de Dados: Elaborado em tamanho A4, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Determina as identificações e os textos associados aos eventos e alarmes que trafegam na rede de comunicação.

Telas do SPCS: Elaborado em tamanho A4, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. É a representação da interface gráfica das janelas de comando das IHMs dos níveis 1 e 2.

Roteiro de Testes em Fábrica: Elaborado em tamanho A4, com formatação específica, conforme padrões de engenharia. Determina a sequência dos testes em fábrica.

4 REQUISITOS TÉCNICOS

Os procedimentos, normas, critérios e padrões de engenharia próprios do Metrô-DF, deverão ser considerados como referência na elaboração dos documentos de projetos. A existência de instruções normativas do Metrô-DF, genéricas ou específicas, não pressupõe a suficiência das mesmas para a elaboração dos projetos. Por conseguinte, deverão ser também obedecidas as normas da ABNT e as normas reconhecidas internacionalmente, sem deixar de observar a legislação federal, estadual e municipal em vigor.

Mesmo que sejam integralmente obedecidos os critérios, normas e procedimentos estipulados nestas instruções e mesmo com a "aprovação" do Metrô-DF aposta nos documentos, será de inteira responsabilidade da CONTRATADA a adequação técnica das soluções de engenharia adotadas e, em consequência, a perfeição operativa do projeto, de forma que o mesmo venha a ter um desempenho satisfatório, inclusive no aspecto de segurança de pessoal e equipamento.

Os Padrões de Engenharia do Metrô-DF mencionados nesta especificação são apenas orientativos com relação a layout das folhas, simbologias a serem utilizadas, formas de representar os endereçamentos e nível de detalhamento da informação funcional. O desenvolvimento específico dos documentos de projeto e as soluções de engenharia também específicas são da responsabilidade do Fornecedor.

Correrá por conta da Contratada qualquer retrabalho que a mesma tiver que fazer em consequência de erro, omissão, negligência ou de não ter cumprido orientações dadas pelo Metrô-DF.

Os documentos com conteúdo em texto deverão ser gravados em arquivos padrão Microsoft Word com extensão.DOC, na última versão existente na data de assinatura do contrato. Os documentos com conteúdo em gráficos deverão ser gravados na extensão DWG, compatível com a versão 2000 do AutoCad.

_____

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5C-LC-0504-0

SETOR	MODERNIZAÇÃO
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA N° 5060007017

METRÔ - DF

SISTEMA	ENERGIA
SUB-SISTEMA	PROTEÇÃO E CONTROLE

VISTO ELJ/RJF	DATA 31/07/14	LOCAL MODERNIZAÇÃO	
APROVADO RMP	DATA 09/12/14	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO LISTA DE CABOS	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/14	CODIFICAÇÃO **LC.4/EX.99/00.504**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER 0532/14 - TEN	09/12/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	REVISÃO CONFORME PARECER nº494/14 - TDME	30/09/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	REVISÃO CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ-DF	28/08/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	31/07/14	JoWe	ECoA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
LC.4/EX.99/00.504

LISTA DE CABOS

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5

2 SIGLAS 5

3 LISTA DE CABOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE 5

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 5

3.1.1 FIBRAS ÓTICAS 6

3.2 CIRCUITOS APLICADOS A INTERLIGAÇÃO SAÍDAS DIGITAIS – CLASSE 0,6/1 KV , TIPO HEPR 90 °C 6

3.2.1 DIMENSIONAMENTO 6

3.2.2 QUANTITATIVO 6

3.3 CIRCUITOS APLICADOS A INTERLIGAÇÃO ENTRADAS DIGITAIS – CLASSE 0,6/1 KV, TIPO HEPR 90 °C 6

3.3.1 DIMENSIONAMENTO 6

3.3.2 QUANTITATIVO 6

3.4 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO DO CURTO-CIRCUITADOR 7

3.5 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CORDÃO ÓTICO MULTIMODO 7

3.6 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CORDÃO ÓTICO MONOMODO 9

3.7 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MULTIMODO DE 24 PARES 10

3.8 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MULTIMODO DE 12 PARES 10

3.9 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MONOMODO DE 6 PARES 11

4 RESUMO DE CABOS POR BITOLA 12

4.1 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABOS METÁLICOS 12

4.2 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR FIBRA ÓTICA 14

1 OBJETIVO

Esse documento visa determinar e quantificar a nível de Projeto Básico os cabos aplicados ao Sistema de Proteção e Controle nos Trechos em Modernização do Metrô-DF.

2 SIGLAS

Sigla	Descrição
Cub	Cubículo
TT	Transformador de Tração
Car/Ret	Carregador/Retificador de Baterias
QPC	Quadro de Proteção e Controle
SR	Subestação Retificadora
SM	Subestação de Manutenção
SD	Saída Digital
ED	Entrada Digital
DIO	Distribuidor Inteligente Ótico

3 LISTA DE CABOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE

3.1 Considerações iniciais

Os circuitos de interligação entre os equipamentos de medição e manobra e os relés de proteção e controle são estimados de acordo com características básicas dos equipamentos e relés a serem fornecidos para o Metrô-DF e desenhos básicos do projeto de modernização, onde consideradas 17 unidades de instalação (16 Subestações Retificadoras e 1 Subestação de Manutenção), sendo que para estabelecer a quantificação estaremos tratando como SR´s Típica nas tabelas a seguir. Contudo, o dimensionamento refinado desses circuitos depende de características específicas dos equipamentos que serão fornecidos, como dados de impedância interna dos relés. Assim, todos os dimensionamentos apresentados nesse documento devem ser refinados e confirmados após a definição dos fornecedores específicos dos equipamentos.

Conforme requisitos para instalações metroviárias e especificamente para o Sistema de Proteção e Controle são aplicados cabos de controle em cobre de tempera mole na seção indicada, formação mínima de 7 fios, classe de encordoamento 2, veias isoladas com termofixo em dupla camada de borracha HEPR numerados e temperatura de serviço contínuo de 90°C, 130ºC em sobrecarga e 250°C em curto-circuito. Blindagem em fita de cobre, capa externa cor preta composta de termoplástico a base de poliolefínica antichama e livre de halogênio e gases corrosivos, classe de tensão 0,6/1kV norma NBR 5410 e 13570, comportamento ao fogo NBR NM 60332-3-24.

3.1.1 Fibras óticas

As fibras óticas determinadas nesse documento foram estimadas de acordo com as necessidades previstas de qualidade de sinal para os equipamentos e as interligações óticas previstas entre os equipamentos de proteção e o sistema de transmissão de dados do Metrô-DF.

3.2 Circuitos aplicados a interligação Saídas Digitais – Classe 0,6/1 kV , tipo HEPR 90 °C

3.2.1 Dimensionamento

Quanto ao dimensionamento dos condutores estimados para a interligação dos equipamentos de medição e equipamentos de manobra com os relés e suas saídas digitais, cada empresa tem seu padrão. Dado que o sinal que utiliza esse circuito possui baixos valores de corrente, para acionamento de bobinas auxiliares dos equipamentos de manobra, adota-se o padrão de cabos com quatro condutores de 4 mm².

3.2.2 Quantitativo

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
1.	SR Típica-Cub 15 kV nº 2 -TP	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15
2.	SR Típica-Cub 15 kV nº 3 -TP	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15
3.	SR Típica-Cub 15 kV nº 5 -TP BARRA	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15

3.3 Circuitos aplicados a interligação Entradas Digitais – Classe 0,6/1 kV, tipo HEPR 90 °C

3.3.1 Dimensionamento

Quanto ao dimensionamento dos condutores estimados para a interligação dos equipamentos de medição e equipamentos de manobra com os relés e suas entradas digitas, cada empresa tem seu padrão. Dado que o sinal que utiliza esse circuito possui baixos valores de corrente, adota-se o padrão de cabos com dois condutores de 4 mm².

3.3.2 Quantitativo

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
1.	SR Típica-Cub 15 kV nº 1 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45
2.	SR Típica-Cub 15 kV nº 2 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
3.	SR Típica-Cub 15 kV nº 3 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45
4.	SR Típica-Cub 15 kV nº 4 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45

3.4 Circuitos de interligação do curto-circuitador

São previstos 20 metros para a SM e para cada SR (16 SRs no trecho em modernização) de cabo de cobre, singelo seção nominal 300 mm², isolação em borracha HEPR, antichamas, livre de halogênio e gases corrosivos, de classe 0,6/1,0 kV, com cobertura em poliolefínico não halogenado. Esse cabo será utilizado para drenar possíveis correntes (empíricas) devido à elevação da tensão de toque e passo do circuito de tração através do sistema curto-circuitador.

3.5 Circuitos de interligação por cordão ótico multimodo

São previstos 268 cordões óticos multimodo com conectores LC/LC e comprimento de 10 metros para realizar a interligação dos IEDs a serem instalados nos paineis de 15 kV e 1 kVcc das SRs a serem modernizadas até os respectivos DIOs instalados nos próprios paineis. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	IEDs Painel 15 kV - SR5	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR5	8
2.	IEDs Painel 1 kVcc - SR5	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR5	8
3.	IEDs Painel 15 kV - SR1	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR1	8
4.	IEDs Painel 1 kVcc - SR1	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR1	8
5.	IEDs Painel 15 kV - SR2	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR2	8
6.	IEDs Painel 1 kVcc - SR2	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR2	8
7.	IEDs Painel 15 kV - SR3	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR3	8
8.	IEDs Painel 1 kVcc - SR3	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR3	8
9.	IEDs Painel 15 kV - SR4	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR4	8
10.	IEDs Painel 1 kVcc - SR4	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR4	8
11.	IEDs Painel 15 kV - SR6	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR6	8
12.	IEDs Painel 1 kVcc - SR6	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR6	8
13.	IEDs Painel 15 kV - SR7	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR7	8
14.	IEDs Painel 1 kVcc - SR7	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR7	8
15.	IEDs Painel 15 kV - SR8	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR8	8
16.	IEDs Painel 1 kVcc - SR8	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR8	8
17.	IEDs Painel 15 kV - SR9	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR9	8
18.	IEDs Painel 1 kVcc - SR9	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR9	8
19.	IEDs Painel 15 kV - SR10	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR10	8
20.	IEDs Painel 1 kVcc - SR10	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR10	8
21.	IEDs Painel 15 kV - SR11	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR11	8
22.	IEDs Painel 1 kVcc - SR11	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR11	8
23.	IEDs Painel 15 kV - SR12	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR12	8
24.	IEDs Painel 1 kVcc - SR12	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR12	8
25.	IEDs Painel 15 kV - SR13	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR13	8
26.	IEDs Painel 1 kVcc - SR13	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR13	8
27.	IEDs Painel 15 kV - SR14	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR14	10
28.	IEDs Painel 1 kVcc - SR14	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR14	8
29.	IEDs Painel 15 kV - SR61	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR61	8

Nº	De	Para	Quantidade
30.	IEDs Painel 1 kVcc - SR61	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR61	8
31.	IEDs Painel 15 kV - SR62	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR62	10
32.	IEDs Painel 1 kVcc - SR62	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR62	8
33.	IEDs Painel 15 kV - SM	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SM	6
34.	IEDs Painel 1 kVcc - SM	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SM	2

3.6 Circuitos de interligação por cordão ótico monomodo

São previstos 36 cordões óticos monomodo com conectores LC/LC e comprimento de 10 metros para execução das interligações dos IEDs a serem instalados paineis de 15 kV das SRs a serem modernizadas até o respectivo DIO instalado no próprio painel, em função da proteção 87L.

Nº	De	Para	Quantidade
1.	IEDs Painel 15 kV - SR5	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR5	2
2.	IEDs Painel 15 kV - SR1	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR1	2
3.	IEDs Painel 15 kV - SR2	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR2	2
4.	IEDs Painel 15 kV - SR3	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR3	2
5.	IEDs Painel 15 kV - SR4	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR4	2
6.	IEDs Painel 15 kV - SR6	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR6	2
7.	IEDs Painel 15 kV - SR7	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR7	2
8.	IEDs Painel 15 kV - SR8	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR8	2
9.	IEDs Painel 15 kV - SR9	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR9	2
10.	IEDs Painel 15 kV - SR10	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR10	2
11.	IEDs Painel 15 kV - SR11	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR11	2
12.	IEDs Painel 15 kV - SR12	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR12	2
13.	IEDs Painel 15 kV - SR13	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR13	2
14.	IEDs Painel 15 kV - SR14	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR14	3
15.	IEDs Painel 15 kV - SR61	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR61	2
16.	IEDs Painel 15 kV - SR62	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR62	3
17.	IEDs Painel 15 kV - SM	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SM	2

3.7 Circuitos de interligação por cabo ótico multimodo de 24 pares

Serão utilizados cabos óticos multimodo de 24 pares para ligar o DIO do PEE/HIP ao QPC da SR 5 e o DIO do Painel de 15 kV da SM o DIO do QPC da SM. Desta forma, são previstos 60 metros de cabo de fibra ótica multimodo contendo 24 pares (48 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	PEE/HIP	QPC - SR5	40
2.	Painel 15 kV – SM	QPC - SM	20

3.8 Circuitos de interligação por cabo ótico multimodo de 12 pares

Serão utilizados cabos óticos multimodo de 12 pares para ligar os DIOs dos Paineis de 15 kV e 1 kVcc das SRs em modernização aos respectivos QPCs. Desta forma, são previstos 660 metros de cabo de fibra ótica multimodo contendo 12 pares (24 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	Painel 15 kV - SR5	QPC - SR5	20
2.	Painel 1 kVcc - SR5	QPC - SR5	20
3.	Painel 15 kV - SR1	QPC - SR1	20
4.	Painel 1 kVcc - SR1	QPC - SR1	20
5.	Painel 15 kV - SR2	QPC - SR2	20
6.	Painel 1 kVcc - SR2	QPC - SR2	20
7.	Painel 15 kV - SR3	QPC - SR3	20
8.	Painel 1 kVcc - SR3	QPC - SR3	20
9.	Painel 15 kV - SR4	QPC - SR4	20
10.	Painel 1 kVcc - SR4	QPC - SR4	20
11.	Painel 15 kV - SR6	QPC - SR6	20
12.	Painel 1 kVcc - SR6	QPC - SR6	20
13.	Painel 15 kV - SR7	QPC - SR7	20
14.	Painel 1 kVcc - SR7	QPC - SR7	20

Nº	De	Para	Quantidade
15.	Painel 15 kV - SR8	QPC - SR8	20
16.	Painel 1 kVcc - SR8	QPC - SR8	20
17.	Painel 15 kV - SR9	QPC - SR9	20
18.	Painel 1 kVcc - SR9	QPC - SR9	20
19.	Painel 15 kV - SR10	QPC - SR10	20
20.	Painel 1 kVcc - SR10	QPC - SR10	20
21.	Painel 15 kV - SR11	QPC - SR11	20
22.	Painel 1 kVcc - SR11	QPC - SR11	20
23.	Painel 15 kV - SR12	QPC - SR12	20
24.	Painel 1 kVcc - SR12	QPC - SR12	20
25.	Painel 15 kV - SR13	QPC - SR13	20
26.	Painel 1 kVcc - SR13	QPC - SR13	20
27.	Painel 15 kV - SR14	QPC - SR14	20
28.	Painel 1 kVcc - SR14	QPC - SR14	20
29.	Painel 15 kV - SR61	QPC - SR61	20
30.	Painel 1 kVcc - SR61	QPC - SR61	20
31.	Painel 15 kV - SR62	QPC - SR62	20
32.	Painel 1 kVcc - SR62	QPC - SR62	20
33.	Painel 1 kVcc - SM	QPC - SM	20

3.9 Circuitos de interligação por cabo ótico monomodo de 6 pares

Serão utilizados cabos óticos monomodo de 6 pares para ligar o DIO do PEE/HIP ao QPC da SR 5, os DIOs dos Paineis de 15 kV das SRs em modernização aos respectivos QPCs e para ligações da proteção 87L nas instalações existentes. Desta forma, são previstos 7480 metros de cabo de fibra ótica monomodo contendo 6 pares (12 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	PEE/HIP	QPC – SR5	40
2.	Painel 15 kV - SR5	QPC - SR5	20
3.	Painel 15 kV - SR1	QPC - SR1	20

Nº	De	Para	Quantidade
4.	Painel 15 kV - SR2	QPC - SR2	20
5.	Painel 15 kV - SR3	QPC - SR3	20
6.	Painel 15 kV - SR4	QPC - SR4	20
7.	Painel 15 kV - SR6	QPC - SR6	20
8.	Painel 15 kV - SR7	QPC - SR7	20
9.	Painel 15 kV - SR8	QPC - SR8	20
10.	Painel 15 kV - SR9	QPC - SR9	20
11.	Painel 15 kV - SR10	QPC - SR10	20
12.	Painel 15 kV - SR11	QPC - SR11	20
13.	Painel 15 kV - SR12	QPC - SR12	20
14.	Painel 15 kV - SR13	QPC - SR13	20
15.	Painel 15 kV - SR14	QPC - SR14	20
16.	Painel 15 kV - SR61	QPC - SR61	20
17.	Painel 15 kV - SR62	QPC - SR62	20
18.	Painel 15 kV - SM	QPC - SM	20
19.	SR12	SE CEB CS	250
20.	SR1	SE CEB BC	5000
21.	CCO	SE CEB AC	1000
22.	CCO	SM	850

4 RESUMO DE CABOS POR BITOLA

4.1 Circuitos de interligação por cabos metálicos

Item	Cabo	Isolação	Tipo	Total Dos Circuitos	Folga (%)	Comprimento (m)
1.	(2x#4mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	3060	5	3213
2.	(4x#4mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	765	5	804
3.	(1x#300mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	340	-	340

4.2 Circuitos de interligação por fibra ótica

Item	Cabo	Quantitativo
1.	Cordão ótico multimodo LC/LC com comprimento de 10 metros.	268 unidades
2.	Cordão ótico monomodo LC/LC com comprimento de 10 metros.	36 unidades
3.	Cabo de fibra ótica multimodo contendo 24 pares (48 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	60 metros
4.	Cabo de fibra ótica multimodo contendo 12 pares (24 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	660 metros
5.	Cabo de fibra ótica monomodo contendo 6 pares (12 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	7480 metros

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5C-LC-0504-0

SETOR	MODERNIZAÇÃO
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA N° 5060007017

METRÔ - DF

SISTEMA	ENERGIA
SUB-SISTEMA	PROTEÇÃO E CONTROLE

VISTO ELJ/RJF	DATA 31/07/14	LOCAL MODERNIZAÇÃO	
APROVADO RMP	DATA 09/12/14	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO LISTA DE CABOS	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/14	CODIFICAÇÃO **LC.4/EX.99/00.504**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER 0532/14 - TEN	09/12/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	REVISÃO CONFORME PARECER nº494/14 - TDME	30/09/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	REVISÃO CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ-DF	28/08/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	31/07/14	JoWe	ECoA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
LC.4/EX.99/00.504

LISTA DE CABOS

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5

2 SIGLAS 5

3 LISTA DE CABOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE 5

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 5

3.1.1 FIBRAS ÓTICAS 6

3.2 CIRCUITOS APLICADOS A INTERLIGAÇÃO SAÍDAS DIGITAIS – CLASSE 0,6/1 KV , TIPO HEPR 90 °C 6

3.2.1 DIMENSIONAMENTO 6

3.2.2 QUANTITATIVO 6

3.3 CIRCUITOS APLICADOS A INTERLIGAÇÃO ENTRADAS DIGITAIS – CLASSE 0,6/1 KV, TIPO HEPR 90 °C 6

3.3.1 DIMENSIONAMENTO 6

3.3.2 QUANTITATIVO 6

3.4 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO DO CURTO-CIRCUITADOR 7

3.5 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CORDÃO ÓTICO MULTIMODO 7

3.6 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CORDÃO ÓTICO MONOMODO 9

3.7 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MULTIMODO DE 24 PARES 10

3.8 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MULTIMODO DE 12 PARES 10

3.9 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MONOMODO DE 6 PARES 11

4 RESUMO DE CABOS POR BITOLA 12

4.1 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABOS METÁLICOS 12

4.2 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR FIBRA ÓTICA 14

1 OBJETIVO

Esse documento visa determinar e quantificar a nível de Projeto Básico os cabos aplicados ao Sistema de Proteção e Controle nos Trechos em Modernização do Metrô-DF.

2 SIGLAS

Sigla	Descrição
Cub	Cubículo
TT	Transformador de Tração
Car/Ret	Carregador/Retificador de Baterias
QPC	Quadro de Proteção e Controle
SR	Subestação Retificadora
SM	Subestação de Manutenção
SD	Saída Digital
ED	Entrada Digital
DIO	Distribuidor Inteligente Ótico

3 LISTA DE CABOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE

3.1 Considerações iniciais

Os circuitos de interligação entre os equipamentos de medição e manobra e os relés de proteção e controle são estimados de acordo com características básicas dos equipamentos e relés a serem fornecidos para o Metrô-DF e desenhos básicos do projeto de modernização, onde consideradas 17 unidades de instalação (16 Subestações Retificadoras e 1 Subestação de Manutenção), sendo que para estabelecer a quantificação estaremos tratando como SR´s Típica nas tabelas a seguir. Contudo, o dimensionamento refinado desses circuitos depende de características específicas dos equipamentos que serão fornecidos, como dados de impedância interna dos relés. Assim, todos os dimensionamentos apresentados nesse documento devem ser refinados e confirmados após a definição dos fornecedores específicos dos equipamentos.

Conforme requisitos para instalações metroviárias e especificamente para o Sistema de Proteção e Controle são aplicados cabos de controle em cobre de tempera mole na seção indicada, formação mínima de 7 fios, classe de encordoamento 2, veias isoladas com termofixo em dupla camada de borracha HEPR numerados e temperatura de serviço contínuo de 90°C, 130ºC em sobrecarga e 250°C em curto-circuito. Blindagem em fita de cobre, capa externa cor preta composta de termoplástico a base de poliolefínica antichama e livre de halogênio e gases corrosivos, classe de tensão 0,6/1kV norma NBR 5410 e 13570, comportamento ao fogo NBR NM 60332-3-24.

3.1.1 Fibras óticas

As fibras óticas determinadas nesse documento foram estimadas de acordo com as necessidades previstas de qualidade de sinal para os equipamentos e as interligações óticas previstas entre os equipamentos de proteção e o sistema de transmissão de dados do Metrô-DF.

3.2 Circuitos aplicados a interligação Saídas Digitais – Classe 0,6/1 kV , tipo HEPR 90 °C

3.2.1 Dimensionamento

Quanto ao dimensionamento dos condutores estimados para a interligação dos equipamentos de medição e equipamentos de manobra com os relés e suas saídas digitais, cada empresa tem seu padrão. Dado que o sinal que utiliza esse circuito possui baixos valores de corrente, para acionamento de bobinas auxiliares dos equipamentos de manobra, adota-se o padrão de cabos com quatro condutores de 4 mm².

3.2.2 Quantitativo

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
1.	SR Típica-Cub 15 kV nº 2 -TP	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15
2.	SR Típica-Cub 15 kV nº 3 -TP	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15
3.	SR Típica-Cub 15 kV nº 5 -TP BARRA	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15

3.3 Circuitos aplicados a interligação Entradas Digitais – Classe 0,6/1 kV, tipo HEPR 90 °C

3.3.1 Dimensionamento

Quanto ao dimensionamento dos condutores estimados para a interligação dos equipamentos de medição e equipamentos de manobra com os relés e suas entradas digitas, cada empresa tem seu padrão. Dado que o sinal que utiliza esse circuito possui baixos valores de corrente, adota-se o padrão de cabos com dois condutores de 4 mm².

3.3.2 Quantitativo

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
1.	SR Típica-Cub 15 kV nº 1 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45
2.	SR Típica-Cub 15 kV nº 2 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
3.	SR Típica-Cub 15 kV nº 3 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45
4.	SR Típica-Cub 15 kV nº 4 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45

3.4 Circuitos de interligação do curto-circuitador

São previstos 20 metros para a SM e para cada SR (16 SRs no trecho em modernização) de cabo de cobre, singelo seção nominal 300 mm², isolação em borracha HEPR, antichamas, livre de halogênio e gases corrosivos, de classe 0,6/1,0 kV, com cobertura em poliolefínico não halogenado. Esse cabo será utilizado para drenar possíveis correntes (empíricas) devido à elevação da tensão de toque e passo do circuito de tração através do sistema curto-circuitador.

3.5 Circuitos de interligação por cordão ótico multimodo

São previstos 268 cordões óticos multimodo com conectores LC/LC e comprimento de 10 metros para realizar a interligação dos IEDs a serem instalados nos paineis de 15 kV e 1 kVcc das SRs a serem modernizadas até os respectivos DIOs instalados nos próprios paineis. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	IEDs Painel 15 kV - SR5	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR5	8
2.	IEDs Painel 1 kVcc - SR5	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR5	8
3.	IEDs Painel 15 kV - SR1	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR1	8
4.	IEDs Painel 1 kVcc - SR1	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR1	8
5.	IEDs Painel 15 kV - SR2	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR2	8
6.	IEDs Painel 1 kVcc - SR2	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR2	8
7.	IEDs Painel 15 kV - SR3	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR3	8
8.	IEDs Painel 1 kVcc - SR3	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR3	8
9.	IEDs Painel 15 kV - SR4	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR4	8
10.	IEDs Painel 1 kVcc - SR4	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR4	8
11.	IEDs Painel 15 kV - SR6	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR6	8
12.	IEDs Painel 1 kVcc - SR6	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR6	8
13.	IEDs Painel 15 kV - SR7	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR7	8
14.	IEDs Painel 1 kVcc - SR7	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR7	8
15.	IEDs Painel 15 kV - SR8	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR8	8
16.	IEDs Painel 1 kVcc - SR8	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR8	8
17.	IEDs Painel 15 kV - SR9	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR9	8
18.	IEDs Painel 1 kVcc - SR9	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR9	8
19.	IEDs Painel 15 kV - SR10	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR10	8
20.	IEDs Painel 1 kVcc - SR10	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR10	8
21.	IEDs Painel 15 kV - SR11	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR11	8
22.	IEDs Painel 1 kVcc - SR11	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR11	8
23.	IEDs Painel 15 kV - SR12	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR12	8
24.	IEDs Painel 1 kVcc - SR12	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR12	8
25.	IEDs Painel 15 kV - SR13	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR13	8
26.	IEDs Painel 1 kVcc - SR13	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR13	8
27.	IEDs Painel 15 kV - SR14	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR14	10
28.	IEDs Painel 1 kVcc - SR14	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR14	8
29.	IEDs Painel 15 kV - SR61	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR61	8

Nº	De	Para	Quantidade
30.	IEDs Painel 1 kVcc - SR61	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR61	8
31.	IEDs Painel 15 kV - SR62	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR62	10
32.	IEDs Painel 1 kVcc - SR62	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR62	8
33.	IEDs Painel 15 kV - SM	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SM	6
34.	IEDs Painel 1 kVcc - SM	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SM	2

3.6 Circuitos de interligação por cordão ótico monomodo

São previstos 36 cordões óticos monomodo com conectores LC/LC e comprimento de 10 metros para execução das interligações dos IEDs a serem instalados paineis de 15 kV das SRs a serem modernizadas até o respectivo DIO instalado no próprio painel, em função da proteção 87L.

Nº	De	Para	Quantidade
1.	IEDs Painel 15 kV - SR5	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR5	2
2.	IEDs Painel 15 kV - SR1	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR1	2
3.	IEDs Painel 15 kV - SR2	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR2	2
4.	IEDs Painel 15 kV - SR3	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR3	2
5.	IEDs Painel 15 kV - SR4	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR4	2
6.	IEDs Painel 15 kV - SR6	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR6	2
7.	IEDs Painel 15 kV - SR7	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR7	2
8.	IEDs Painel 15 kV - SR8	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR8	2
9.	IEDs Painel 15 kV - SR9	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR9	2
10.	IEDs Painel 15 kV - SR10	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR10	2
11.	IEDs Painel 15 kV - SR11	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR11	2
12.	IEDs Painel 15 kV - SR12	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR12	2
13.	IEDs Painel 15 kV - SR13	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR13	2
14.	IEDs Painel 15 kV - SR14	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR14	3
15.	IEDs Painel 15 kV - SR61	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR61	2
16.	IEDs Painel 15 kV - SR62	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR62	3
17.	IEDs Painel 15 kV - SM	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SM	2

3.7 Circuitos de interligação por cabo ótico multimodo de 24 pares

Serão utilizados cabos óticos multimodo de 24 pares para ligar o DIO do PEE/HIP ao QPC da SR 5 e o DIO do Painel de 15 kV da SM o DIO do QPC da SM. Desta forma, são previstos 60 metros de cabo de fibra ótica multimodo contendo 24 pares (48 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	PEE/HIP	QPC - SR5	40
2.	Painel 15 kV – SM	QPC - SM	20

3.8 Circuitos de interligação por cabo ótico multimodo de 12 pares

Serão utilizados cabos óticos multimodo de 12 pares para ligar os DIOs dos Paineis de 15 kV e 1 kVcc das SRs em modernização aos respectivos QPCs. Desta forma, são previstos 660 metros de cabo de fibra ótica multimodo contendo 12 pares (24 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	Painel 15 kV - SR5	QPC - SR5	20
2.	Painel 1 kVcc - SR5	QPC - SR5	20
3.	Painel 15 kV - SR1	QPC - SR1	20
4.	Painel 1 kVcc - SR1	QPC - SR1	20
5.	Painel 15 kV - SR2	QPC - SR2	20
6.	Painel 1 kVcc - SR2	QPC - SR2	20
7.	Painel 15 kV - SR3	QPC - SR3	20
8.	Painel 1 kVcc - SR3	QPC - SR3	20
9.	Painel 15 kV - SR4	QPC - SR4	20
10.	Painel 1 kVcc - SR4	QPC - SR4	20
11.	Painel 15 kV - SR6	QPC - SR6	20
12.	Painel 1 kVcc - SR6	QPC - SR6	20
13.	Painel 15 kV - SR7	QPC - SR7	20
14.	Painel 1 kVcc - SR7	QPC - SR7	20

Nº	De	Para	Quantidade
15.	Painel 15 kV - SR8	QPC - SR8	20
16.	Painel 1 kVcc - SR8	QPC - SR8	20
17.	Painel 15 kV - SR9	QPC - SR9	20
18.	Painel 1 kVcc - SR9	QPC - SR9	20
19.	Painel 15 kV - SR10	QPC - SR10	20
20.	Painel 1 kVcc - SR10	QPC - SR10	20
21.	Painel 15 kV - SR11	QPC - SR11	20
22.	Painel 1 kVcc - SR11	QPC - SR11	20
23.	Painel 15 kV - SR12	QPC - SR12	20
24.	Painel 1 kVcc - SR12	QPC - SR12	20
25.	Painel 15 kV - SR13	QPC - SR13	20
26.	Painel 1 kVcc - SR13	QPC - SR13	20
27.	Painel 15 kV - SR14	QPC - SR14	20
28.	Painel 1 kVcc - SR14	QPC - SR14	20
29.	Painel 15 kV - SR61	QPC - SR61	20
30.	Painel 1 kVcc - SR61	QPC - SR61	20
31.	Painel 15 kV - SR62	QPC - SR62	20
32.	Painel 1 kVcc - SR62	QPC - SR62	20
33.	Painel 1 kVcc - SM	QPC - SM	20

3.9 Circuitos de interligação por cabo ótico monomodo de 6 pares

Serão utilizados cabos óticos monomodo de 6 pares para ligar o DIO do PEE/HIP ao QPC da SR 5, os DIOs dos Paineis de 15 kV das SRs em modernização aos respectivos QPCs e para ligações da proteção 87L nas instalações existentes. Desta forma, são previstos 7480 metros de cabo de fibra ótica monomodo contendo 6 pares (12 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	PEE/HIP	QPC – SR5	40
2.	Painel 15 kV - SR5	QPC - SR5	20
3.	Painel 15 kV - SR1	QPC - SR1	20

Nº	De	Para	Quantidade
4.	Painel 15 kV - SR2	QPC - SR2	20
5.	Painel 15 kV - SR3	QPC - SR3	20
6.	Painel 15 kV - SR4	QPC - SR4	20
7.	Painel 15 kV - SR6	QPC - SR6	20
8.	Painel 15 kV - SR7	QPC - SR7	20
9.	Painel 15 kV - SR8	QPC - SR8	20
10.	Painel 15 kV - SR9	QPC - SR9	20
11.	Painel 15 kV - SR10	QPC - SR10	20
12.	Painel 15 kV - SR11	QPC - SR11	20
13.	Painel 15 kV - SR12	QPC - SR12	20
14.	Painel 15 kV - SR13	QPC - SR13	20
15.	Painel 15 kV - SR14	QPC - SR14	20
16.	Painel 15 kV - SR61	QPC - SR61	20
17.	Painel 15 kV - SR62	QPC - SR62	20
18.	Painel 15 kV - SM	QPC - SM	20
19.	SR12	SE CEB CS	250
20.	SR1	SE CEB BC	5000
21.	CCO	SE CEB AC	1000
22.	CCO	SM	850

4 RESUMO DE CABOS POR BITOLA

4.1 Circuitos de interligação por cabos metálicos

Item	Cabo	Isolação	Tipo	Total Dos Circuitos	Folga (%)	Comprimento (m)
1.	(2x#4mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	3060	5	3213
2.	(4x#4mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	765	5	804
3.	(1x#300mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	340	-	340

4.2 Circuitos de interligação por fibra ótica

Item	Cabo	Quantitativo
1.	Cordão ótico multimodo LC/LC com comprimento de 10 metros.	268 unidades
2.	Cordão ótico monomodo LC/LC com comprimento de 10 metros.	36 unidades
3.	Cabo de fibra ótica multimodo contendo 24 pares (48 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	60 metros
4.	Cabo de fibra ótica multimodo contendo 12 pares (24 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	660 metros
5.	Cabo de fibra ótica monomodo contendo 6 pares (12 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	7480 metros

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5C-LC-0504-0

SETOR	MODERNIZAÇÃO
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA N° 5060007017

METRÔ - DF

SISTEMA	ENERGIA
SUB-SISTEMA	PROTEÇÃO E CONTROLE

VISTO ELJ/RJF	DATA 31/07/14	LOCAL MODERNIZAÇÃO	
APROVADO RMP	DATA 09/12/14	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO LISTA DE CABOS	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/14	CODIFICAÇÃO **LC.4/EX.99/00.504**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER 0532/14 - TEN	09/12/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	REVISÃO CONFORME PARECER nº494/14 - TDME	30/09/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	REVISÃO CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ-DF	28/08/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	31/07/14	JoWe	ECoA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV.
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
LC.4/EX.99/00.504

LISTA DE CABOS

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 5

2 SIGLAS 5

3 LISTA DE CABOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE 5

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 5

3.1.1 FIBRAS ÓTICAS 6

3.2 CIRCUITOS APLICADOS A INTERLIGAÇÃO SAÍDAS DIGITAIS – CLASSE 0,6/1 KV , TIPO HEPR 90 °C 6

3.2.1 DIMENSIONAMENTO 6

3.2.2 QUANTITATIVO 6

3.3 CIRCUITOS APLICADOS A INTERLIGAÇÃO ENTRADAS DIGITAIS – CLASSE 0,6/1 KV, TIPO HEPR 90 °C 6

3.3.1 DIMENSIONAMENTO 6

3.3.2 QUANTITATIVO 6

3.4 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO DO CURTO-CIRCUITADOR 7

3.5 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CORDÃO ÓTICO MULTIMODO 7

3.6 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CORDÃO ÓTICO MONOMODO 9

3.7 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MULTIMODO DE 24 PARES 10

3.8 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MULTIMODO DE 12 PARES 10

3.9 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABO ÓTICO MONOMODO DE 6 PARES 11

4 RESUMO DE CABOS POR BITOLA 12

4.1 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR CABOS METÁLICOS 12

4.2 CIRCUITOS DE INTERLIGAÇÃO POR FIBRA ÓTICA 14

1 OBJETIVO

Esse documento visa determinar e quantificar a nível de Projeto Básico os cabos aplicados ao Sistema de Proteção e Controle nos Trechos em Modernização do Metrô-DF.

2 SIGLAS

Sigla	Descrição
Cub	Cubículo
TT	Transformador de Tração
Car/Ret	Carregador/Retificador de Baterias
QPC	Quadro de Proteção e Controle
SR	Subestação Retificadora
SM	Subestação de Manutenção
SD	Saída Digital
ED	Entrada Digital
DIO	Distribuidor Inteligente Ótico

3 LISTA DE CABOS DE PROTEÇÃO E CONTROLE

3.1 Considerações iniciais

Os circuitos de interligação entre os equipamentos de medição e manobra e os relés de proteção e controle são estimados de acordo com características básicas dos equipamentos e relés a serem fornecidos para o Metrô-DF e desenhos básicos do projeto de modernização, onde consideradas 17 unidades de instalação (16 Subestações Retificadoras e 1 Subestação de Manutenção), sendo que para estabelecer a quantificação estaremos tratando como SR´s Típica nas tabelas a seguir. Contudo, o dimensionamento refinado desses circuitos depende de características específicas dos equipamentos que serão fornecidos, como dados de impedância interna dos relés. Assim, todos os dimensionamentos apresentados nesse documento devem ser refinados e confirmados após a definição dos fornecedores específicos dos equipamentos.

Conforme requisitos para instalações metroviárias e especificamente para o Sistema de Proteção e Controle são aplicados cabos de controle em cobre de tempera mole na seção indicada, formação mínima de 7 fios, classe de encordoamento 2, veias isoladas com termofixo em dupla camada de borracha HEPR numerados e temperatura de serviço contínuo de 90°C, 130ºC em sobrecarga e 250°C em curto-circuito. Blindagem em fita de cobre, capa externa cor preta composta de termoplástico a base de poliolefínica antichama e livre de halogênio e gases corrosivos, classe de tensão 0,6/1kV norma NBR 5410 e 13570, comportamento ao fogo NBR NM 60332-3-24.

3.1.1 Fibras óticas

As fibras óticas determinadas nesse documento foram estimadas de acordo com as necessidades previstas de qualidade de sinal para os equipamentos e as interligações óticas previstas entre os equipamentos de proteção e o sistema de transmissão de dados do Metrô-DF.

3.2 Circuitos aplicados a interligação Saídas Digitais – Classe 0,6/1 kV , tipo HEPR 90 °C

3.2.1 Dimensionamento

Quanto ao dimensionamento dos condutores estimados para a interligação dos equipamentos de medição e equipamentos de manobra com os relés e suas saídas digitais, cada empresa tem seu padrão. Dado que o sinal que utiliza esse circuito possui baixos valores de corrente, para acionamento de bobinas auxiliares dos equipamentos de manobra, adota-se o padrão de cabos com quatro condutores de 4 mm².

3.2.2 Quantitativo

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
1.	SR Típica-Cub 15 kV nº 2 -TP	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15
2.	SR Típica-Cub 15 kV nº 3 -TP	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15
3.	SR Típica-Cub 15 kV nº 5 -TP BARRA	SR Típica - QPC	1x (4x#4 mm²)	15	15

3.3 Circuitos aplicados a interligação Entradas Digitais – Classe 0,6/1 kV, tipo HEPR 90 °C

3.3.1 Dimensionamento

Quanto ao dimensionamento dos condutores estimados para a interligação dos equipamentos de medição e equipamentos de manobra com os relés e suas entradas digitas, cada empresa tem seu padrão. Dado que o sinal que utiliza esse circuito possui baixos valores de corrente, adota-se o padrão de cabos com dois condutores de 4 mm².

3.3.2 Quantitativo

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
1.	SR Típica-Cub 15 kV nº 1 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45
2.	SR Típica-Cub 15 kV nº 2 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45

Nº	De	Para	Cabo	Distância (m)	Total (m)
3.	SR Típica-Cub 15 kV nº 3 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45
4.	SR Típica-Cub 15 kV nº 4 -TC ØR,S,T	SR Típica - QPC	3x (2x#4 mm²)	15	45

3.4 Circuitos de interligação do curto-circuitador

São previstos 20 metros para a SM e para cada SR (16 SRs no trecho em modernização) de cabo de cobre, singelo seção nominal 300 mm², isolação em borracha HEPR, antichamas, livre de halogênio e gases corrosivos, de classe 0,6/1,0 kV, com cobertura em poliolefínico não halogenado. Esse cabo será utilizado para drenar possíveis correntes (empíricas) devido à elevação da tensão de toque e passo do circuito de tração através do sistema curto-circuitador.

3.5 Circuitos de interligação por cordão ótico multimodo

São previstos 268 cordões óticos multimodo com conectores LC/LC e comprimento de 10 metros para realizar a interligação dos IEDs a serem instalados nos paineis de 15 kV e 1 kVcc das SRs a serem modernizadas até os respectivos DIOs instalados nos próprios paineis. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	IEDs Painel 15 kV - SR5	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR5	8
2.	IEDs Painel 1 kVcc - SR5	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR5	8
3.	IEDs Painel 15 kV - SR1	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR1	8
4.	IEDs Painel 1 kVcc - SR1	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR1	8
5.	IEDs Painel 15 kV - SR2	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR2	8
6.	IEDs Painel 1 kVcc - SR2	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR2	8
7.	IEDs Painel 15 kV - SR3	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR3	8
8.	IEDs Painel 1 kVcc - SR3	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR3	8
9.	IEDs Painel 15 kV - SR4	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR4	8
10.	IEDs Painel 1 kVcc - SR4	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR4	8
11.	IEDs Painel 15 kV - SR6	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR6	8
12.	IEDs Painel 1 kVcc - SR6	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR6	8
13.	IEDs Painel 15 kV - SR7	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR7	8
14.	IEDs Painel 1 kVcc - SR7	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR7	8
15.	IEDs Painel 15 kV - SR8	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR8	8
16.	IEDs Painel 1 kVcc - SR8	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR8	8
17.	IEDs Painel 15 kV - SR9	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR9	8
18.	IEDs Painel 1 kVcc - SR9	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR9	8
19.	IEDs Painel 15 kV - SR10	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR10	8
20.	IEDs Painel 1 kVcc - SR10	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR10	8
21.	IEDs Painel 15 kV - SR11	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR11	8
22.	IEDs Painel 1 kVcc - SR11	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR11	8
23.	IEDs Painel 15 kV - SR12	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR12	8
24.	IEDs Painel 1 kVcc - SR12	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR12	8
25.	IEDs Painel 15 kV - SR13	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR13	8
26.	IEDs Painel 1 kVcc - SR13	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR13	8
27.	IEDs Painel 15 kV - SR14	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR14	10
28.	IEDs Painel 1 kVcc - SR14	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR14	8
29.	IEDs Painel 15 kV - SR61	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR61	8

Nº	De	Para	Quantidade
30.	IEDs Painel 1 kVcc - SR61	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR61	8
31.	IEDs Painel 15 kV - SR62	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SR62	10
32.	IEDs Painel 1 kVcc - SR62	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SR62	8
33.	IEDs Painel 15 kV - SM	DIO FO-MuM Painel 15 kV - SM	6
34.	IEDs Painel 1 kVcc - SM	DIO FO-MuM Painel 1 kVcc - SM	2

3.6 Circuitos de interligação por cordão ótico monomodo

São previstos 36 cordões óticos monomodo com conectores LC/LC e comprimento de 10 metros para execução das interligações dos IEDs a serem instalados paineis de 15 kV das SRs a serem modernizadas até o respectivo DIO instalado no próprio painel, em função da proteção 87L.

Nº	De	Para	Quantidade
1.	IEDs Painel 15 kV - SR5	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR5	2
2.	IEDs Painel 15 kV - SR1	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR1	2
3.	IEDs Painel 15 kV - SR2	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR2	2
4.	IEDs Painel 15 kV - SR3	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR3	2
5.	IEDs Painel 15 kV - SR4	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR4	2
6.	IEDs Painel 15 kV - SR6	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR6	2
7.	IEDs Painel 15 kV - SR7	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR7	2
8.	IEDs Painel 15 kV - SR8	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR8	2
9.	IEDs Painel 15 kV - SR9	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR9	2
10.	IEDs Painel 15 kV - SR10	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR10	2
11.	IEDs Painel 15 kV - SR11	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR11	2
12.	IEDs Painel 15 kV - SR12	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR12	2
13.	IEDs Painel 15 kV - SR13	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR13	2
14.	IEDs Painel 15 kV - SR14	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR14	3
15.	IEDs Painel 15 kV - SR61	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR61	2
16.	IEDs Painel 15 kV - SR62	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SR62	3
17.	IEDs Painel 15 kV - SM	DIO FO-MoM Painel 15 kV - SM	2

3.7 Circuitos de interligação por cabo ótico multimodo de 24 pares

Serão utilizados cabos óticos multimodo de 24 pares para ligar o DIO do PEE/HIP ao QPC da SR 5 e o DIO do Painel de 15 kV da SM o DIO do QPC da SM. Desta forma, são previstos 60 metros de cabo de fibra ótica multimodo contendo 24 pares (48 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	PEE/HIP	QPC - SR5	40
2.	Painel 15 kV – SM	QPC - SM	20

3.8 Circuitos de interligação por cabo ótico multimodo de 12 pares

Serão utilizados cabos óticos multimodo de 12 pares para ligar os DIOs dos Paineis de 15 kV e 1 kVcc das SRs em modernização aos respectivos QPCs. Desta forma, são previstos 660 metros de cabo de fibra ótica multimodo contendo 12 pares (24 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	Painel 15 kV - SR5	QPC - SR5	20
2.	Painel 1 kVcc - SR5	QPC - SR5	20
3.	Painel 15 kV - SR1	QPC - SR1	20
4.	Painel 1 kVcc - SR1	QPC - SR1	20
5.	Painel 15 kV - SR2	QPC - SR2	20
6.	Painel 1 kVcc - SR2	QPC - SR2	20
7.	Painel 15 kV - SR3	QPC - SR3	20
8.	Painel 1 kVcc - SR3	QPC - SR3	20
9.	Painel 15 kV - SR4	QPC - SR4	20
10.	Painel 1 kVcc - SR4	QPC - SR4	20
11.	Painel 15 kV - SR6	QPC - SR6	20
12.	Painel 1 kVcc - SR6	QPC - SR6	20
13.	Painel 15 kV - SR7	QPC - SR7	20
14.	Painel 1 kVcc - SR7	QPC - SR7	20

Nº	De	Para	Quantidade
15.	Painel 15 kV - SR8	QPC - SR8	20
16.	Painel 1 kVcc - SR8	QPC - SR8	20
17.	Painel 15 kV - SR9	QPC - SR9	20
18.	Painel 1 kVcc - SR9	QPC - SR9	20
19.	Painel 15 kV - SR10	QPC - SR10	20
20.	Painel 1 kVcc - SR10	QPC - SR10	20
21.	Painel 15 kV - SR11	QPC - SR11	20
22.	Painel 1 kVcc - SR11	QPC - SR11	20
23.	Painel 15 kV - SR12	QPC - SR12	20
24.	Painel 1 kVcc - SR12	QPC - SR12	20
25.	Painel 15 kV - SR13	QPC - SR13	20
26.	Painel 1 kVcc - SR13	QPC - SR13	20
27.	Painel 15 kV - SR14	QPC - SR14	20
28.	Painel 1 kVcc - SR14	QPC - SR14	20
29.	Painel 15 kV - SR61	QPC - SR61	20
30.	Painel 1 kVcc - SR61	QPC - SR61	20
31.	Painel 15 kV - SR62	QPC - SR62	20
32.	Painel 1 kVcc - SR62	QPC - SR62	20
33.	Painel 1 kVcc - SM	QPC - SM	20

3.9 Circuitos de interligação por cabo ótico monomodo de 6 pares

Serão utilizados cabos óticos monomodo de 6 pares para ligar o DIO do PEE/HIP ao QPC da SR 5, os DIOs dos Paineis de 15 kV das SRs em modernização aos respectivos QPCs e para ligações da proteção 87L nas instalações existentes. Desta forma, são previstos 7480 metros de cabo de fibra ótica monomodo contendo 6 pares (12 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Quantitativo conforme tabela abaixo:

Nº	De	Para	Quantidade
1.	PEE/HIP	QPC – SR5	40
2.	Painel 15 kV - SR5	QPC - SR5	20
3.	Painel 15 kV - SR1	QPC - SR1	20

Nº	De	Para	Quantidade
4.	Painel 15 kV - SR2	QPC - SR2	20
5.	Painel 15 kV - SR3	QPC - SR3	20
6.	Painel 15 kV - SR4	QPC - SR4	20
7.	Painel 15 kV - SR6	QPC - SR6	20
8.	Painel 15 kV - SR7	QPC - SR7	20
9.	Painel 15 kV - SR8	QPC - SR8	20
10.	Painel 15 kV - SR9	QPC - SR9	20
11.	Painel 15 kV - SR10	QPC - SR10	20
12.	Painel 15 kV - SR11	QPC - SR11	20
13.	Painel 15 kV - SR12	QPC - SR12	20
14.	Painel 15 kV - SR13	QPC - SR13	20
15.	Painel 15 kV - SR14	QPC - SR14	20
16.	Painel 15 kV - SR61	QPC - SR61	20
17.	Painel 15 kV - SR62	QPC - SR62	20
18.	Painel 15 kV - SM	QPC - SM	20
19.	SR12	SE CEB CS	250
20.	SR1	SE CEB BC	5000
21.	CCO	SE CEB AC	1000
22.	CCO	SM	850

4 RESUMO DE CABOS POR BITOLA

4.1 Circuitos de interligação por cabos metálicos

Item	Cabo	Isolação	Tipo	Total Dos Circuitos	Folga (%)	Comprimento (m)
1.	(2x#4mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	3060	5	3213
2.	(4x#4mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	765	5	804
3.	(1x#300mm²)	0,6/1,0 kV	HEPR 90 °C	340	-	340

4.2 Circuitos de interligação por fibra ótica

Item	Cabo	Quantitativo
1.	Cordão ótico multimodo LC/LC com comprimento de 10 metros.	268 unidades
2.	Cordão ótico monomodo LC/LC com comprimento de 10 metros.	36 unidades
3.	Cabo de fibra ótica multimodo contendo 24 pares (48 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	60 metros
4.	Cabo de fibra ótica multimodo contendo 12 pares (24 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	660 metros
5.	Cabo de fibra ótica monomodo contendo 6 pares (12 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel.	7480 metros

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160_01-5C-LM-0551-0A

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRÔ – DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA N° 5060007017

METRÔ - DF

		SISTEMA ENERGIA (MODERNIZAÇÃO)	
		SUB-SISTEMA SISTEMA DE COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA	
VISTO ELJ/RJF	DATA 09/12/14	LOCAL GERAL	
APROVADO RMP	DATA 09/12/14	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO LISTA DE MATERIAIS	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/11	CODIFICAÇÃO **LM.4/EX.99/00.551**	REVISÃO **1**

1	**APROVADO CONFORME PARECER 0541/14 - TEN**	**18/12/14**	**ITF**	**ECoA**	**ITF**	**ELJ/RJF**	**RMP**
0	EMISSÃO INICIAL	09/12/14	ITF	ECoA	ITF	ELJ/RJF	RMP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	

R E V I S Õ E S

METRÔ DF
LM.4/EX.99/00.551

PROTEÇÃO E CONTROLE
LISTA DE MATERIAIS
MODERNIZAÇÃO

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 5

2 NOTAS 5

3 REFERÊNCIAS 5

4 LISTA DE MATERIAIS – SISTEMA DE PROTEÇÃO E CONTROLE (MODERNIZAÇÃO) 6

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A lista de material a seguir faz referência ao Sistema de Proteção e Controle para o Projeto Básico da Expansão do Metrô-DF para o trecho da Modernização.

2 NOTAS

1 – Essa lista de material discrimina e quantifica os materiais/equipamentos necessários para o Sistema de Proteção e Controle para a modernização de acordo com o projeto básico da expansão.

3 REFERÊNCIAS

- DG.4/EE.99/00.101 – Sistema de Energia – Rede de alimentação 13,8 kV – Diagrama Unifilar da Rede de Alimentação;
- DG.4/EE.10/00.101 – Sistema de Energia – Rede de Alimentação 13,8 kV – Hípica – Painel de Entrada de Energia – Diagrama Unifilar;
- DG.4/EX.99/00.552 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica (Modernização) – Geral – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de alimentação e de tração;
- DG.4/EX.99/00.553 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica (Modernização) – Geral – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Circuitos de serviços auxiliares;
- DG.4/EX.99/00.554 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica (Modernização) – Geral – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Arquitetura geral;
- DG.4/EX.99/00.555 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica (Modernização) – Painel de Entrada de Energia – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção;
- DG.4/EX.99/00.556 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica – Geral – Diagrama Unifilar de Medição e Proteção – Automatismo em contingências;
- LC.4/EX.99/00.504 - Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica – Modernização – Lista de cabos;
- ET.4/EX.99/00.551 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica (Modernização) – Geral – Especificação Técnica – Aplicação para fornecimento de sistemas de proteção, controle e supervisão;
- ET.4/EX.99/00.552 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica (Modernização) – Geral – Especificação Técnica – Fornecimento de sistemas de proteção, controle e supervisão;
- ET.4/EX.99/00.553 – Sistema de Energia – Comando e Proteção Elétrica (Modernização) – Geral – Especificação Técnica – Desenvolvimento dos projetos de fabricação do sistema de proteção, controle e supervisão.

4 LISTA DE MATERIAIS – SISTEMA DE PROTEÇÃO E CONTROLE (MODERNIZAÇÃO)

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
1	Sistema de Proteção e Controle constituído de Conjunto de IEDs (funções 50/51, 50/51N, 98, e outras), blocos de teste, relés auxiliares e outros dispositivos para Proteção e Controle dos circuitos de 13,8 kV das Subestações Retificadoras existentes a serem modernizadas: SRs 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 61 e 62, além de dispositivos e equipamentos sobressalentes, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502. Os IEDs deverão ser instalados nos compartimentos específicos dos cubículos de 15 kV existentes, observando o apresentado nos diagramas DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.553, DG.4/EX.99/00.556 e DG.4/EX.99/00.562.	Unidade	16
2	Sistema de Proteção e Controle constituído de Conjunto de IEDs (funções di/dt, teste de via, 86, 79, e outras), blocos de teste, relés função 76 para supervisão e proteção de fuga de corrente entre o negativo e a carcaça dos painéis de corrente contínua (cubículos retificadores e cubículos de 1,0 kVcc), relés auxiliares e outros dispositivos (exceto Sistema Curtocircuitador Negativo-Terra, a ser tratado em item específico) para Proteção e Controle dos circuitos de alimentação de tração das Subestações Retificadoras existentes a serem modernizadas: SRs 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 61 e 62, além de dispositivos e equipamentos sobressalentes, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502. Os IEDs deverão ser instalados nos compartimentos específicos dos cubículos de 1 kVcc e retificadores existentes, observando o apresentado nos diagramas DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.553, DG.4/EX.99/00.554, DG.4/EX.99/00.556 e DG.4/EX.99/00.562.	Unidade	16

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
3	Painel de Controle e Comunicação - QPC para as SRs 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 61 e 62, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551, ET.4/EX.99/00.502, ET.4/EX.99/00.553. Incluso no fornecimento os Dispositivos de Automação, a UCD (Unidade de Controle Digital), e todos os componentes de rede como GPS, USOs (Unidade de Supervisão e Operação), Switches, terminal microprocessador (IHM) para comando, controle e supervisão local, DIOs, além de sistema de telesupervisão completo da SR (SCADA), Drives adicionais para SCADA central (IEC 61850) e central (SNMP), licença de software para oscilografia e banco de dados, bem como demais dispositivos indicados nas especificações técnicas mencionadas. O fornecimento deverá prever ainda testes de plataforma em fábrica. Deve ser observado o apresentado nos diagramas DG.4/EX.99/00.552, DG.4/EX.99/00.554 e DG.4/EX.99/00.562.	Unidade	16
4	Painel de Comunicação para o CCO, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551, ET.4/EX.99/00.502, ET.4/EX.99/00.553. Incluso no fornecimento os Dispositivos de Automação, e todos os componentes de rede como GPS, Concentradores (UCIs), Switches, DIOs, além de sistema de telesupervisão completo da SR (SCADA), Drives adicionais para SCADA central (IEC 61850) e central (SNMP), licença de software para oscilografia e banco de dados, bem como demais dispositivos indicados nas especificações técnicas mencionadas. O fornecimento deverá prever ainda testes de plataforma em fábrica. Deve ser observado o apresentado no diagrama DG.4/EX.99/00.554.	Unidade	01
5	Servidor Scada central para o CCO, conforme características técnicas apresentadas na ET.4/EX.99/00.502.	Unidade	02
6	Estação de Trabalho no CCO com computador client para SCADA, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502.	unidade	02

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
7	Sistema de Proteção e Controle constituído de Conjunto de IEDs (funções 50/51, 50/51N, 98, e outras), blocos de teste, relés auxiliares e outros dispositivos para Proteção e Controle dos circuitos de 13,8 kV da Subestação de Manutenção a ser modernizada, além de dispositivos e equipamentos sobressalentes, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502. Os IEDs deverão ser instalados nos compartimentos específicos dos cubículos de 15 kV existentes, observando o apresentado no diagrama DG.4/EX.99/00.562.	Unidade	01
8	Sistema de Proteção e Controle constituído de Conjunto de IEDs (funções di/dt, teste de via, 86, 79, e outras), blocos de teste, relés função 76 para supervisão e proteção de fuga de corrente entre o negativo e a carcaça dos painéis de corrente contínua (cubículos retificadores e cubículos de 1,0 kVcc), relés auxiliares e outros dispositivos para Proteção e Controle dos circuitos de alimentação de tração da Subestação de Manutenção a ser modernizada, além de dispositivos e equipamentos sobressalentes, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502. Os IEDs deverão ser instalados nos compartimentos específicos dos cubículos de 1 kVcc e retificadores existentes, observando o apresentado no diagrama DG.4/EX.99/00.562.	Unidade	01
9	Painel de Controle e Comunicação para a Subestação de Manutenção, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551, ET.4/EX.99/00.502, ET.4/EX.99/00.553. Incluso no fornecimento os Dispositivos de Automação, a UCD (Unidade de Controle Digital), e todos os componentes de rede como GPS, Concentradores (UCIs), Switches, terminal microprocessador (IHM) para comando, controle e supervisão local, DIOs, além de sistema de telesupervisão completo da SR (SCADA), Drives adicionais para SCADA central (IEC 61850) e central (SNMP), licença de software para oscilografia e banco de dados, bem como demais dispositivos indicados nas especificações técnicas mencionadas. O fornecimento deverá prever ainda testes de plataforma em fábrica. Deve ser observado o apresentado nos diagramas DG.4/EX.99/00.554 e DG.4/EX.99/00.562.	Unidade	01

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
10	Servidor Scada central equivalente ao do CCO para o Ambiente de Desenvolvimento, conforme características técnicas apresentadas nas ET.4/EX.99/00.502 e ET.4/EX.99/00.551.	Unidade	01
11	Estação de Trabalho com computador client para SCADA, equivalente ao do CCO, para o Ambiente de Desenvolvimento, conforme características técnicas especificadas nas ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502.	Unidade	01
12	Painel de Proteção e Controle de Desenvolvimento - QPC-D, incluindo IEDs, UCDs, GPS, Concentradores (UCIs), Switches, e demais componentes equivalentes aos de uma Subestação Retificadora típica, conforme características técnicas apresentadas nas ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502.	Unidade	01
13	Mala de testes para o sistema de proteção e controle. O equipamento deve permitir ensaios gerais em unidades de proteção e controle e programas automáticos para efetuar as simulações nestes dispositivos. O equipamento deve possibilitar a aplicação de ensaios transitórios com formas de onda de corrente e tensão que contenham percentagens variáveis de harmônicos, definidas pelo usuário, ou obtidas de registradores digitais de perturbações ou de programas de simulação do tipo EMTP/ATP, em formato COMTRADE. A mala de testes deverá atender as características técnicas descritas para os equipamentos de testes na ET.4/EX.99/00.502.	Unidade	01
14	Cordão óptico multimodo LC/LC com comprimento de 10 metros. Quantitativo conforme Lista de Cabos LC.4/EX.99/00.504.	Unidade	268
15	Cordão óptico monomodo LC/LC com comprimento de 10 metros. Quantitativo conforme Lista de Cabos LC.4/EX.99/00.504.	Unidade	36
16	Cabo de Fibra Ótica multimodo contendo 24 pares (48 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Aplicado na proteção do PEE/HIP. Quantitativo conforme Lista de Cabos LC.4/EX.99/00.504.	Metros	60

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
17	Cabo de Fibra Ótica multimodo contendo 12 pares (24 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Aplicado na proteção do PEE/HIP. Quantitativo conforme Lista de Cabos LC.4/EX.99/00.504.	Metros	660
18	Cabo de Fibra Ótica monomodo contendo 6 pares (12 fibras), com núcleo dielétrico, proteção com armadura de aço corrugado, capa externa em material termoplástico com propriedades de auto suspenção de fogo, atóxico, seguindo norma ABNT NBR 15108, certificado Anatel. Aplicado na proteção de linha. Quantitativo conforme Lista de Cabos LC.4/EX.99/00.504.	Metros	7480
19	Cabo de controle de 4x4 mm² em cobre de tempera mole, formação mínima de 7 fios, classe de encordoamento classe 5, veias isoladas com termofixo em dupla camada de borracha HEPR numerados e temperatura de serviço contínuo de 90°C, 130ºC em sobrecarga e 250°C em curto-circuito. Blindagem em fita de cobre, capa externa cor preta composta de termoplástico a base de poliolefínica antichama e livre de halogênio e gases corrosivos, classe de tensão 0,6/1 kV norma NBR 5410 e 13570, comportamento ao fogo NBR NM 60332-3-24. Quantitativo conforme Lista de Cabo LC.4/EX.99/00.504	Metros	804
20	Cabo de controle de 2x4 mm² em cobre de tempera mole, formação mínima de 7 fios, classe de encordoamento 2, veias isoladas com termofixo em dupla camada de borracha HEPR numerados e temperatura de serviço contínuo de 70°C, 130ºC em sobrecarga e 250°C em curto-circuito. Blindagem em fita de cobre, capa externa cor preta composta de termoplástico a base de poliolefínica antichama e livre de halogênio e gases corrosivos, classe de tensão 0,6/1 kV norma NBR 5410 e 13570, comportamento ao fogo NBR NM 60332-3-24. Quantitativo conforme Lista de Cabo LC.4/EX.99/00.504.	Metros	3213
21	Sistema Curtocircuitador Negativo-Terra automatizado, para proteção de tensão de toque, montado em painel de sobrepor, uso interno, isolação IP30. Capacidade de corrente 1000A, corrente de pico 70 kA/ 20 ms e entrada de cabos pela parte inferior do painel. Conforme características técnicas especificadas nos documentos ET.4/EX.99/00.551 e ET.4/EX.99/00.502	Unidade	16

Item	Descrição	Unidade	Quantidade
22	Cabo de cobre, singelo seção nominal 300 mm², isolação em borracha HEPR , antichamas, livre de halogenio e gases corrosivos, de classe 0,6/1,0 kV, com cobertura em poliolefínico não halogenado. Quantitativo conforme Lista de Cabos LC.4/EX.99/00.504.	Metros	320

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5C-PI-0501-0

SETOR	COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA N° 5060007017

OBS: *DESENHOS DE REFERÊNCIA PARA A ELABORAÇÃO DOS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO. IDENTIFICAÇÕES ESPECÍFICAS DE IEDs, BORNES TERMINAIS, GRANDEZAS ELÉTRICAS, ETC, INDICADAS NESTE DOCUMENTO SÃO ORIENTATIVAS. OS PROJETOS DE FABRICAÇÃO E EXECUTIVO DEVEM ASSUMIR SUAS IDENTIFICAÇÕES PRÓPRIAS.*

METRÔ - DF

		SISTEMA ENERGIA	
		SUB-SISTEMA COMANDO E PROTEÇÃO ELÉTRICA	
VISTO ELJ/RJF	DATA 31/01/14	LOCAL GERAL	
APROVADO OOP	DATA 15/04/14	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO PADRÕES DE ENGENHARIA ROTEIRO DE TESTES	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/39	CODIFICAÇÃO **PT.4/EX.99/00.501**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER N°031/14 –TDME - ENERGIA	20/03/14	ITF	MHY	ITF	ELJ/RJF	OOP
0A	REVISADO CONFORME PARECER N°013/14 –TDME - ENERGIA	20/02/14	WLJ	LPdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0	EMISSÃO INICIAL	31/01/14	WLJ	LPdA	JoWe	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
PT.4/EX.99/00.501

PADRÕES DE ENGENHARIA
ROTEIRO DE TESTES

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 IHM CCO 6

1.1 UNIFILAR GERAL 6
1.2 REDE DE 13,8 KV 7
1.3 COMANDO DOS EQUIPAMENTOS 8
1.4 CARTÕES DE SEGURANÇA 9
1.5 DESBLOQUEIO DISJUNTOR 10
1.6 GERENCIAMENTO DE ALARMES 11
1.7 GERENCIAMENTO DE EVENTOS 12
1.8 CONTROLE DE ACESSO 13
2 IHM LOCAL (UPC1) 14

2.1 REDE DE 13,8 KV 14
2.2 COMANDOS DOS EQUIPAMENTOS 15
2.3 CARTÕES DE SEGURANÇA 16
2.4 DESBLOQUEIO DISJUNTOR 17
2.5 CONTROLE DE ACESSO 18
3 TESTES DOS PONTOS 19

3.1 ENTRADAS DIGITAIS 19
3.1.1 UPC1-AX 19
3.2 ENTRADAS ANALÓGICAS / CIRCUITOS DE CORRENTE E TENSÃO 22
3.2.1 UPC1-AX 22
4 COMANDOS E LÓGICAS 25

4.1 PROCEDIMENTOS PARA OS TESTES DAS LÓGICAS: 25
4.2 CONVENÇÕES ADOTADAS 25
4.4 TESTES DAS LÓGICAS DE INTERTRAVAMENTOS DO DISJUNTOR 52LT1 26
4.4.1 CONSISTÊNCIA DOS SINAIS DE CAMPO 26
4.4.3 SELEÇÃO LOCAL / REMOTO – UPC1 E DISJUNTOR 52LT1 27
4.4.5 CONDIÇÕES DE PROCESSO 28
4.4.6 FECHAMENTO/ABERTURA DISJUNTOR 52LT1 29
4.4.7 COMANDO DE FECHAMENTO OU ABERTURA NÃO REALIZADO 30
4.4.8 BLOQUEIO/DESBLOQUEIO DE FECHAMENTO DISJUNTOR 52LT1 31

4.4.10 SELEÇÃO DE TENSÃO PARA SINCRONISMO 33
5 PROTEÇÃO 35
5.1 UPC1 35
5.1.1 PROTEÇÃO FALHA DISJUNTOR (50/62BF) 37
5.1.2 LÓGICA 50SOTF 39

1 IHM CCO

1.1 Unifilar geral

UNIFILAR GERAL			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout Geral		
3.	Barra Superior	Logotipo METRÔ DF	
		Identificação da Tela	
		Identificação do Operador	
		Data e Hora	
4.	Identificação	Equipamentos	
		Barramentos	
		Linhas de Transmissão	
5.	Apresentação de Valores Numéricos		
6.	Sinalização Local / Remoto	Campo	
		UCD	
		Centro de Operação	
7.	Comandos	Disjuntores	
		Seccionadoras	
		Desbloqueio (86)	
		Cartões de Segurança	
		Transferência de Comando para o CCO	
8.	Navegação para outras Telas	Menu Principal	
		Tela Anterior	
		Janelas de Valores Numéricos	
		Tela de Alarmes	
		Tela de Eventos	
9.	Linha de Alarmes e Recursos de Reconhecimento		
Observações			

1.2 Rede de 13,8 kV

Rede de 13,8 kV			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout Geral		
3.	Barra Superior	Logotipo Metrô DF	
		Identificação da Tela	
		Identificação do Operador	
		Data e Hora	
4.	Identificação	Equipamentos	
		Barramentos	
		Linhas de Transmissão	
5.	Apresentação de Valores Numéricos		
6.	Sinalização Local / Remoto	Campo	
		UCD	
		Centro de Operação	
7.	Comandos	Disjuntores	
		Seccionadoras	
		Desbloqueio (86)	
		Cartões de Segurança	
		Transferência de Comando para o CCO	
8.	Navegação para outras Telas	Menu Principal	
		Tela Anterior	
		Janelas de Valores Numéricos	
		Tela de Alarmes	
		Tela de Eventos	
9.	Linha de Alarmes e Recursos de Reconhecimento		
Observações			

1.3 Comando dos equipamentos

COMANDOS – EQUIPAMENTOS			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout da Janela		
3.	Comandos	Abrir (OFF)	
		Fechar (ON)	
		Confirmar	
		Cancelar	
4.	Segurança	Níveis de acesso	
		Check Before Operate	
5.	Informações	Tag do Equipamento	
		Estado Atual	
		Cartões de Segurança	
		Bloqueio (86)	
		Alarmes Atuados	
		Comandos Inibidos	
		Diagnósticos (comandos não executados)	
Observações			

1.4 Cartões de segurança

COMANDOS – CARTÕES DE SEGURANÇA			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout da Janela		
3.	Tipos	Amarelo	
		Vermelho	
4.	Comandos	Inserir	
		Retirar	
		Confirmar	
		Cancelar	
5.	Segurança	Níveis de acesso	
		Check Before Operate	
6.	Informações	Tag do Equipamento	
		Estado Atual	
		Cartões de Segurança	
		Bloqueio (86)	
		Alarmes Atuados	
		Comandos Inibidos	
		Diagnósticos (comandos não executados)	
Observações			

1.5 Desbloqueio disjuntor

COMANDOS – DESBLOQUEIO DISJUNTOR			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout da Janela		
3.	Comandos	Desbloquear	
		Confirmar	
		Cancelar	
4.	Segurança	Níveis de acesso	
		Check Before Operate	
5.	Informações	Tag do Equipamento	
		Estado Atual	
		Cartões de Segurança	
		Bloqueio (86)	
		Alarmes Atuados	
		Comandos Inibidos	
		Diagnósticos (comandos não executados)	
Observações			

1.6 Gerenciamento de alarmes

GERENCIAMENTO DE ALARMES			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout Geral		
3.	Apresentação	Nível de Prioridade	
		Tag de Tempo	
		Ordenação no Tempo	
		Atuados e ainda não reconhecidos	
		Atuados e já reconhecidos	
		Não atuados e ainda não reconhecidos	
		Atuação dinâmica em tempo real	
4.	Reconhecimento	Individual	
		Em grupo	
5.	Filtros	Equipamento ou Área	
		Intervalo de Tempo	
		Prioridade	
6.	Sinal Sonoro	Atuação	
		Silenciar	
7.	Histórico		
Observações			

1.7 Gerenciamento de eventos

GERENCIAMENTO DE EVENTOS			
Item	**Descrição**		**C**
	Navegação de Ativação		
	Layout Geral		
	Apresentação	Tag de Tempo	
		Ordenação no Tempo	
		Atuados	
		Não atuados	
		Nível de Prioridade	
	Filtros	Equipamento ou Área	
		Intervalo de Tempo	
		Prioridade	
	Histórico		
Observações			

1.8 Controle de acesso

CONTROLE DE ACESSO			
Item	**Descrição**		**C**
	Log on	Ativação	
		Time Out	
	Log off	Ativação	
	Níveis de Acesso	Visualização	
		Operação	
		Engenharia	
		Administrador	
Observações			

2 IHM LOCAL (UPC1)

2.1 Rede de 13,8 kV

Rede de 13,8k|V			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout Geral		
3.	Barra Superior	Logotipo METRÔ DF	
		Identificação da Tela	
		Identificação do Operador	
		Data e Hora	
4.	Identificação	Equipamentos	
		Barramentos	
		Linhas de Transmissão	
5.	Apresentação de Valores Numéricos		
6.	Sinalização Local / Remoto	Campo	
		UPC1	
		Centro de Operação	
7.	Comandos	Disjuntores	
		Seccionadoras	
		Desbloqueio (86)	
		Cartões de Segurança	
		Transferência de Comando para o CCO	
8.	Navegação para outras Telas	Menu Principal	
		Tela Anterior	
		Janelas de Valores Numéricos	
		Tela de Alarmes	
		Tela de Eventos	
9.	Linha de Alarmes e Recursos de Reconhecimento		
Observações			

2.2 Comandos dos equipamentos

COMANDOS – EQUIPAMENTOS			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout da Janela		
3.	Comandos	Abrir (OFF)	
		Fechar (ON)	
		Confirmar	
		Cancelar	
4.	Segurança	Níveis de acesso	
		Check Before Operate	
5.	Informações	Tag do Equipamento	
		Estado Atual	
		Cartões de Segurança	
		Bloqueio (86)	
		Alarmes Atuados	
		Comandos Inibidos	
		Diagnósticos (comandos não executados)	
Observações			

2.3 Cartões de segurança

COMANDOS – CARTÕES DE SEGURANÇA			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout da Janela		
3.	Tipos	Amarelo	
		Vermelho	
4.	Comandos		
		Retirar	
		Confirmar	
		Cancelar	
5.	Segurança	Níveis de acesso	
		Check Before Operate	
6.	Informações	Tag do Equipamento	
		Estado Atual	
		Cartões de Segurança	
		Bloqueio (86)	
		Alarmes Atuados	
		Comandos Inibidos	
		Diagnósticos (comandos não executados)	
Observações			

2.4 Desbloqueio disjuntor

COMANDOS – DESBLOQUEIO DISJUNTOR			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Navegação de Ativação		
2.	Layout da Janela		
3.	Comandos	Desbloquear	
		Confirmar	
		Cancelar	
4.	Segurança	Níveis de acesso	
		Check Before Operate	
5.	Informações	Tag do Equipamento	
		Estado Atual	
		Cartões de Segurança	
		Bloqueio (86)	
		Alarmes Atuados	
		Comandos Inibidos	
		Diagnósticos (comandos não executados)	
Observações			

2.5 Controle de acesso

CONTROLE DE ACESSO			
Item	**Descrição**		**C**
1.	Log on	Ativação	
		Time Out	
2.	Log off	Ativação	
3.	Níveis de Acesso	Visualização	
		Operação	
		Engenharia	
		Administrador	
Observações			

3 TESTES DOS PONTOS

3.1 Entradas digitais

3.1.1 UPC1-AX

UPC1-AX					Fabricante e Modelo	Painel – QPC1-AX	Régua de Bornes - BNC					
Ident.	Localização				Visualização							C
	BORNES		Chave	Eqpto.	Texto		Texto 0	Texto 1	IHM	AL	EV	
ED001	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX - Posição Disjuntor		Aberto		X		X	
ED002	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX - Posição Disjuntor			Fechado	X		X	
ED003	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX – 74 Mola Fech Descarregada		Normal	Alarme		X	X	
ED004	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX – 74 Superv Bob 1 Abertura		Normal	Alarme		X	X	
ED005	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX –74 Superv Bob 2 Abertura		Normal	Alarme		X	X	
ED006	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX –Falta Tensão Motor		Normal	Alarme		X	X	
ED007	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX –43 Chave Local/Remoto		Local	Remoto	X	X	X	
ED008	-----	-----	-----	QPC1-AX	QPC1-AX –72.1/3~6 Pol. 1 MiniDj		Fechado	Aberto		X	X	
ED009	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX - Atuação Proteção Falha do Disjuntor							
ED010	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX –27 Falta Tensão Circ Abe1/Fech		Normal	Alarme		X	X	
ED011	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX –27 Falta Tensão CircAber2		Normal	Alarme		X	X	
ED012	-----	-----	-----	UPC1	UPC1-AX–95 Bloco de Teste UPC1		Teste	Normal		X	X	
ED013	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX – Posição Extraído		Normal	Alarme	X	X	X	

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 561

UPC1-AX				Fabricante e Modelo	Painel – QPC1-AX	Régua de Bornes - BNC				
Ident.	Localização			Visualização						C
	BORNES		Chave	Eqpto.	Texto	Texto 0	Texto 1	IHM	AL	EV	
ED014	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX – Posição Teste	Normal	Teste		X	X	
ED015	-----	-----	-----	52LT1	XXXX-XX – Posição Inserido	Desatuado	Atuado	X	X	X	
ED016	-----	-----	-----	QPC1-AX	QPC1-AX – 52 Aq/Il/Tom QPC1MiniDj	Fechado	Aberto		X	X	
ED017	-----	-----	-----	QPC1-AX	QPC1-AX - 52 Aq/Il/Tom Cubículos 15kVMiniDj	Fechado	Aberto		X	X	
ED018	-----	-----	-----	SWITCHES	XXXX-XX – Defeito Crítico (IRF) Switches	Normal	Alarme		X	X	
ED019	-----	-----	-----	-----	Entrada Reserva						
ED020	-----	-----	-----	52LT1	Bloqueio de Fechamento por Falha Disj. Adjacente						
ED021	-----	-----	-----	-----	Entrada Reserva						
ED022	-----	-----	-----	-----	Entrada Reserva						
ED023	-----	-----	-----	-----	Entrada Reserva						
ED024	-----	-----	-----	-----	Entrada Reserva						
ED025	-----	-----	-----	4TPAX	XXXX-XX –TP4AX–Y EnrolCtrl/Prot	Fechado	Aberto		X	X	
ED026	-----	-----	-----	52LT1	Partida Falha por Atuação das Proteções Externas						
ED027	-----	-----	-----	TPB	XXXX-XX - TPB–Y EnrolCtrl/Prot	Fechado	Aberto		X	X	
ED028	-----	-----	-----	-----	Entrada Reserva						
ED029	-----	-----	-----	UPC1-BX	UPC1-BX – 27 Falta 125Vcc UPC1-BX	Normal	Alarme		X	X	

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 562

UPC1-AX					Fabricante e Modelo	Painel – QPC1-AX	Régua de Bornes - BNC					
Ident.	Localização				Visualização							C
	BORNES		Chave	Eqpto.	Texto		Texto 0	Texto 1	IHM	AL	EV	
ED030	-----	-----	-----	UPC1-BX	UPC1-BX - Defeito Crítico (IRF) UPC1-BX		Normal	Alarme		X	X	

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 563

3.2 Entradas analógicas / circuitos de corrente e tensão

3.2.1 UPC1-AX

3.2.1.1 Continuidade dos Circuitos de Corrente e Tensão

CONEXÃO DAMALA DE TESTES		PAINEL QPC1-AX/BX		
Bornes	**Fase A**	**Fase B**	**Fase V**	**N**
Corrente TCAX	BNI – X	BNI – X	BNI – X	BNI – X
Tensão TPAX	BNU – X	BNU – X	BNU – X	BNU – X
Tensão TPB		BNU – X		BNU – X

	Ação	Resultado Esperado	OK
1.	Injetar Corrente Nominal nas fases A, B e V. Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook	Leitura dos valores nominais de corrente para as três fases.	
2.	Zerar a Corrente da Fase A Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook Restaurar condições originais	Leitura dos valores nominais de corrente para as fases B e V. Leitura de corrente zero para a fase A	
3.	Zerar a Corrente da Fase B Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook Restaurar condições originais	Leitura dos valores nominais de corrente para as fases A e V. Leitura de corrente zero para a fase B	
4.	Zerar a Corrente da Fase V Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook Restaurar condições originais	Leitura dos valores nominais de corrente para as fases A e B. Leitura de corrente zero para a fase V	
5.	Injetar Tensão Nominal nas fases A, B e V do TPAX. Manter todas as correntes zeradas. Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook	Leitura dos valores nominais de tensão AB, BV, VA.	
6.	Zerar a Tensão da Fase A Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook Restaurar condições originais	Leitura dos valores nominais de tensão B, V Leitura de tensão zero para a fase A	

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 564

	Ação	Resultado Esperado	OK
7.	Zerar a Tensão da Fase B Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook Restaurar condições originais	Leitura dos valores nominais de tensão A, V Leitura de tensão zero para a fase B	
8.	Zerar a Tensão da Fase V Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook Restaurar condições originais	Leitura dos valores nominais de tensão A, B Leitura de tensão zero para a fase V	

3.2.1.2 Bloco de Teste 95-1UPC1

	Ação	Resultado Esperado	OK
1.	Injetar Corrente e Tensão Nominal nas fases A, B e V. Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook	Leitura dos valores nominais de corrente e tensão para as três fases.	
2.	Inserir o Pente de Testes Verificar valores apresentados no Display do Relé e no Notebook Verificar sinalização de eventos nas IHM´s Verificar sinalização de anormalidades na Mala de Testes	Zeramento dos valores de corrente e tensão. Nenhuma anormalidade detectada pela Mala de Testes.	
3.	Retirar o Pente de Testes	Leitura dos valores nominais de corrente e tensão para as três fases. Nenhuma anormalidade detectada pela Mala de Testes.	
4.	Repetir diversas vezes os passos 2 e 3.	------	

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)
SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 565

3.2.1.3 Medição

No.	CORRENTE E TENSÃO								VALORES LIDOS								OK
	IA	IB	IV	VA	VB	VV	F	Fi	V	I	W	VA	VAr	Wh	Varh	Fi	
1.	1	0	0	0	0	0	60	0									
2.	0	1	0	0	0	0	60	0									
3.	0	0	1	0	0	0	60	0									
4.	0	0	0	66,4	0	0	60	0									
5.	0	0	0	0	66,4	0	60	0									
6.	0	0	0	0	0	66,4	60	0									
7.	2	2	2	66,4	66,4	66,4	60	0									
8.	3	3	3	66,4	66,4	66,4	60	0									
9.	4	4	4	66,4	66,4	66,4	60	0									
10.	5	5	5	66,4	66,4	66,4	60	0									
11.	5	5	5	60,0	60,0	60,0	60	0									
12.	5	5	5	73,0	73,0	73,0	60	0									
13.	5	5	5	66,4	66,4	66,4	59	0									
14.	5	5	5	66,4	66,4	66,4	61	0									
15.	5	5	5	66,4	66,4	66,4	60	180									
16.	5	5	5	66,4	66,4	66,4	60	90									
17.	5	5	5	66,4	66,4	66,4	60	270									
18.	5	5	5	66,4	66,4	66,4	60	45									

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 566

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 567

4 COMANDOS E LÓGICAS

4.1 Procedimentos para os Testes das Lógicas:

Antes de testar os intertravamentos de cada equipamento, simular a condição numero 1 (comando liberado) e comandar abertura e fechamento nos três níveis, colocar e retirar todos os cartões em todos os níveis.

Os testes deverão ser executados na sequência apresentada.

De um teste para o outro deverão ser alterados apenas as entradas cujos fundos estejam em destaque.

4.2 Convenções Adotadas

ABR – Aberto (a)	FEC – Fechado (a)
INS – Inserido	RET – Retirado
ATU – Atuado	NOR – Normalizado
PRE – Presente	AUS – Ausente
REM – Remoto	LOC – Local
IND – Indiferente	

4.4 Testes das Lógicas de Intertravamentos do DISJUNTOR 52LT1

4.4.1 Consistência dos Sinais de Campo

CONSISTÊNCIA DOS SINAIS DE CAMPO						Fl. 20
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto** **2 Disjuntor 52LT1 Aberto** **3 Ausência de Cartões** **4 Disjuntor Isolado** **5 Chave 43L/R Disjuntor 52LT1 em Modo Remoto** **6 Ausência de Bloqueio Fechamento Disjuntor 52LT1**						
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
ED Disjuntor Aberto	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**----**
ED Disjuntor Fechado	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**----**
Resultados						
Disjuntor ABERTO	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**----**
Disjuntor FECHADO	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**----**
Disjuntor INDEFINIDO (após 1 segundo)	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**----**
Resultado						
Visto:						

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)
SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 568

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 569

4.4.3 Seleção Local / Remoto – UPC1 e Disjuntor 52LT1

UPC1 E DISJUNTOR 52LT1 LOCAL/REMOTO						Fl. 30
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UCD1 em Modo Local** **2 Disjuntor 52LT1 Aberto** **3 Ausência de Cartões** **4 Disjuntor Isolado** **5 Chave 43L/R Disjuntor 52LT1em Modo Local** **6 Ausência de Bloqueio Fechamento Disjuntor 52LT1**						
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**					
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
Modo Controle do Disjuntor 52LT1 (L/R)	**LOC**	**LOC**	**REM**	**REM**	**REM**	**REM**
Estado do Disjuntor 52LT1	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**ABR**	**ABR**	**FEC**
Modo Controle da UPC1 (L/R)	**LOC**	**REM**	**LOC**	**LOC**	**REM**	**REM**
Resultados						
Permissão para Abrir IHM Local	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Permissão para Fechar IHM Local	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Permissão Retirar Cartão IHM Local	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Permissão para Abrir IHM SE	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**
Permissão para Fechar IHM SE	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**
Permissão Colocar e/ou Retirar Cartão IHM SE	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**
Resultado						
Visto:						

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 570

4.4.5 Condições de Processo

CONDIÇÕES DE PROCESSO											Fl. 30
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto** **2 Disjuntor 52LT1fechado**		**3 Ausência de Cartão Vermelho**									
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Bloqueio fechamento disjuntor 52LT1	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**----**
Cartão amarelo	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**----**
Cartão vermelho	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**----**
Estado do Disjuntor 52LT1	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**FEC**	**FEC**	**FEC**	**----**
Resultados											
Permissão para Abrir	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**----**
Permissão para Fechar	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**----**
Resultado											
Visto:											

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 571

4.4.6 Fechamento/Abertura Disjuntor 52LT1

FECHAMENTO/ABERTURA DISJUNTOR 52LT1											Fl. 30
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto** **2 Disjuntor 52LT1 fechado**	**3 Ausência de Cartão Vermelho**										
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Fechar disjuntor	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**
Sincronismo Verificado ou Disj. Isolado	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**PRE**
Abrir disjuntor	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Estado do Disjuntor 452	**ABR**	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**
Resultados											
Comando/Permissão fechamento disjuntor 52LT1	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Fechar disjuntor 452	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Abrir disjuntor 452	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Resultado											
Visto:											

4.4.7 Comando de Fechamento ou Abertura Não Realizado

COMANDO DE FECHAMENTO OU ABERTURA NÃO REALIZADO							Fl. 30
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto** **2 Ausência de cartões** **3 Chave 43L/R do Disjuntor 52LT1 em Modo Remoto** **4 Disjuntor 52LT1 Aberto** **5 Ausência do comando de Fechar Disjuntor** **6 Ausência do comando de Abrir Disjuntor**							
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**						
	1	**2**	**3***	**4**	**5**	**6***	**7**
Posição Disjuntor 52LT1	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**FEC**	**ABR**
Comandofechar disjuntor	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Comando abrir disjuntor	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Resultados							
Comando de fechamento não realizado	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Fechar disjuntor	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Abrir Disjuntor	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Comando de abertura não realizado	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**
Resultado							
Visto:							

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 572

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 573

4.4.8 Bloqueio/Desbloqueio de fechamento Disjuntor 52LT1

Bloqueio/Desbloqueio de fechamento Disjuntor 452									Fl. 48	
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto** **2 Disjuntor 52LT1 fechado**				**3 Ausência de Cartão Vermelho** **4 Transferência de Proteção Normal** **Falha disjuntor 52LT1 presente**						
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Falha disjuntor 52LT1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Disjuntor 52LT1 Isolado	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Posição Disjuntor 52LT1	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**
Bloqueio Disjuntor 52LT1	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Desbloqueio Disjuntor 52LT1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Falha Disjuntor 52LT1 e Adajacentes	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**
Disjuntor Inserido	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**
Resultados										
Bloqueio fechamento Disjuntor 52LT1	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Disj. 52LT1 - Bloqueio fechamento Falha Adjacente	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**
Resultado										
Visto:										

Bloqueio/Desbloqueio de fechamento Disjuntor 452 Fl. 48

CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: 1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto 2 Disjuntor 52LT1 fechado	3 Ausência de Cartão Vermelho 4 Transferência de Proteção Normal Falha disjuntor 52LT1 presente									
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**									
	11	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**7**	**8**	**9**	**10**
Falha disjuntor 52LT1	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**AUS**				
Disjuntor 52LT1 Isolado	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**				
Posição Disjuntor 52LT1	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**FEC**	**ABR**				
Bloqueio Disjuntor 52LT1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**				
Desbloqueio Disjuntor 52LT1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**				
Falha Disjuntor 52LT1 e Adajacentes	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**				
Disjuntor Inserido	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**				
Resultados										
Bloqueio fechamento Disjuntor 52LT1	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**PRE**				
Disj. 52LT1 - Bloqueio fechamento Falha Adjacente	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**AUS**				
Resultado										
Visto:										

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 574

4.4.10Seleção de Tensão para Sincronismo

SINCRONISMO					Fl. 55				
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto** **2 Disjuntor 52LT1 Fechado** **3 Ausência de Cartões**									
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
TPB (Enrol. Y) - Aberto	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Posição Disjuntor 52LT1	**ABR**	**FEC**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**FEC**	**ABR**
Disjuntor Inserido	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**
TPAX (Enrol. Y) - Aberto	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Sincronismo Verificado UPC1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**
Disjuntor 52LT1 Isolado	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Disjuntor Extraído	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Disjuntor em Teste	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Resultados									
Disj. 52LT1 – Sincronismo Verificado ou Disj. Isolado	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Seção AX – Aberta	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**PRE**
Disjuntor 52LT1 – Em Serviço	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**
Disjuntor 52LT1 - Isolado	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Resultado									
Visto:									

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 575

SINCRONISMO									Fl. 55
CONDIÇÕES INICIAIS - NOTAS: **1 Seleção L/R UPC1 em Modo Remoto** **2 Disjuntor 52LT1 Fechado** **3 Ausência de Cartões**									
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**								
	10	**11**	**12**	**13**					
TPB (Enrol. Y) - Aberto	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**					
Posição Disjuntor 52LT1	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**FEC**					
Disjuntor Inserido	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**					
TPAX (Enrol. Y) - Aberto	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**					
Sincronismo Verificado UPC1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**					
Disjuntor 52LT1 Isolado	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**					
Disjuntor Extraído	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**					
Disjuntor em Teste	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**					
Resultados									
Disj. 52LT1 – Sincronismo Verificado ou Disj. Isolado	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**					
Seção AX – Aberta	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**PRE**					
Disjuntor 52LT1 – Em Serviço	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**					
Disjuntor 52LT1 - Isolado	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**					
Resultado									
Visto:									

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)
SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 576

5 PROTEÇÃO

5.1 UPC1

UPC1	ATUAÇÕES DAS FUNÇÕES DE PROTEÇÃO								
Saída	Descrição	87L ϕA	87L ϕB	87L ϕV	67 ϕA	67 ϕB	67 ϕV	67N	50SOTF
VD010	ENVIO TDD	X	X	X	X	X	X	X	
SD003	ABERTURA BOBINA 1 DISJUNTOR 52LT1	X	X	X	X	X	X	X	X
SD005	ABERTURA BOBINA 2 DISJUNTOR 52LT1	X	X	X	X	X	X	X	X
Vi126	PARTIDA FALHA DISJ 452 PROT SEM CORRENTE								X
	ENVIO TDD	X	X	X					X
VD011	ENVIO POTT				X	X	X	X	
Vi126	PARTIDA FALHA DISJ 52LT1 PROT COM CORRENTE	X	X	X	X			X	

*1 Bloqueio de religamento não atuado;

*2 Para a função 27WI: recepção POTT e ausência de partida geral da UPC1;

*3 Religamento desligado

*4 Recepção POTT atuada;

*5 Partida geral UPC1 atuada;

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 577

UPC1	ATUAÇÕES DAS FUNÇÕES DE PROTEÇÃO								
Saída	Descrição	67 TEMP	67N TEMP	51 TEMP	51N TEMP				
VD010	ENVIO TDD								
SD003	ABERTURA BOBINA 1 DISJUNTOR 452	X	X	X	X				
SD005	ABERTURA BOBINA 2 DISJUNTOR 452	X	X	X	X				
Vi126	PARTIDA FALHA DISJ 452 PROT SEM CORRENTE								
	ENVIO TDD								
VD011	ENVIO POTT								
Vi126	PARTIDA FALHA DISJ 452 PROT COM CORRENTE	X							

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 578

5.1.1 Proteção Falha Disjuntor (50/62BF)

FALHA DISJUNTOR 50/62BF					Fl. 40				
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Bloco de teste UPC1 não inserido	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**
Posição Disjuntor 52LT1	**ABR**	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**FEC**	**FEC**	**FEC**	**ABR**	**FEC**
Disjuntor Inserido	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**PRE**	**PRE**
Presença de Corrente	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Part. Falha por Atuação das Prot. Internas à UPC1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Part. Falha por Atuação das Prot. Externas à UPC1	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**PRE**	**PRE**
Resultados									
Falha Disjuntor 50/62BF*	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**
Resultado									
Visto:									

*Resultado após 200ms.

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 579

FALHA DISJUNTOR 50/62BF					Fl. 40				
Sinais de Entrada ou Comandos	TESTES								
	10	11	12	13	14				
Bloco de teste UPC1 não inserido	AUS	AUS	AUS	AUS	AUS				
Posição Disjuntor 52LT1	FEC	FEC	FEC	FEC	FEC				
Disjuntor Inserido	PRE	PRE	PRE	PRE	AUS				
Presença de Corrente	PRE	PRE	PRE	AUS	PRE				
Part. Falha por Atuação das Prot. Internas à UPC1	AUS	PRE	AUS	AUS	AUS				
Part. Falha por Atuação das Prot. Externas à UPC1	AUS	AUS	PRE	PRE	PRE				
Resultados									
Falha Disjuntor 50/62BF*	AUS	PRE	PRE	AUS	AUS				
Resultado									
Visto:									

*Resultado após 200ms.

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 580

Projeto Básico - Padrões De Engenharia (PT.4/EX.99/00.501) (55912981)

SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 581

5.1.2 LÓGICA 50SOTF

LÓGICA 50SOTF					Fl. 41				
Sinais de Entrada ou Comandos	**TESTES**								
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Posição Disjuntor 52LT1	**ABR**	**FEC**	**FEC**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**	**ABR**
Disjuntor Inserido	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Atuação Proteção 50SOTF	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**
Reset 50SOTF (Local ou Remoto)	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**AUS**	**PRE**
Resultados									
Proteção 50SOTF - Atuado	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**	**AUS**	**PRE**	**PRE**	**AUS**
Resultado									
Visto:									

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P0016001-5X-RL-0008
SETOR	GERAL	
ENDEREÇO		
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF	
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINI FILHO	
RESPONSÁVEL TÉCNICO		

METRÔ - DF

IDYLIO THOMAZINI FILHO CREA N° 5060007017

CREA N°

METRÔ - DF

SISTEMA	ENERGIA
SUB-SISTEMA	SERVIÇOS INICIAIS/INFRAESTRUTURA

VISTO ELJ/RJF	DATA 19/06/2013	LOCAL GERAL	
APROVADO OOP	DATA 30/01/2015	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO RELATÓRIO TÉCNICO CONSOLIDADO ESTUDO DE ALTERNATIVAS	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/64	CODIFICAÇÃO **RT.4/EX.99/00.008**	REVISÃO **1**

01	Aprovado Conf. Parecer Técnico 009/2015-TEN	30/01/15	ITF	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0C	Revisado Conf. Parecer Técnico 020/2014-TPSF	12/08/14	ITF	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0B	Revisado Conf. Parecer Técnico 029/2013-TDME	27/08/13	ECoA	AJCN	JoWe	ELJ/RJF	OOP
0A	Revisado Conf. Parecer Técnico 023/2013-TDME	02/08/13	RGCdA	AJCN	JoWe	ELJ/EML/ OOP	CAC
0	EMISSÃO INICIAL	19/06/13	RGCdA	AJCN	JoWe	ELJ/EML/ OOP	CAC
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
RT.4/EX.99/00.008

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 7

2 DAS ALTERNATIVAS 7

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS 8

4 REDE DE ALIMENTAÇÃO EM 13,8 KV 9

4.1 SUPRIMENTO CEB 10

4.1.1 TRECHO DA EXPANSÃO SAMAMBAIA, CEILÂNDIA E ASA NORTE 11

4.1.2 TRECHO DA EXISTENTE 11

5 PROTEÇÃO EM CORRENTE ALTERNADA E CORRENTE CONTÍNUA DAS SR´S 12

5.1 PROTEÇÃO EM CORRENTE ALTERNADA 13

5.1.1 PROTEÇÃO DO CIRCUITO DE 13,8 KV 13

5.1.2 PROTEÇÃO DOS TRANSFORMADORES DE TRAÇÃO 14

5.2 PROTEÇÃO EM CORRENTE CONTÍNUA 16

5.2.1 RELÉ MULTIFUNÇÃO CC ATUAL E RELÉS DE FALHA À TERRA ATUAIS ... 17

5.2.2 VIABILIDADE DA TROCA 18

5.3 MODERNIZAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES ATUAIS – CONTROLE E COMUNICAÇÃO 19

5.4 CUSTO ESTIMADO 20

6 AVALIAÇÃO PRELIMINAR COMPARATIVA ENTRE UMA INSTALAÇÃO TIPO DE EQUIPAMENTOS CONVENCIONAIS E COMPACTOS PARA SUBESTAÇÃO DE 138 KV 20

7 CONCLUSÃO 33

ANEXO I 34

DIAGRAMA DA REDE DE COMUNICAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS 34

ANEXO II 36

CATÁLOGO RELÉ SEL-311L - SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES 36

ANEXO III 41

CATÁLOGO RELÉ SEL-487E - SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES 41

ANEXO IV 50

CATÁLOGO RELÉ SEL-2414 - SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES 50

ANEXO V 53

Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (55913518) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 585

CATÁLOGO RELÉ ULTRA U-MLES - MICROELLETRICA SCIENTIFICA 53

ANEXO VI 62

REDE DE ALIMENTAÇÃO 13,8 KV DEFINIDA 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das alimentações CEB 10
Figura 2 - Diagrama de interligação entre a SE CEB AC e a SE CEB BC 12
Figura 3 – Diagrama geral de funcionamento de uma SR 13
Figura 4 – Comunicação entre relés via fibra ótica 14
Figura 5 – Funções de proteção do relé multifunção 14
Figura 6 - Funcionamento das proteções dos transformadores 15
Figura 7 - Diagrama esquemático da proteção em Corrente Contínua 16
Figura 8 - Diagrama esquemático da entrada com ramal 138kV 21
Figura 9 - Cubículos compactos de saída em 13,8 kV 22
Figura 10 – Sala de equipamentos e de Comando – Área estimada 85 m² 23
Figura 11 – Subestação Convencional (AIS) 24
Figura 12 – Subestação Compacta em SF-6 (GIS) 25
Figura 13 – Subestação Hibrida (PASS) 25
Figura 14 – Componentes do Módulo Compacto Híbrido (PASS) 26
Figura 15 – Comparativo de ocupação de área entre as SE's. 26
Figura 16 – Comparação econômica entre subestações 27
Figura 17 – Tabela Comparativa de valores entre as tecnologias de SE's. 28
Figura 18 – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) – CEB 10/2014 29
Figura 19 – Tabela comparativa entre Preço(R$) x Metro Quadrado(m²) 32

1 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica, entre as alternativas apresentadas no Termo de Referência (Parte II, item 1.2.1) do Projeto de Expansão do Metrô-DF, sendo que deverá ser indicada a mais favorável ao atendimento das instalações, em nível de tensão 13,8 kV, que atualmente alimenta as instalações e condição futura.

2 DAS ALTERNATIVAS

O Termo de Referência na Parte II – Especificação Técnicas para Expansão do Sistema de Energia do Metrô-DF (Projeto Básico e Projeto Executivo) solicita a Contratada a elaboração de estudo sobre as seguintes alternativas:

- Alternativa 1:
    - Definir quantidade de SR em cada novo trecho; com implantação da proteção digital, tanto para as Subestações Retificadoras Novas e Antigas (contemplando relés direcionais, diferenciais de linha e multifunção em 13,8 kV e também todos os relés pertencentes à parte de Corrente Continua) e segregação dos “loop´s” 3 e 4 dos sistema de energia em 13,8 kV, ou seja separação do ramal de Taguatinga/Ceilândia da ramal de Samambaia, com relés diferenciais de linha e direcionais de linha e direcionais/sobrecorrente, protegendo os circuitos adjacentes a cada SR.

    - Segregar os “loop´s” do sistema de energia em 13,8 kV entre Asa Norte e Asa Sul e prever chegada da linha metro-ferroviária ao terminal da Asa Norte.

    - Construção de barramentos exclusivos para os alimentadores do Metrô-DF com 2 transformadores (138/13,8 kV) nas subestações da CEB.

- Alternativa 2:
    - Definir quantidade de SR em cada novo trecho; com implantação da proteção digital, tanto para as Subestações Retificadoras Novas (contemplando relés direcionais, diferenciais de linha e multifunção em 13,8 kV e também todos os relés pertencentes à parte de Corrente Continua) e Antigas (contemplando relés direcionais de linha em 13,8 kV) e segregação dos “loop´s” 3 e 4 dos sistema de energia em 13,8 kV, ou seja separação do ramal de Taguatinga/Ceilândia da ramal de Samambaia, com relés diferenciais de linha e direcionais de linha e direcionais/sobrecorrente, protegendo os circuitos adjacentes a cada SR.

- Segregar os “loop´s” do sistema de energia em 13,8 kV entre Asa Norte e Asa Sul e prever chegada da linha metro-ferroviária ao terminal da Asa Norte.

Além das duas alternativas, o Termo de Referencia cita que: “A CONTRATADA poderá apresentar outros estudos com novas alternativas que julgar tecnicamente viável”.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Atualmente o Metrô-DF, tem seus alimentadores provenientes de instalações localizadas nas subestações da CEB, com fornecimento em nível de tensão 13,8 kV. Observando as premissas estabelecidas nas alternativas indicadas no termo de referência, como ponto de partida às análises, foram ordenadas as questões por relevância.

Para avaliação das alternativas, ocorreram reuniões entre Metrô-DF, CEB e Engevix, para verificar a questão de viabilidade na construção de barramentos e instalações de transformadores 138 kV / 13,8 kV exclusivos para o Metrô-DF, dentro das subestações da CEB. Proposta descartada, pois a regulamentação não permite instalações na área da concessionária que não seja para finalidade da atividade fim, se tornando uma restrição importante a considerar.

Em relação à questão da proteção em corrente contínua, os relés deverão ser todos com tecnologia digital, inclusive aqueles a serem implantados no trecho a ser modernizado. Em princípio, essa análise foi concentrada apenas na proteção de corrente dos alimentadores com foco na proteção dos relés DIA com a função di/dt e Teste de Via, mas num segundo momento, verificou-se a necessidade de atualizar os relés de falha à terra do sistema elétrico, bem como a necessidade de atualização dos dispositivos que atualmente monitoram a diferença de potencial entre o pólo negativo e a terra.

A modernização dos relés instalados para relés digitais, tem o foco voltado para os módulos de comunicação do sistema de proteção de corrente contínua e confiabilidade do sistema, e não para os módulos de proteção, propriamente dito.

Face às necessidades levantadas, foi verificado que a solução para desenvolvimento do projeto básico para o sistema de energia, convergiria para uma ***terceira alternativa***, conforme Termo de Referência, de forma a ser estabelecida com a fusão das alternativas 1 e 2, considerando então os seguintes itens:

- Definir quantidade de SR em cada trecho;
- Implementar proteção digital em corrente alternada com relés direcionais, diferenciais de linha e multifunção;
- Separar os ramais Taguatinga/Ceilândia e Samambaia;
- Implementar, por completo, proteção digital em corrente contínua em todas as SR, novas e antigas;
- Sem barramentos e transformadores exclusivos nas subestações da CEB.

Complementarmente, para adequar corretamente as instalações, principalmente, em função das necessidades do sistema de comunicação foi definido:

- Eliminar o Painel de Controle e Proteção (PCP) e a Unidade de Transmissão Remota de Energia (UTR-E) existentes, substituindo-os por novos Quadros de Proteção e Controle (QPC).

Devido à impossibilidade de Construção de barramentos e transformadores de 138/13,8 kV exclusivos do Metrô-DF, nas subestações da CEB, a Engevix incluiu neste documento uma avaliação preliminar, que estabelece uma comparação orientada de uma instalações tipo em 138kV, com objetivo de fornecer dados sobre instalações de subestação com equipamentos convencionais e compactos, visando nortear definições futuras do Metrô-DF, considerando a possível implementação de topologia, com Subestações Primárias de 138 kV especificas do Metrô-DF. Visto que a elaboração de Projeto Básico, Executivo e estudos técnicos específicos relativos à alimentação em 138 kV não consta do Termo de Referência desta contratação, tal alternativa deverá ser estudada de forma dedicada, em detalhe, pois o tema deve ser tratado em escopo e contratação específica.

Considerando o balizamento das alternativas, foram então verificados os tópicos para efetiva aplicação no Projeto Básico da Expansão e Modernização do Metrô-DF.

4 REDE DE ALIMENTAÇÃO EM 13,8 KV

Após orientações e definições, pensou-se em adotar a seguinte alternativa: readequação da rede atual em 13,8 kV, de acordo com o diagrama do ANEXO VI.

Na solução proposta é possível verificar que as interligações das SRs entre as fontes primárias de Águas Claras e Ceilândia Sul, da CEB, não foram alteradas em função de uma determinação da Diretoria Técnica do Metrô-DF para que não houvesse mudanças nos anéis existentes. Assim, na construção dos novos anéis, para as SR´s do trecho em expansão farão parte de *loops* específicos para cada trecho (Samambaia, Ceilândia e Asa Norte), com seu início e fechamento retornando à própria barra. Foram acrescentadas a estas configurações disjuntores de contingência nos trechos Samambaia e Ceilândia, que podem interligar a alimentação em caso de perda das fontes dos novos anéis. Nesta situação, o sistema deve trabalhar com restrição operacional.

Além dos trechos existentes, foi acrescido ao diagrama atual uma nova fonte de alimentação, a subestação Hípica da CEB. Com isso, será possível dividir ao meio o anel que interliga as subestações existentes no tronco. Desta forma, cada novo *loop* alimentará 4 Subestações, distribuindo melhor a carga deste trecho, conforme acordado entre CEB e Metrô-DF. Posteriormente, esta configuração recebeu o aval da Diretoria Técnica do Metrô-DF e foi encaminhada à Engevix para prosseguimento do projeto.

A quantidade de SR´s foi definida de acordo com as necessidades obtidas na Simulação Elétrica para Headway de 180 segundos, relatório RT.4/EX.99/00.007, onde serão adicionadas 3 SR´s no trecho Samambaia (SR´s 63, 64 e 65), 2 SR´s no trecho Ceilândia (SR´s 15 e 16) e uma na Asa Norte (SR 21). Também foram estabelecidas três SR´s na Asa Norte (SR´s 22, 23 e 24), visando a futura expansão até o Terminal Asa Norte. Assim no Metrô-DF haverá um total de 22 Subestações Retificadoras na expansão atual e 25 na expansão futura, considerando o trecho até o Terminal Asa Norte.

Após discussões entre equipe técnica do Metrô-DF e a Engevix, ficou decidido que caso novas simulações elétricas, indique a necessidade de complementar nos trechos existentes da Asa Norte com outras SR's, deverá ser reavaliada em escopo dedicado um projeto, visando o desenvolvimento de documentos específicos para atendimento das novas SR's neste trecho.

Em função das limitações impostas pela concessionária, baseada na legislação, que não permite instalações exclusivas de consumidores nas áreas de concessão da CEB, foi adotado as seguintes alternativas para as redes de alimentações das Subestações Retificadoras em 13,8kV:

- As SR´s existentes continuariam alimentadas conforme a Rede Existente;
- As novas SR´s seriam alimentadas atendendo os requisitos estabelecidos pela CEB, inclusive atendendo à Resolução nº 414 da ANEEL.

Paralela à definição da configuração, foi incorporado ao sistema um novo elemento não previsto inicialmente no Termo de Referência, mas necessária à implantação do sistema em função das exigências apresentadas pela CEB. Trata-se dos Painéis de Entrada de Energia (PEE´s) aplicados para receber as alimentações das subestações supridoras da CEB.

Com base nessas definições foi consolidada a solução apresentada no ANEXO VI deste relatório, onde foram previstas as instalações expostas a seguir.

4.1 Suprimento CEB

Para suprir as necessidades do Metrô-DF, foram pensados em 7 pontos de suprimento, como mostrados a seguir:

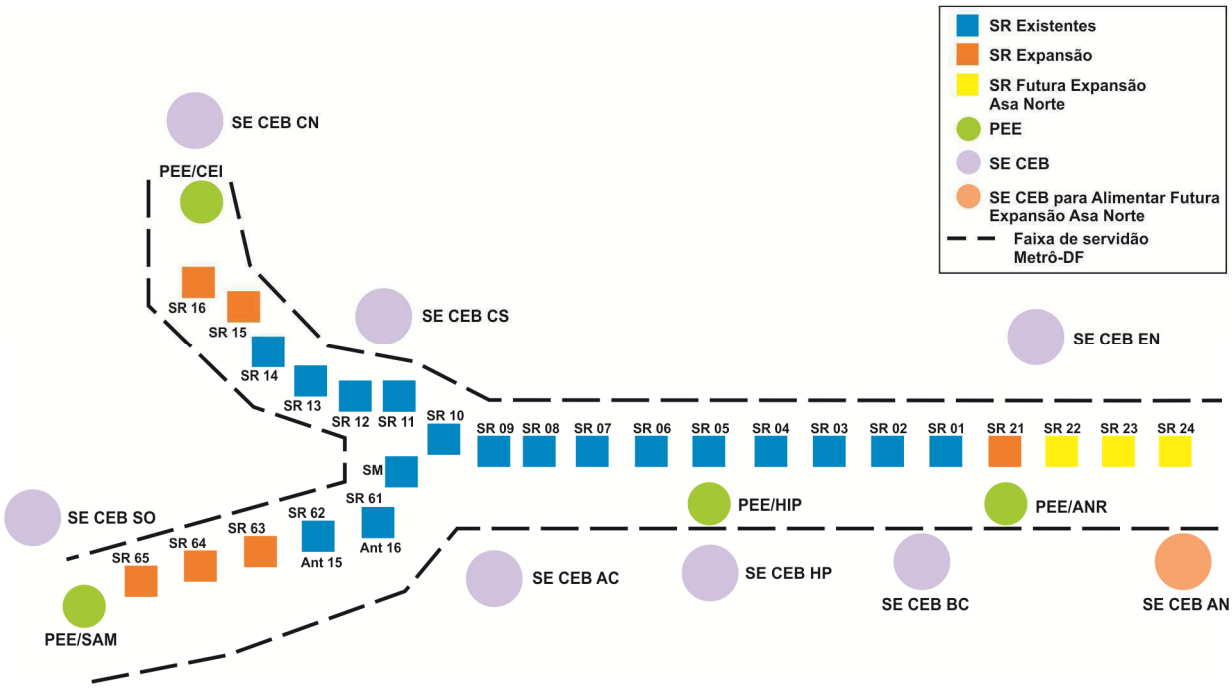


Figura 1 - Distribuição das alimentações CEB

4.1.1 Trecho da Expansão Samambaia, Ceilândia e Asa Norte

- Samambaia Oeste – SE CEB SO – Samambaia Oeste;
- Ceilândia Norte – SE CEB CN – Ceilândia Norte;
- Asa Norte – SE CEB EN – Estádio Nacional.

Como se trata de novas instalações, a interligação dessas subestações à Rede de Alimentação de 13,8 kV do Metrô, será feita em pontos de entrega e medição denominados Painéis de Entrada de Energia (PEE´s). Assim, as SE´s CEB se interligarão da seguinte forma:

- SE CEB SO alimenta o PEE/SAM;
- SE CEB CN alimenta o PEE/CEI;
- SE CEB EN alimenta o PEE/ANR.

4.1.2 Trecho da Existente

Foram mantidas as três subestações que atendem as instalações existentes e incorporada a subestação Hípica

- Ceilândia Sul – SE CEB CS;
- Aguas Claras – SE CEB AC;
- Brasília Centro – SE CEB BC;
- Hípica – SE CEB SH.

As alimentações existentes de Águas Claras, Ceilândia Sul e Brasília Centro serão mantidas, entretanto o anel Águas Claras - Brasília Centro é seccionado com o PEE/HIP.

Ou seja, serão seccionadas as interligações entre as SR´s 3 e 5 e as SR´s 4 e 6, sendo incorporado nesse seccionamento o PEE/HIP. Essa solução mantém o anel fechado entre a SE CEB BC e a SE CEB HP, que operam com a mesma tensão. Por outro lado, a interligação entre a SE CEB AC e a SE CEB HP fica seccionada com a abertura dos disjuntores de linha dos circuitos entre a SR5 e SR7 e entre a SR6 e SR8. O diagrama a seguir caracteriza essa instalação:

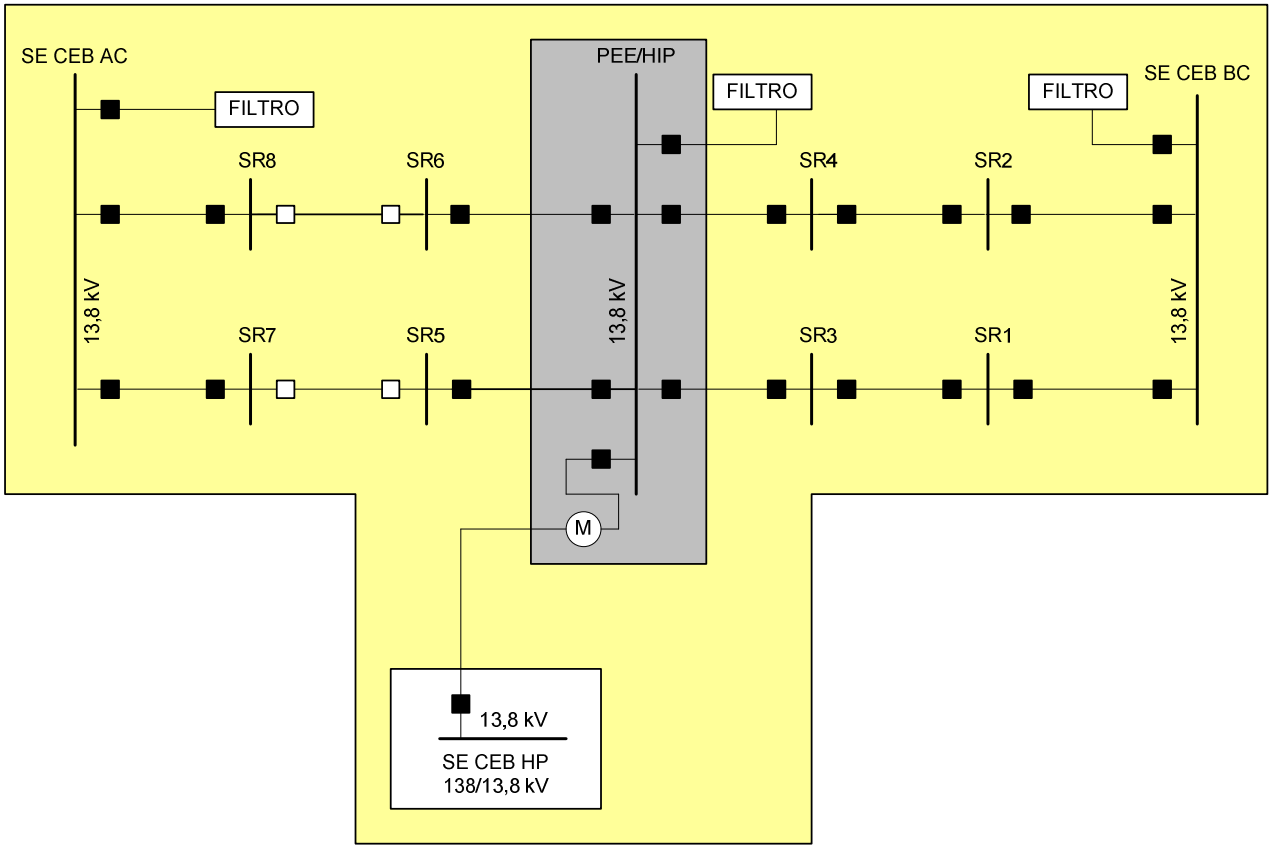


Figura 2 - Diagrama de interligação entre a SE CEB AC e a SE CEB BC

No estudo de Fluxo de Carga para o Trecho da Expansão, relatório RT.4/EX.99/00.013 são apresentadas as demandas de potências aplicadas aos dimensionamentos dos circuitos.

Para o trecho existente foi considerado como premissa manter o dimensionamento dos circuitos implantados sendo levantadas as potências no estudo de Fluxo de Carga para o Trecho Existente, relatório RT.4/EX.99/00.014, para avaliações e considerações de restrições a serem, eventualmente, adotadas.

5 PROTEÇÃO EM CORRENTE ALTERNADA E CORRENTE CONTÍNUA DAS SR´S

Uma SR possui dois grandes grupos de proteção, um em corrente alternada, que faz a proteção do circuito de 13,8 kV até a proteção intrínseca dos transformadores, e outro em corrente contínua, que protege o grupo retificador (transformador e retificador), e também o terceiro trilho.

Abaixo vemos o diagrama geral de funcionamento da SR.

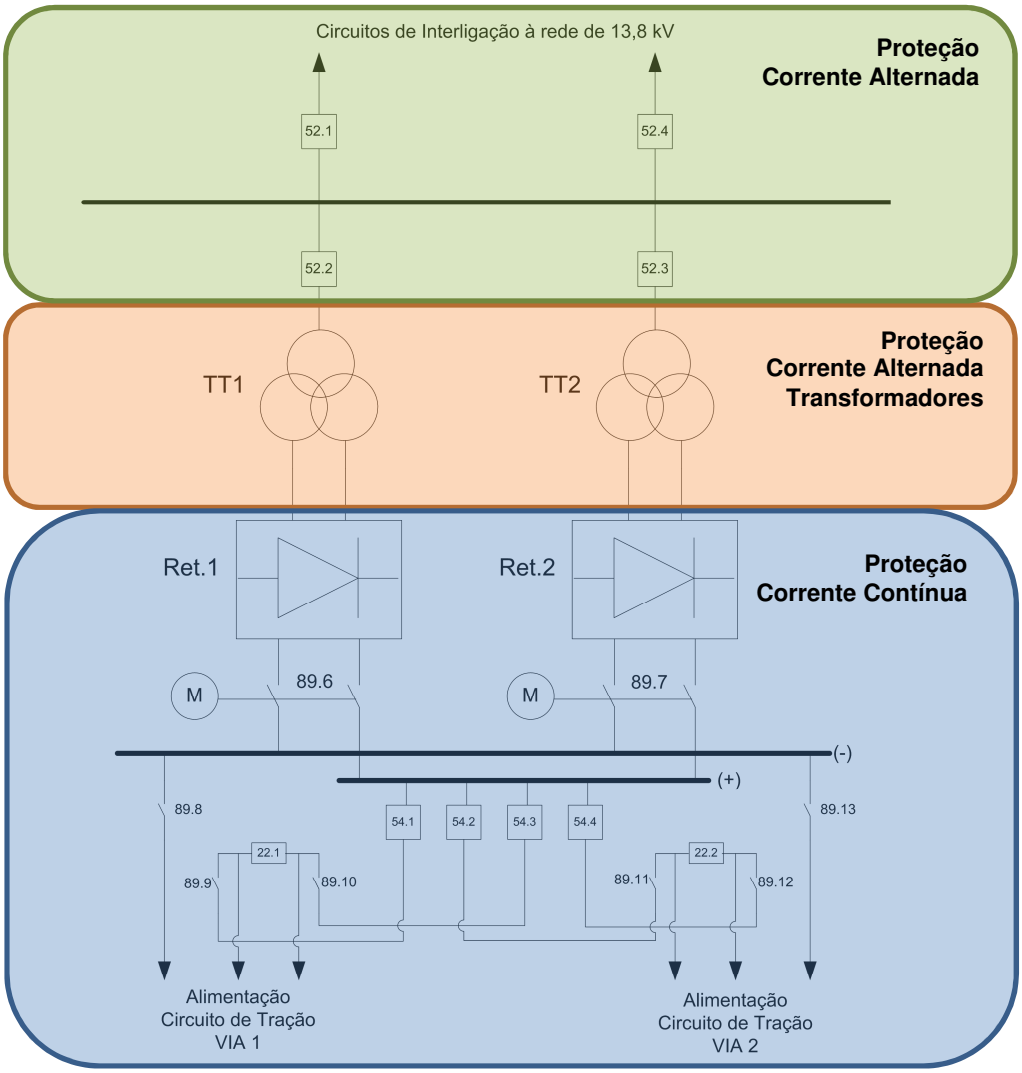


Figura 3 – Diagrama geral de funcionamento de uma SR

5.1 Proteção em Corrente Alternada

5.1.1 Proteção do Circuito de 13,8 kV

Essa proteção está fisicamente localizada na SR e nas subestações da CEB, porém na filosofia do sistema ela pertence à Rede de Alimentação.

Hoje essa proteção está baseada em relés direcionais 67 e 67N em conjunto com os relés de sobrecorrente 50/50N e 51/51N, que fazem a proteção da linha de transmissão entre as SR´s e entre as SR´s e a CEB.

Para uma melhor proteção e seletividade dessa proteção, foi solicitado pelo Metrô-DF a adição de relés diferenciais de proteção, função 87, que a partir da corrente na linha verifica se existe algum tipo de problema, como surto ou curto na mesma.

Esse relé também continuará fazendo a função direcional, aumentando o nível de proteção e seletividade, que em caso de falha de uma função, a outra resguardará,

evitando que qualquer problema na linha propague para outras regiões, evitando assim maiores danos ao sistema.

Os novos relés também terão um sistema de comunicação (teleproteção – função 85), com fibra ótica entre eles, um canal exclusivo de troca de dados relé a relé. Esse canal é importante pois com essa função, a confiabilidade e seletividade do sistema melhora, garantindo o acionamento no momento correto e evitando o acionamento indevido de outros equipamentos da rede.

Na figura abaixo podemos ver como funcionará essa comunicação em fibra ótica, ou seja, a ligação entre os relés.

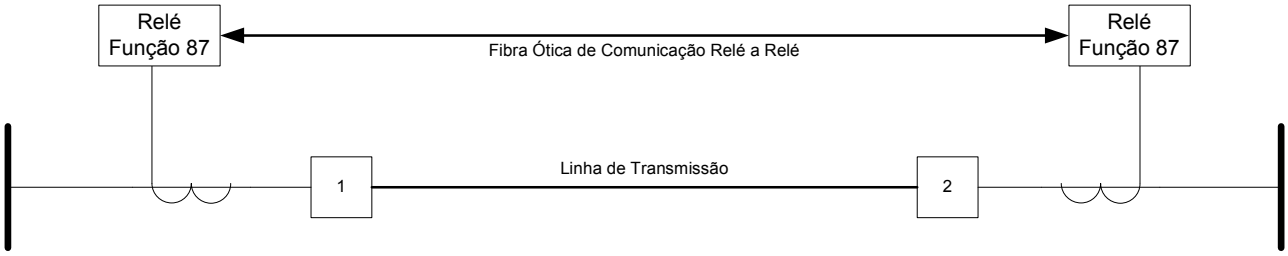


Figura 4 – Comunicação entre relés via fibra ótica

Em resumo, na proteção atual os relés 67/67N, 50/50N e 51/51N na entrada da SR serão trocados por um relé multifunção CA, que atenderá as funções já existentes e adicionará a função 87.

Na figura abaixo veremos como ficará a proteção, com todas as funções, em um único relé.

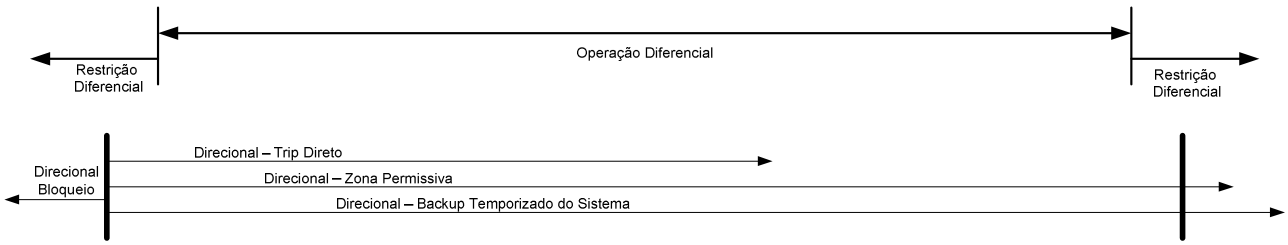


Figura 5 – Funções de proteção do relé multifunção

No ANEXO 1 pode ser vista a arquitetura da rede de comunicação das SR´s , como ficará após a modernização, utilizando em sua filosofia o protocolo de comunicação estabelecido na norma IEC 61850, desenvolvido exclusivamente para supervisionamento de subestações.

Adicionalmente, o ANEXO II conta com o catálogo do relé SEL-311L, da Schweitzer Engineering Laboratories, usado como referência no estudo da troca de proteção da rede de alimentação.

5.1.2 Proteção dos Transformadores de Tração

Existem dois tipos de proteções para os transformadores de tração, uma externa ao transformador e outra própria do transformador, efetuada por dispositivos instalados no

corpo do transformador. No diagrama abaixo é possível ver o funcionamento dessas proteções:

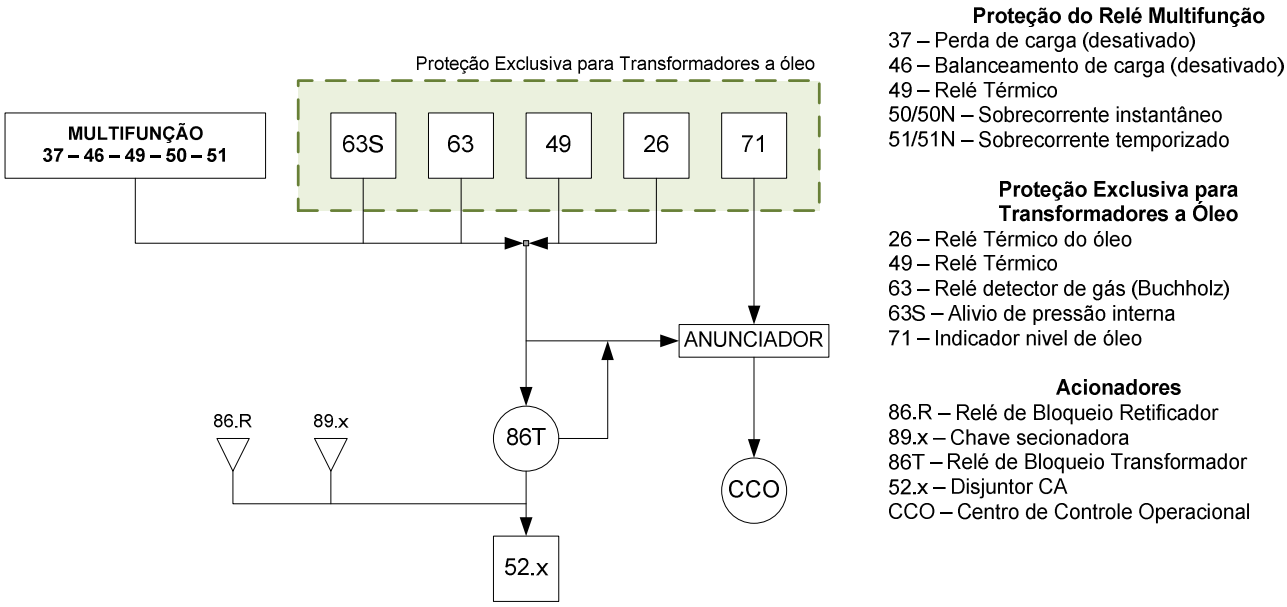


Figura 6 - Funcionamento das proteções dos transformadores

Essas proteções, incluindo a proteção função 32 (potência inversa) aplicada no retificador não terão modificações na composição das funções, mas sim uma atualização de hardware, software e protocolos de comunicação, visando uma melhor integração com todos os sistemas da Subestação Retificadora e permitindo um melhor monitoramento remoto pela equipe de engenharia e o CCO, melhorando consideravelmente a confiabilidade em todo o sistema de energia do Metrô-DF, que é um sistema vital para o pleno funcionamento do metrô.

5.1.2.1 Proteção Externa

Para proteção externa é usado um relé multifunção CA exclusivo para cada transformador, constituído de funções de proteção de sobrecorrente temporizadas a tempo definido, imagem térmica, sobrecorrente instantânea de fase e sobrecorrente instantânea de neutro, respectivamente funções 51, 49, 50 e 50N.

Para essa proteção, visando a filosofia a ser seguida em todo projeto, foi usado como base o relé da Schweitzer Engineering Laboratories, modelo SEL-487E, que incorpora todas as funções básicas necessárias e trabalha em conformidade com as normas mais atuais. O ANEXO III contem o catálogo desse relé.

5.1.2.2 Proteção interna

A proteção interna do transformador é constituída de indicador de temperatura no enrolamento do secundário e no caso dos transformadores a óleo também possui indicador de nível de óleo isolante, temperatura do óleo e o relé detector de gás (Buchholz).

Seguindo a filosofia mencionada nesse relatório, foi usado como base o relé SEL-2414 da Schweitzer Engineering Laboratories, sendo possível verificar seu catálogo no ANEXO IV.

5.2 Proteção em Corrente Contínua

Na proteção em corrente contínua, o relé principal de toda a proteção é o relé multifunção CC, representado no diagrama abaixo pelo di/dt e TV, que representa a proteção existente nos cubículos de 1 kVcc.

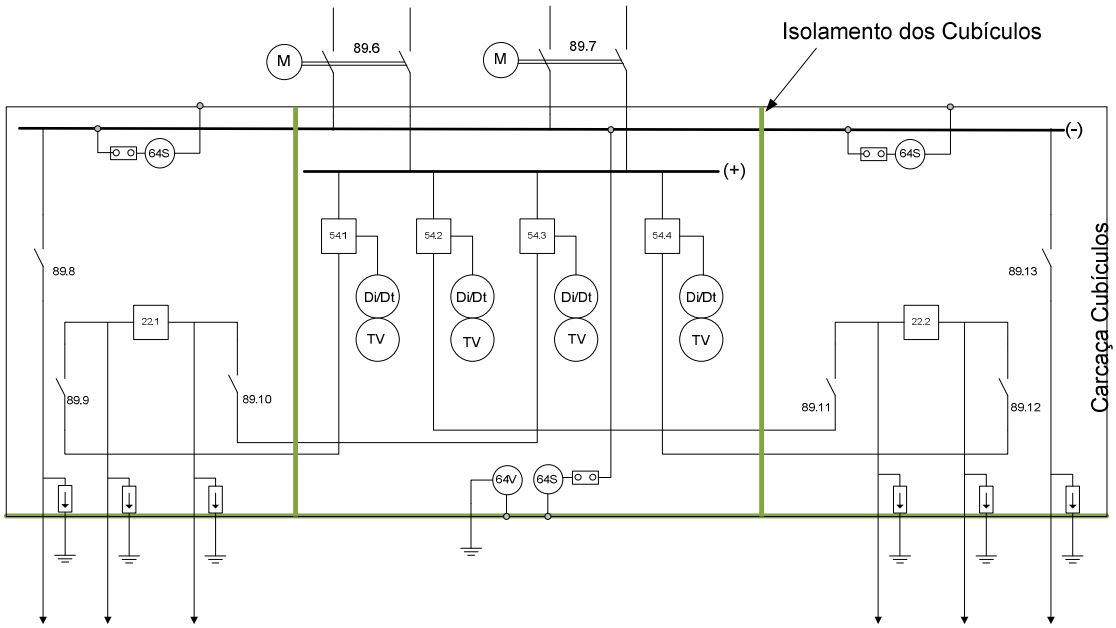


Figura 7 - Diagrama esquemático da proteção em Corrente Contínua

Os relés multifunção tem as funções primordiais para a proteção CC. Esses relés têm função de análise de carga, imagem térmica e diagnóstico do disjuntor, chamados de relés DIA-IGT, onde cada letra (I,G,T) representa uma função, mostrada a seguir:

- DIA-I – Módulo diagnóstico do disjuntor:
  - Verifica, permanentemente, as condições do estado geral do disjuntor quanto ao uso dos contatos principais e da câmara de extinção do arco.

- DIA-G – Módulo análise de carga:
  - Analisa o perfil da corrente fornecida pelo disjuntor, distinguindo entre as correntes de partida normais dos motores e aquelas provocadas por falhas na linha e distantes da subestação, e a partir do seu gradiente (di/dt) e valor máximo previsto, associado a valores pré-determinados, determina se a corrente é normal, ou proveniente de falhas.
- DIA-T – Módulo imagem térmica:
  - Analisa o comportamento da elevação de temperatura em relação ao ambiente de carga alimentada em cada circuito de saída.

Juntamente com esse relé, existe um equipamento que trabalha junto ao relé DIA-IGT chamado de teste de via, composto de dois módulos:

- DIA-LM – módulo de medição sobre o estado da via;
- DIA-LP – módulo de programação.

Esse equipamento DIA-IGT mais o teste de via (DIA-LM + DIA-LP) é o foco da viabilidade de troca da proteção em corrente contínua.

5.2.1 Relé multifunção CC atual e relés de falha à terra atuais

Os relés multifunção CC foram fornecidos pela ANSALDO e o relés de falha à terra foram fornecidos pela Inepar. Atualmente, os relés de falha à terra, ou seja, função 64, já não são mais fabricados pela Inepar e nem são comercializados.

Atualmente não há supervisão remota realizada por meio destes relés, ou seja, não há nenhum tipo de monitoramento remoto dos valores medidos em tempo real e nem dos dados já armazenados. Hoje, existe apenas a sinalização remota de alarmes em caso de trip, porém sem informação alguma dos parâmetro que desencadearam a atuação do relé.

O Metrô-DF possuirá ao final desta expansão um total de 22 SRs e 1 SM, espalhadas ao longo de quase 50 km de via. A quantidade de subestações aliada à extensão da malha metroviária e corpo técnico reduzido da companhia para atuação em campo, reforçam a necessidade do desenvolvimento de projeto de proteção com a filosofia de operação desassistida das Subestações. Assim, é indispensável para este tipo de operação que seja possível realizar a supervisão completa dos sistema remotamente. Para que esta supervisão remota seja eficaz é necessário que haja também um sistema de comunicação (infraestrutura de rede e protocolos de comunicação) compatível com esta demanda.

Toda a comunicação entre o sistema de energia de uma SR e CCO é feita hoje por meio das UTREs, que serão extintas em função da modernização da proteção CA, que utilizará um protocolo de comunicação aberto, diferentemente do utilizado hoje pelas UTREs (protocolo proprietário). Assim, um dos fortes motivos para a modernização da proteção CC dá-se em função da necessidade de operar as subestações desassistidamente, operando sob o mesmo protocolo de comunicação do restante do sistema, um protocolo de comunicação aberto (IEC 61850).

Outro importante motivo para a realização da modernização das proteções CC é a implementação da função *intertripping*. Trata-se de uma função aonde a atuação de um tipo de proteção em uma SR desencadeia a abertura de feederes em SRs adjacentes. Esta função foi desenvolvida na concepção inicial do projeto do Metrô de Brasília, porém nunca implementada de forma eficiente, ou seja, de forma que atendesse às demandas da operação e da manutenção. Com a implantação de relés que trabalhem com o protocolo IEC 61850, que baseia-se na tecnologia TCP/IP, cada IED possuirá um endereçamento próprio. Assim, qualquer IED poderá se comunicar diretamente com qualquer outra IED do sistema, sendo ela CA, CC, parte da mesma subestação ou não. A ausência da função *intertripping* já resultou em graves incidentes com grandes prejuízos para o Metrô-DF.

Outro fator que reforça a modernização de algumas unidade de proteção do Sistema de Energia CC é a sincronia de tempo no registro de eventos. Atualmente não é possível saber com precisão o momento que uma corrente elevada, por exemplo, foi registrada por um relé, e nem a sequência de atuação das proteções intertravadas. Com isso, qualquer análise de falha fica com sua confiabilidade comprometida, torna-se muito difícil detectar a origem do problema e atuar na correção de um possível defeito. Com a modernização das IEDs de corrente contínua, todos os equipamentos terão a mesma base de tempo, fornecida por um GPS instalado em cada Subestação Retificadora. Assim, todo evento registrado, seja ele de *trip* ou de oscilografia, receberá uma estampa de tempo extremamente precisa do momento de seu acontecimento. Com isso, torna-se possível analisar de forma confiável qualquer incidente ou evento do sistema.

5.2.2 Viabilidade da Troca

Com as informações coletadas sobre a proteção atual, e verificações junto aos fornecedores, mediante as análises feitas, e comparando as proteções atualmente instaladas e as existentes no mercado, foi proposta a troca das proteções, uma vez que trará ganhos no âmbito da modernização de todo o sistema das subestações do Metrô-DF, com o provimento de tecnologia mais atualizada, observando as normas vigentes.

Um dos pontos que fortaleceu a necessidade da troca do sistema de proteção, foi a verificação do histórico nos relatórios de incidentes ocorridos nas Subestações Retificadoras durante os anos de operação do Metrô-DF, onde podemos citar o caso do relatório 001/11 da Comissão de Investigação, referente ao Incidente Notável nº 051/10 na SR-11, que indica a investigação feita pelo Metrô-DF, sobre uma falha no cubículo 04 do conjunto de 1 kVcc. São citados problemas referentes à comunicação entre os relés de proteção, os acionadores e a comunicação das atuais UTR-E´s com o CCO, além da seletividade da proteção, que nesse caso não funcionou e trouxe graves problemas para o Metrô-DF, pela perda do cubículo 04.

Também é possível citar que a análise do problema não pôde ser feita de forma mais aprofundada por não haver sincronia de tempo entre os eventos registrados e pelos atuais equipamentos não possuírem uma memória confiável das manobras e ações tomadas, além de precisão nos valores das medições. Também não foi possível concluir de forma precisa a origem do problema por falta de dados básicos. Ao executar a troca da proteção, pode-se evitar a perda de informações, por utilizar equipamentos que irão armazenar todas as informações de forma segura neles próprios e também o utilizarão de protocolo mais moderno de comunicação, o IEC 61850, que trará maior confiabilidade à comunicação e ao controle da SR.

Nos relatório citados anteriormente, as recomendações já solicitavam a modernização dessa proteção, pensando que à época do problema ocorrido, em 2011, em comparação com a época do inicio do projeto, em 1992, houve grande desenvolvimento na parte de armazenamento de informações, atualizações do protocolo de comunicação e confiabilidade em obtenção de registros e configurações, além da digitalização de equipamentos anteriormente analógicos, que elevam o grau de confiabilidade da proteção da SR, como a integração no mesmo equipamento do relé di/dt e o 64, e outros já citados neste relatório.

Essa atualização, além de trazer ganhos referentes ao sistema de proteção, trará benefícios na parte de controle das subestações, pois para melhor viabilizar a troca da proteção, será necessário realizar a modernização dos atuais sistemas de controle e transmissão de dados das subestações atuais, PCP e UTR-E, respectivamente, modificações que já incorporadas às novas subestações, que já estarão com a filosofia moderna implementada. Desta forma, haverá uma homogeneidade entre todas as subestações, não existindo diferenças técnicas entre elas, do ponto de vista de proteção e controle.

No ANEXO V, disponibilizamos o catálogo do relé U-MLEs, da Microelletrica Scientifica, usado como base para comparação da proteção instalada nas SR´s e disponível a venda no mercado, onde é visto que em um único equipamento pode ser feita toda a proteção que hoje está dividida em vários equipamentos, aumentando assim a confiabilidade dos dados recebidos pelo CCO.

5.3 Modernização das Subestações Atuais – Controle e Comunicação

Como mencionado no item 5.2.2, para a modernização das proteções das Subestações Retificadoras faz-se necessário também a modernização do controle e comunicação das Subestações Retificadoras, em virtude da troca da proteção em si e da ampliação do Metrô-DF, que já incorporará novas Subestações Retificadoras com a nova filosofia de proteção, respeitando as normas vigentes, como a IEC 61850 que trata de comunicação para subestações.

Além da modernização das proteções, foi detectada a necessidade de substituição dos dispositivos de monitoramento da diferença de potencial entre o negativo e o terra. Estes equipamentos protegem o usuário de uma elevação perigosa de potencial do pólo negativo (carcaça dos trens). Contudo, estes dispositivos apresentam atualmente diversos problemas operacionais, como: ausência de um sistema que detecte a polaridade da diferença de potencial monitorada; ausência de possibilidade de monitoramento local e remoto; suportabilidade de curto-circuito limitada e incompatível com as características do sistema.

Assim, verificou-se também a necessidade de modernização destes dispositivos de monitoramento, visando proteger de forma eficiente o usuário de tensões perigosas.

Pensando na melhor filosofia de manutenção e trabalho com as Subestações Retificadoras, vê-se a necessidade de atualizar por completo a parte de controle das subestações, removendo as atuais UTR-Es (Unidades Terminais Remotas de Energia), que utilizam protocolos proprietários de comunicação e os PCPs (Painel de Proteção e Controle) atuais, que são equipamentos defasados, substituindo-os por novos equipamentos modernos denominados Quadro de Proteção e Controle – QPC, que faz o papel do PCP e UTR-E juntamente com switches de rede, onde toda a comunicação interna da Subestação Retificadora, e externa, como o envio e recebimento de informações do CCO serão feitos pela rede ethernet do Metrô-DF, como é visto no ANEXO I desse relatório.

A substituição da UTR-E trará confiabilidade e justifica-se pelo levantamento de aproximadamente 600 problemas registrados nos últimos 5 anos, conforme planilha gerada pela METROMAN, atual empresa responsável pela manutenção do Metrô-DF.

5.4 Custo Estimado

Com o fornecedor dos relés multifunção CA e CC, foi solicitado um custo estimado para a troca da proteção, modernizando cada SR.

O valor informado é de aproximadamente R$28.200.000,00 (vinte e oito milhões, duzentos mil reais) para a atualização de 16 SRs operacionais existentes e a Subestação de Manutenção.

O valor está incluso os equipamentos (relés CA e CC, equipamento de controle/comando, disjuntores, rede para sincronização de tempo via gps, cordões óticos necessários para conexão, blocos de testes, relés auxiliares, UCDs, USOs, switches, IHM, DIOs, SCADA e outros dispositivos para Proteção, controle e comunicação), os serviços de instalação, teste e comissionamento (atualização de desenho para os relés propostos, parametrização, instalação, teste de aceitação em fábrica e campo, desenvolvimento de supervisório da SR) e treinamentos sobre os equipamentos a serem utilizados nessa implantação, não contempla a retirada dos equipamentos atuais.

6 AVALIAÇÃO PRELIMINAR COMPARATIVA ENTRE UMA INSTALAÇÃO TIPO DE EQUIPAMENTOS CONVENCIONAIS E COMPACTOS PARA SUBESTAÇÃO DE 138 KV

Uma vez que o Metrô-DF, deve sofrer outras ampliações além das atuais deste o projeto de expansão (contrato 005/12), a seguir são indicados alguns dos dados e informações, que deverão ser observados, quando de um estudo específico (escopo), considerando uma arquitetura para implementação de subestações primárias, dedicadas ao Metrô-DF em 138 kV.

Descartada a possibilidade de construir nas instalações da CEB barramento e transformadores exclusivos para o Metrô - DF, a Engevix identificou a necessidade de avaliar preliminarmente um comparativo de implantação de uma alimentação em 138 kV, com indicação de uma instalação tipo.

Para tal situação deverá ser definida uma topologia de atendimento, que não deve se ater apenas ao preço relativo dos equipamentos e infraestruturas da subestação, mas ter em foco a atenção do conjunto de elementos, que compreendem a instalação. Dentre os principais itens a serem lembrados, temos: as condições de topografia do terreno, características de solo, custos do terreno na região, necessidades de desapropriação, bem como as infraestruturas necessárias e técnicas de adequação às condições da instalação e custos de execução, interferências com outros sistemas, condições de acesso do ramal de alimentação da concessionária, informações funcionais, quanto as

questões operacionais, vida útil dos equipamento e características de manutenção, o que define a necessidade de estudo dessa demanda num escopo específico.

A título de exemplificar um módulo de implantação tipo, estaremos estabelecendo a seguinte situação, uma entrada com ramal de 138 kV, proveniente da CEB, equipamentos de para raios, medições, seccionador de entrada, disjuntor, barramento de acesso para dois bay´s de transformação com transformadores de 15 MVA, sendo os secundários em 13,8 kV, distribuídos por cubículos compactos isolados a vácuo com disjuntores em SF-6, observando duas entradas um TIE, e quatro circuitos de distribuição, onde contemplamos um espaço reserva sem disjuntor a cada barra.

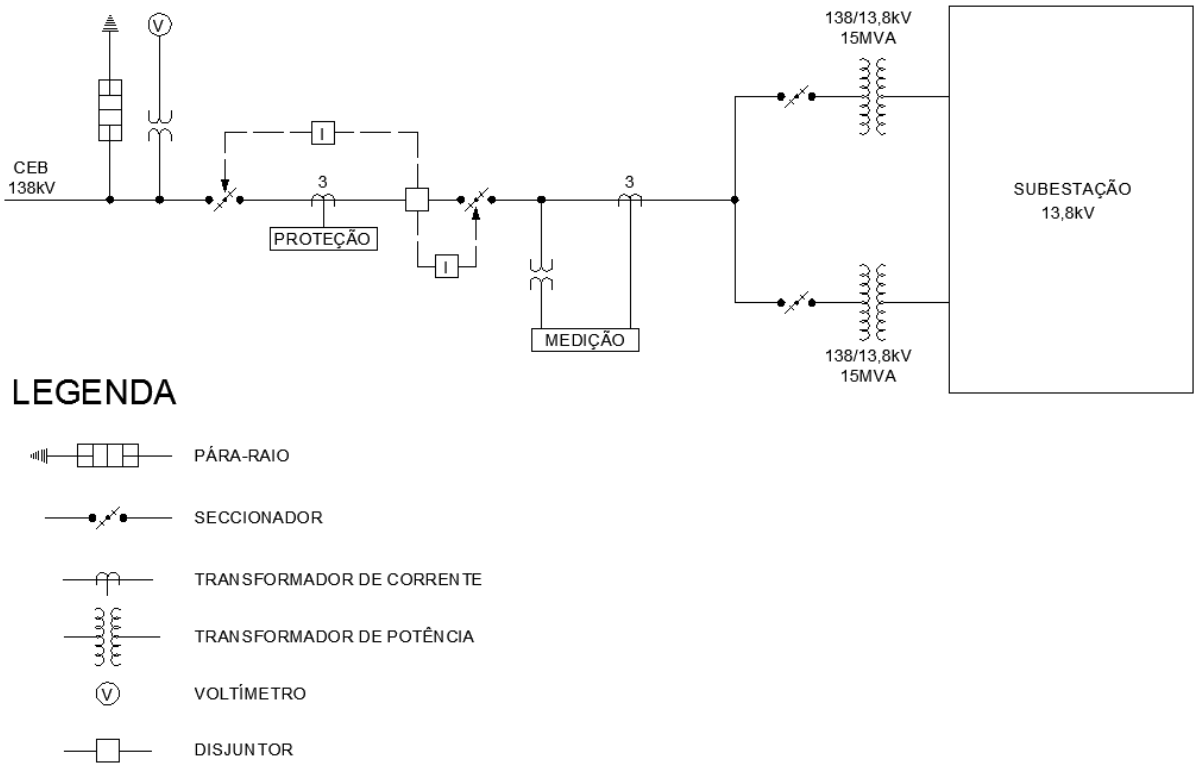


Figura 8 - Diagrama esquemático da entrada com ramal 138kV

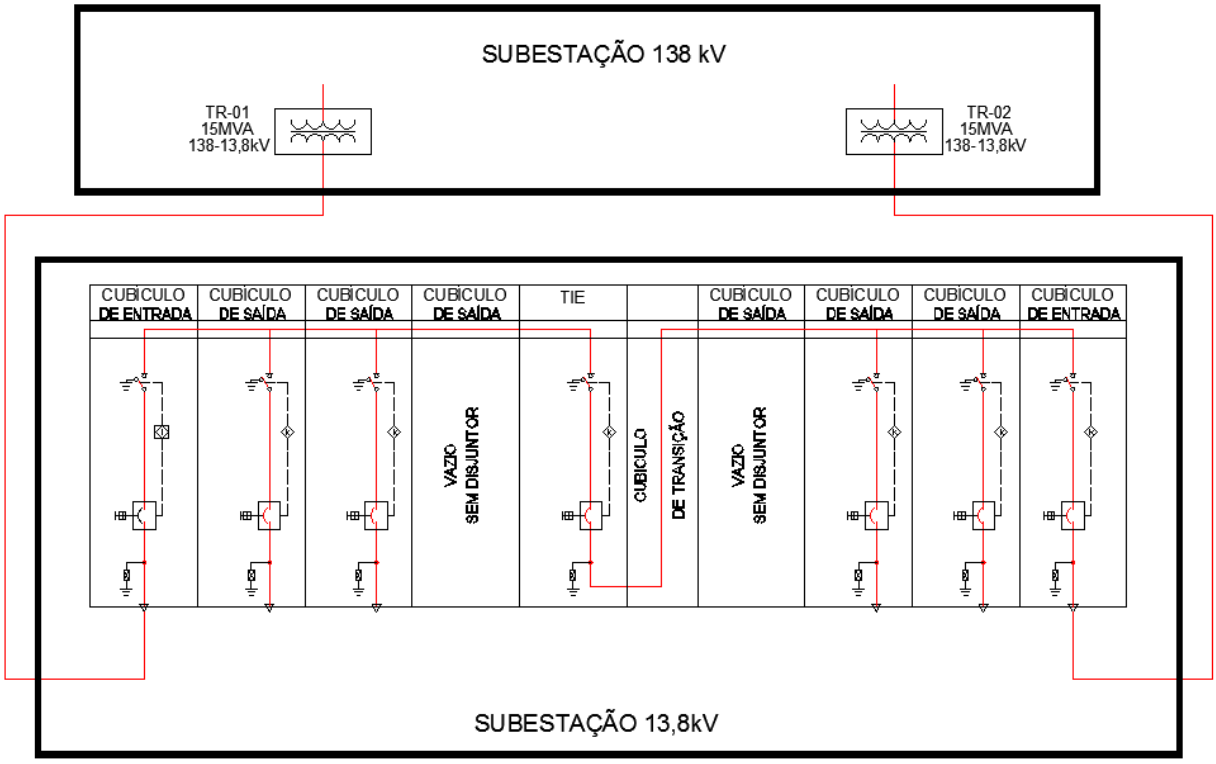


Figura 9 - Cubículos compactos de saída em 13,8 kV

A ideia é estabelecer um comparativo das áreas e custos no setor de 138 kV, observando o mesmo parâmetro entre uma subestação convencional, hibrida e uma compacta, em SF-6. Para o setor de 13,8 kV as demais instalações são consideradas iguais em suas construções civis e equipamentos instalados (cubículos disjuntores, retificadores, sistemas auxiliares). Além disso também foi considerado um gerador de 75 kVA, para condições de contingência da subestação, figura 10.

Deverá ser provida alimentação primárias de 138 kV, criando assim uma fonte de alimentação em 138 kV própria, onde estas subestações deverão ser anexas as edificações do MDF, afim de não utilizar área pública para passagem de alimentadores em 138kV, restringida na regulamentação 414 da Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

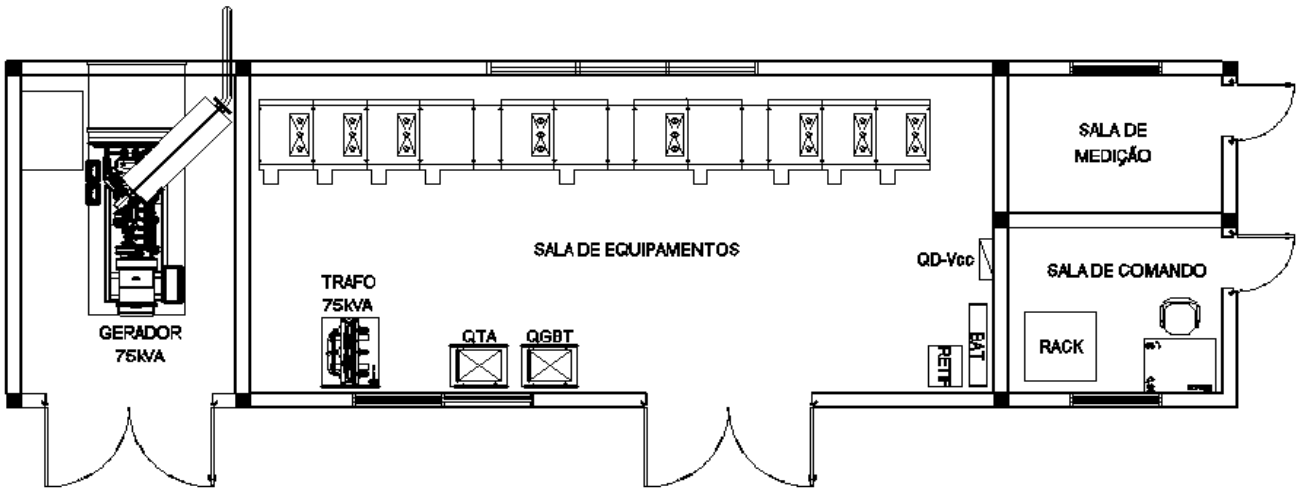


Figura 10 – Sala de equipamentos e de Comando – Área estimada 85 m²

As soluções de subestações comparadas são de referência ABB, onde todas possuem os mesmos dispositivos e aplicação – figura 8, contudo, com disposição e arranjos diferenciados.

A subestação convencional caracteriza-se por possuir equipamentos que têm como meio isolante o ar. Este tipo de isolamento é o mais antigo nos sistemas de alta tensão e, com exceção dos transformadores que, construtivamente, possuem o isolamento a óleo interno, todos os demais equipamentos da subestação convencional são isolados a ar.

Em função desta isolação, as subestações convencionais têm que obedecer as distancias de afastamento elétrico mínimo entre as partes energizadas, sendo assim, ocupando uma área maior que as outras soluções (hibrida e compacta).

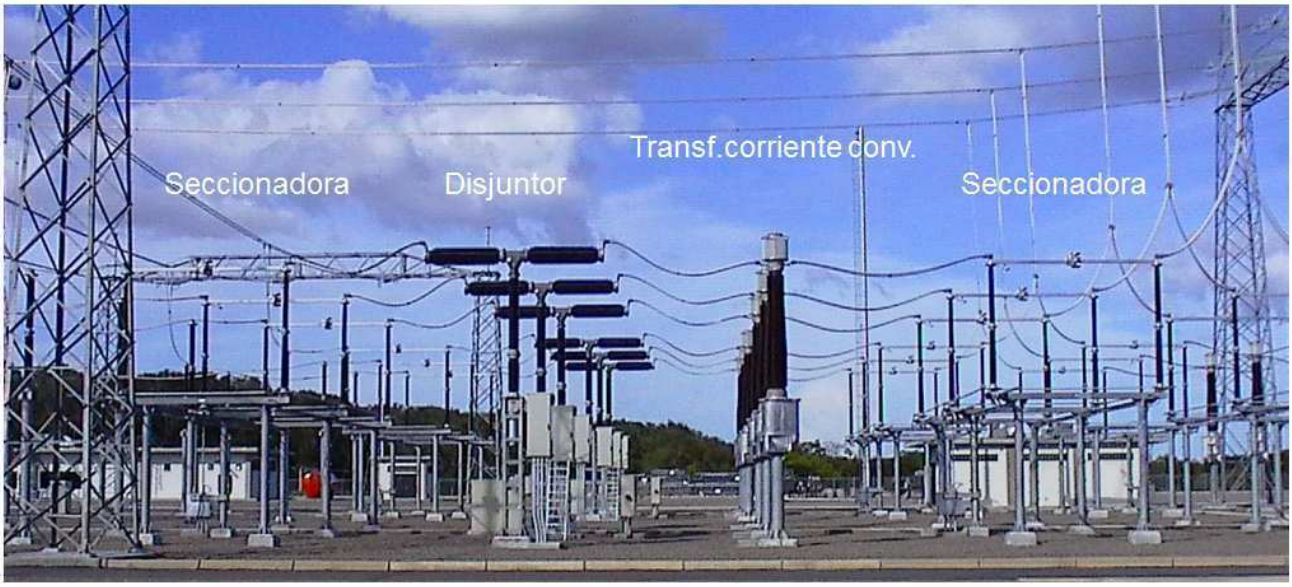


Figura 11 – Subestação Convencional (AIS)

A subestação compacta em SF-6 caracteriza pela otimização de espaço, em função da compactação e agrupamento dos componentes em módulos que são, posteriormente, encapsulados e o isolamento é feito através de gás SF-6 injetado neste encapsulamento. Estas características construtivas permitem a redução do espaço de implantação com diminuição significativa dos espaços entre os componentes e das dimensões finais dos mesmos. A área ocupada por uma subestação compacta em SF-6 é de, aproximadamente, 40% da área necessária para uma subestação convencional, conforme figura 15.

O isolamento a gás praticamente elimina problemas de corrosão e minimiza ações de manutenção. Estima-se que a primeira manutenção preventiva se dá após 25 anos de operação e inspeções periódicas a cada 2 anos de operação. O encapsulamento também contribui para uma maior segurança na instalação, com a redução de riscos de choques elétrico, emissão de ruídos e campos magnéticos.



Figura 12 – Subestação Compacta em SF-6 (GIS)

A subestação hibrida é uma composição de partes dos dois outros tipos apresentados anteriormente, onde apenas parte da subestação é compactada e isolada a gás. Na compactação do módulo de alta tensão, consegue-se uma redução mais significativa das distâncias elétricas e, consequentemente, a redução da área ocupada pela subestação.

Em termos de área, estima-se que ela é cerca de 50% daquela destinada à implantação de uma subestação convencional, considerando a compactação do módulo de alta tensão.



Figura 13 – Subestação Hibrida (PASS)

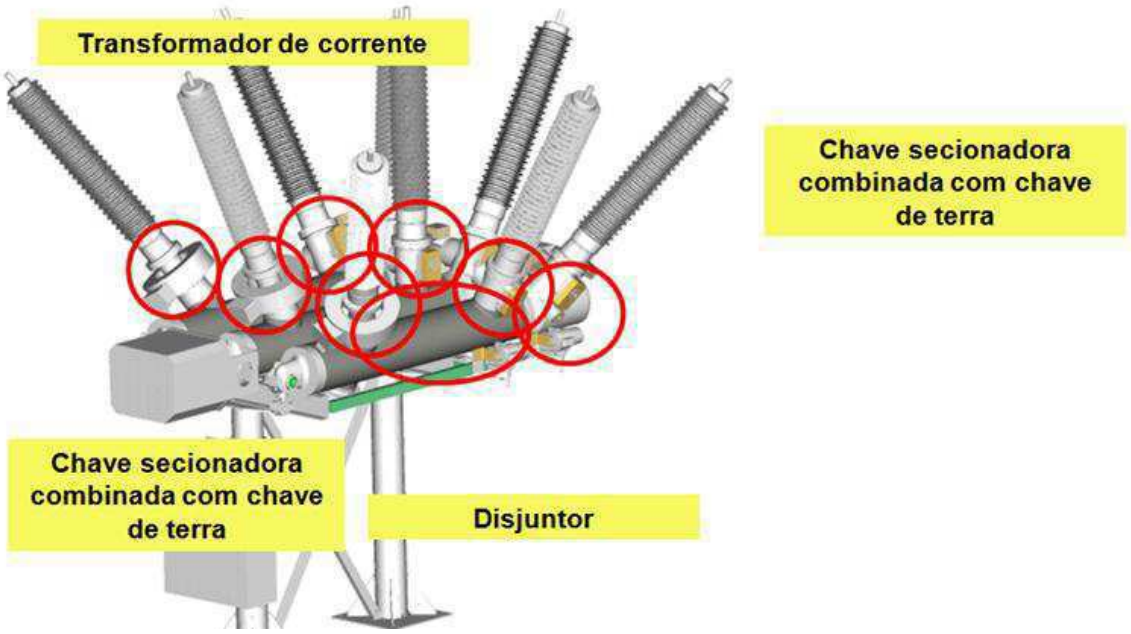


Figura 14 – Componentes do Módulo Compacto Híbrido (PASS)

Na figura abaixo, ilustrações comparativas de áreas ocupadas pelas soluções Convencional (AIS), Hibrida (PASS) e compacta a gás SF-6 (GIS), considerando a instalação de até 2 transformadores 138/13,8kV.

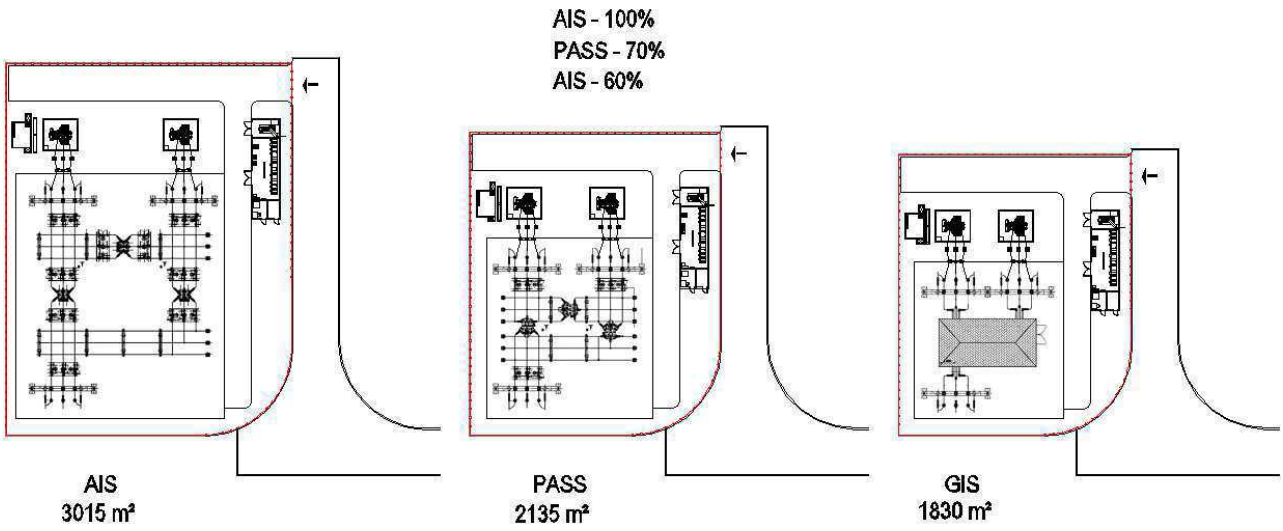


Figura 15 – Comparativo de ocupação de área entre as SE's.

Como simples referência na figura 16 , comparação econômica entre os tipos de subestações. Cada subestação deverá ser analisada pontualmente, atentando as suas particularidades e características regionais.

O investimento inicial em um equipamento compacto (GIS), se justifica ao ser comparado como uma subestação completa, onde os custos com terrenos, edificações e manutenção são menores em comparação a uma SE convencional (AIS).

Entretanto, dependendo da configuração de bay's e disponibilidade de grande área anexa ao Metrô-DF, pode-se optar por outras soluções: Convencional (AIS) ou Hibrida (MTS).

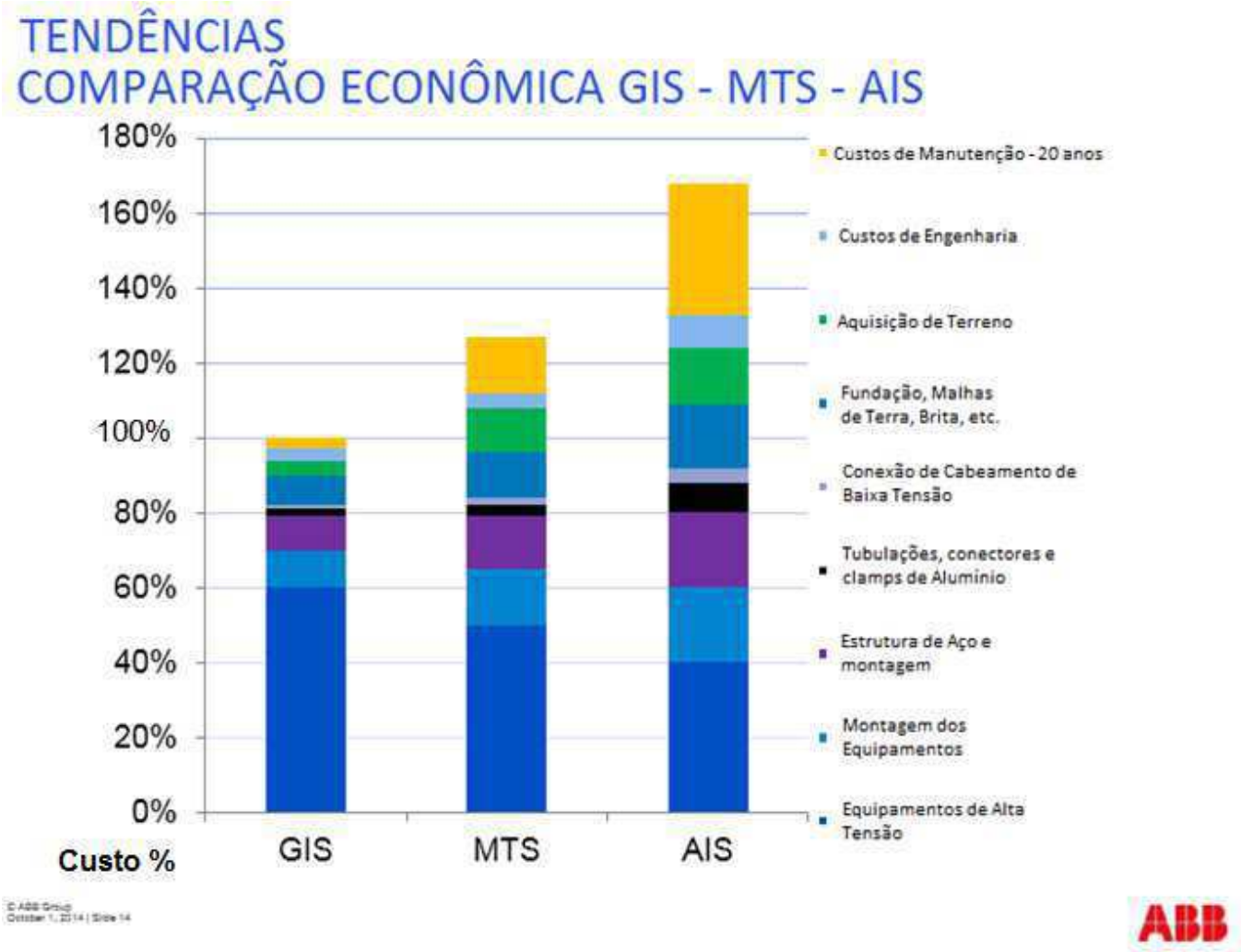


Figura 16 – Comparação econômica entre subestações

Foi feito um levantamento junto a fornecedores de qual seria o custo estimado das diferentes soluções de subestações. As tabelas abaixo mostra os valores dos equipamentos e obras necessárias para tais.

Tecnologia	SE AIS Convencional		SE Híbrida		SE GIS	
Subestação						
Descrição	**Valor Total**		**Valor Total**		**Valor Total**	
Fornecimento dos vãos 138 kV isolados a SF6 (PRs,SEC, DJ, TCs, TPCs e Barramentos e Conexões de Entrada de 138 kV)	R$	1.162.766,70	R$	2.927.481,20	R$	4.814.788,00
Transformadores 138 - 13,8 kV isolados a óleo - 15 MVA	R$	3.036.915,15	R$	3.036.915,15	R$	3.036.915,15
Conjunto de Cubículos 13,8 kV instalação abrigada	R$	875.140,00	R$	875.140,00	R$	875.140,00
Sistema de Supervisão, Proteção, Controle e Sinalização - SPCS	R$	868.860,00	R$	868.860,00	R$	868.860,00
Carregador/Retificador 380Vca/125Vcc	R$	28.270,00	R$	28.270,00	R$	28.270,00
Banco de Baterias 150Ah/10h	R$	60.137,00	R$	60.137,00	R$	60.137,00
Transformador 75kVA - 13,8kV-380/220V	R$	24.622,40	R$	24.622,40	R$	24.622,40
Grupo Gerador Diesel de Emergência 75kVA – 380/220V	R$	97.040,00	R$	97.040,00	R$	97.040,00
Conjunto de cabos de MT	R$	106.470,00	R$	106.470,00	R$	106.470,00
Sistema de Serviços Auxiliares CA/CC	R$	87.888,00	R$	87.888,00	R$	87.888,00
Previsão de conjunto de cabos de comando	R$	52.800,00	R$	52.800,00	R$	52.800,00
FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	R$	6.400.909,25	R$	8.165.623,75	R$	10.052.930,55
Montagem Eletro-Eletromecânica	R$	1.298.304,00	R$	804.422,95	R$	804.422,95
Obras Civis -sem terraplanagem e estacas	R$	2.240.711,00	R$	1.258.200,00	R$	1.804.575,00
Comissionamento	R$	374.673,60	R$	374.673,60	R$	374.673,60
Operação Assistida (1 mês/24x7/simultaneamente 4 SE's)	R$	74.437,00	R$	74.437,00	R$	74.437,00
SubTotal	R$	10.389.034,85	R$	10.677.357,30	R$	13.111.039,10
BDI (25%)	R$	2.597.258,71	R$	2.669.339,32	R$	3.277.759,77
TOTAL	R$	12.986.293,56	R$	13.346.696,62	R$	16.388.798,87

Figura 17 – Tabela Comparativa de valores entre as tecnologias de SE's.

Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (55913518) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 609

A verificação quanto a disponibilidade do ponto de alimentação em 138 kV da concessionária será de grande importância, pois definirá a viabilidade de instalação das subestações em cada região, atentando-se aos impactos ambientais e interferências físicas. Na impossibilidade de atendimento aéreo da linha alimentadora, a mesma deverá vir subterrânea (bancos de dutos enterrados), no qual oferece um custo mais elevado, podendo inviabilizar a instalação da subestação na região proposta.

A adoção de uma rede de alimentação em 138 kV é vista como fundamental em função de resolução nº 414 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a qual requer que todos os pontos de entrega de energia das Concessionárias tenham medições independentes. Essa regulamentação altera a forma de medição adotada pela CEB junto ao Metrô-DF, que integralizava a medição em um único ponto, mesmo com 3 pontos de entrega de energia (Ceilândia Sul, Águas Claras e Brasília Centro).

Essa mudança poderá impactar diretamente o custo da Energia Elétrica para o Metrô-DF, pois há uma expectativa de acréscimo direto nos valores medidos em diversos pontos em relação a medição integrada anteriormente adotada.

Nesta configuração, o MDF mudaria a classe de tarifação de uso do sistema de distribuição (TUSD) junto a concessionária, passando da classe A4 (13,8 kV) para A2 (138 kV), tendendo para uma redução significante em suas tarifas, conforme figura 18.

TUSD - CONSUMIDORES LIVRES					
Comercial/Industrial acima de 1000kWh	ICMS	Demanda - R$/kW		Consumo - R$/kWh	
		Ponta	F. de ponta	Ponta	F. de ponta
A2 (88 a 138 kV)	21%	8,4542337	2,1630176	0,0187813	0,0187813
A3 (69 kV)	-	-	-	-	-
A3a (30 a 44 kV)	21%	19,4275916	6,0670007	0,0281587	0,0281587
A4 (2,3 a 25 kV)	21%	19,4275916	6,0670007	0,0286599	0,0286599

Figura 18 – Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) – CEB 10/2014

Além da alteração da tarifação, com o nível de tensão em 138/13,8kV dedicadas a cada SE/PEE do Metrô-DF, podemos citar algumas vantagens, entre as principais:

- Redução dos valores de correntes harmônicas a serem drenadas pelos filtros de harmônicos tendo em vista a separação dos barramentos da CEB e do Metrô-DF, com a redução significativa dos valores nominais dos filtros de harmônicos. Consequentemente isto implicará em redução de custos de implantação e manutenção.
- Valores atuais e futuros de distorção harmônica total de corrente serias os mesmos, se a carga do Metrô-DF não se alterar, mesmo havendo alteração de carga da CEB, o que é esperado.

Como mencionado, este estudo foca o comparativo entre área e valores de subestações convencional, hibrida e compacta isolada a gás SF6. Para futura definição de qual alternativa ser adotada, deverá ser avaliado individualmente cada subestação e a localização à ser instalada:

- Área disponível, anexa as instalações do Metrô-DF;
- Valor do m²;
- Custo com manutenção;
- Custos operacionais;
- Impactos ambientais;
- Reavaliação do sistema de 13,8kV existente;
- Disponibilidade e acesso aos pontos de alimentação em 138kV da CEB

Quanto aos impactos ambientais, vale citar os temas básicos para que conste os itens a se atender nas rotinas, salientando que as mesmas deverão ocorrer, quando da definição da topologia de implantação junto a CEB, sendo que devem ser cumpridas as tramitações quanto ao licenciamento ambiental.

Conforme a Resolução CONAMA 237/1997, deve ser verificado junto ao órgão ambiental competente, no caso do DF o IBRAM, estabelecer as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo Metrô-DF para localizar, instalar e operar empreendimentos dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

Para atendimento legal de operação em linhas de 138kV, será necessário prever a concessão das seguintes licenças ambientais:

Licença Prévia (LP) – Licença concedida em fase preliminar, aprovando localização, concepção, atestando viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos a serem atendidos nas próximas etapas da implantação;

Licença de Instalação (LI) – Licença que autoriza a instalação de acordo com as especificações que constem nos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes;

Licença de Operação (LO) – Licença de que autoriza a operação da atividade, após comprovação do cumprimentos das licenças anteriores, com medidas de controle ambiental e condições determinadas para a operação.

Ainda ao que se refere a licenciamento ambiental, deve atentar-se às seguintes legislações aplicáveis:

- Lei Federal nº 6938/1981 – Política Nacional de Meio Ambiente;
- Lei Distrital nº 41/19898 – Política ambiental do Distrito Federal;
- Resolução 237/1997 – Dispõe sobre o licenciamento ambiental;
- Resolução CONAMA 303/2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente - APP;

- Resolução CONAMA 369/2006 – Dispões sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou suspensão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP.

Avaliando inclusive as questões sobre áreas tombadas pelo patrimônio histórico ou mantidas pelo IPHAN-DF.

Observar as questões da NBR 15415 :2006 - Métodos de medição e níveis de referência para exposição a campos elétricos e magnéticos na frequência de 50 Hz e 60Hz, incluindo a Resolução Normativa 398 e Resolução Normativa 616:2014 da ANEEL, no que se refere aos limites à exposição humana a campos elétricos e magnéticos originários de instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Contudo todas essas informações dependem diretamente de definições e consultas a CEB, uma vez que provedora do sistema de energia do DF, averiguando o planejamento das demandas e disponibilidade atendimento.

Para efeito de nortear no requisito de valor por m²; abaixo tabela comparativa entre Valor x Metro quadrado – segundo fonte, data base da pesquisa 31/08/2014.



Figura 19 – Tabela comparativa entre Preço(R$) x Metro Quadrado(m²)

Fonte: http://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/a-venda/brasilia,df/

Neste estudo não esta sendo considerado o valor da área (m²), devendo ser avaliado após a definição dos locais a serem instaladas as Subestações Primárias.

7 CONCLUSÃO

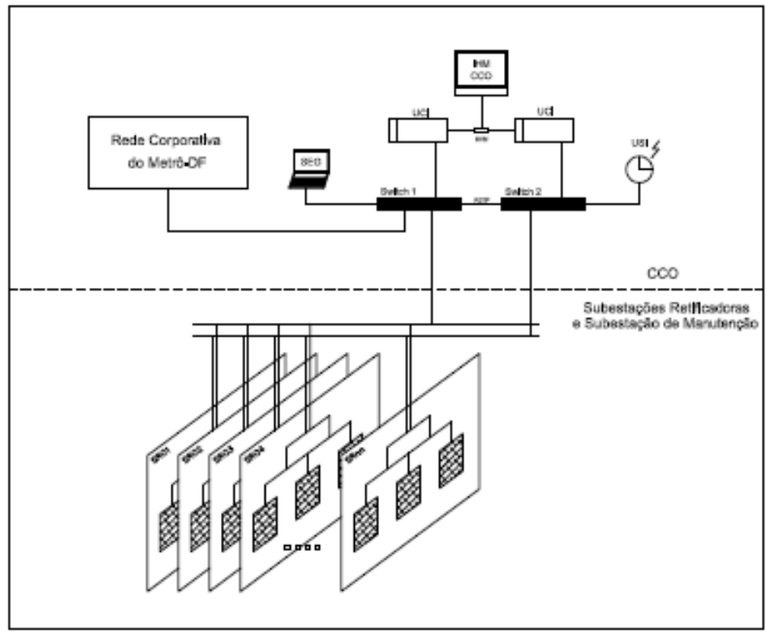
Em função das exposições feitas neste relatório, a solução adotada para o Projeto Básico da Expansão e Modernização, se configura para Rede de Alimentação, como esta indicada no Anexo VI deste relatório. A ENGEVIX entende que a solução híbrida e considerada como alternativa 3, reúne entre a alternativa 1 e 2 em 13,8kV, as necessidades e requisitos do projeto, uma vez que sua adoção se deu, face as dificuldades de atendimento integral das mesmas, na obtenção de consenso com a concessionária local de energia elétrica CEB e limitações orçamentárias temporárias. Recomenda que futuramente, seja estabelecida uma avaliação detalhada para a implantação de uma Rede de Alimentação em 138 kV, com a reestruturação da Rede de Alimentação de 13,8 kV do Metrô-DF, uma vez que neste contexto o documento apresenta informações, visando orientar em linhas gerais aspectos técnicos, o tema merece atenção, com desenvolvimento de estudos mais detalhados em escopo específico.

Considera tecnicamente adequada a solução de substituição das proteções, que gerou a projeção de “retrofit” completo da proteção, substituindo todos os relés por tecnologia digital, conforme consolidado no Projeto Básico do Sistema de Proteção, Controle e Supervisão.

ANEXO I

DIAGRAMA DA REDE DE COMUNICAÇÃO DAS SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS

Topologia Geral da Rede



NOTAS:

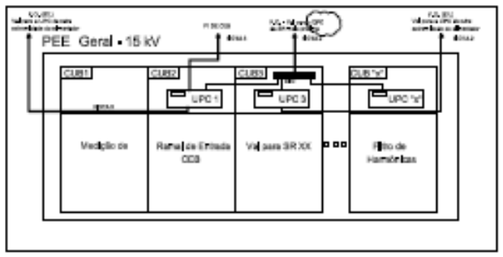
1 – APENAS AS UPCs DOS CUBÍCULOS 2 E 3 (DISJUNTORES DE ENTRADAS) DO PAINEL 15kV CONTARÃO COM A PROTEÇÃO 87L OU SEJA, NECESSITARÃO DE FIBRA DEDICADA INTERLIGANDO DIRETAMENTE DUAS UPCs.

2 – A PROTEÇÃO 87L UTILIZARÁ FIBRAS DEDICADAS DOS CABOS DE FIBRA ÓTICA DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE DADOS DO METRÔ-DF

3 – AS FIBRAS ÓTICAS ASSOCIADAS AO RAMAL DE ENTRADA CEB, INCLUÍDO A FIBRA DEDICADA PARA PROTEÇÃO 87L, SERÁ DE RESPONSABILIDADE DA CONCESSIONÁRIA

4 – PARA MAIS INFORMAÇÕES SOBRE A ARQUITETURA VER AS ESPECIFICAÇÕES ET.4/EX.99/00.551 E ET.4/EX.99/00.502.

Painel de Entrada de Energia



REV.	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
				METRÔ-DF		METRÔ-DF	
1B	APROVADO CONFORME PARECER 0483/14 – TEN	17/09/14	ECoA	AJCN	ITT	ELJ/RJF	RMP
1A	CONFORME SOLUÇÃO DE ADEQUAÇÃO DO METRÔ-DF	28/08/14	ECoA	AJCN	ITT	ELJ/RJF	RMP
1	APROVADO CONFORME PARECER 021/14 – TCNE	27/02/14	VLJ	RSDdA	JoVie	ELJ/RJF	OCP
0B	ATENDIMENTO PARECER 001/14 DE 09/01/2014	27/02/14	VLJ	RSDdA	JoVie	ELJ/RJF	OCP
0A	ATENDIMENTO PARECER 048/13 DE 10/10/2013	12/12/13	VLJ	RSDdA	JoVie	ELJ/RJF	OCP
0	EMISSÃO INICIAL	12/08/13	VLJ	RSDdA	JoVie	ELJ/RJF	OCP

R E V I S Õ E S

METRÔ-DF | ENGEVIX | P00160/01-5C-DU-0504-1B

SETOR GERAL

ENDEREÇO

PROPRIETÁRIO METRO-DF

AUTOR DO PROJETO IDYLIO THOMAZINI FILHO

RESPONSÁVEL TÉCNICO

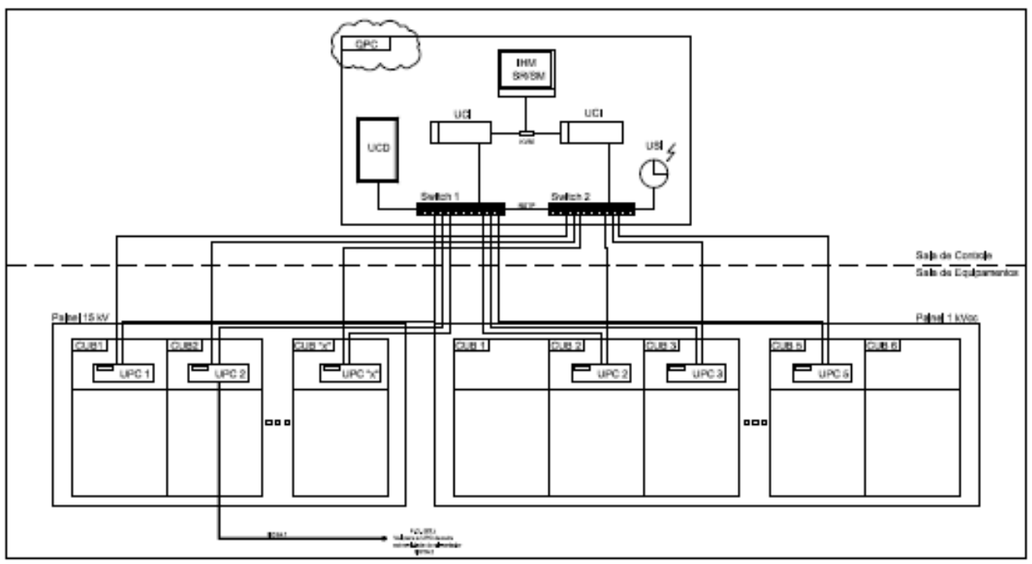
PROPRIETÁRIO

AUTOR DO PROJETO IDYLIO THOMAZINI FILHO Nº CREA 5060007017

AUTOR DO PROJETO Nº CREA

RESPONSÁVEL TÉCNICO Nº CREA

Subestações Retificadoras e de Manutenção



METRÔ-DF		SISTEMA: ENERGIA (EXPANSÃO)	
		SUB-SISTEMA: SISTEMA DE PROTEÇÃO ELÉTRICA	
VISTO: ELJ/RJF	DATA: 06/11/13	LOCAL: SUBESTAÇÕES TÍPICAS	
APROV.: RMP	DATA: 17/02/14	COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO: ARQUITETURA GERAL	
ESCALA: S/ESCALA	ETAPA DE PROJ.: BÁSICO		
Nº MEDIA	FOLHA: 1/1	CODIFICAÇÃO: DG.4/EX.99/00.504	REVISÃO: 1B

Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (55913518) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 616

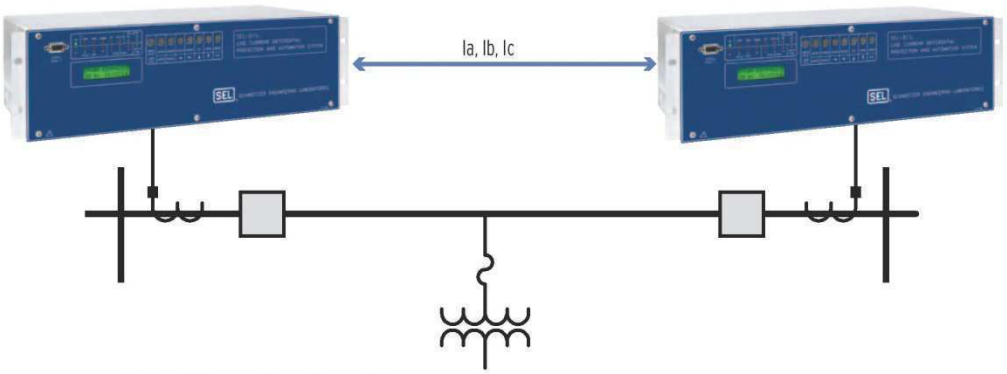
ANEXO II

CATÁLOGO RELÉ SEL-311L - SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

SEL-311L Line Current Differential Protection & Automation System

Protect Lines With Easy-to-Use Current Differential Relays

IEC 61850 Compatible



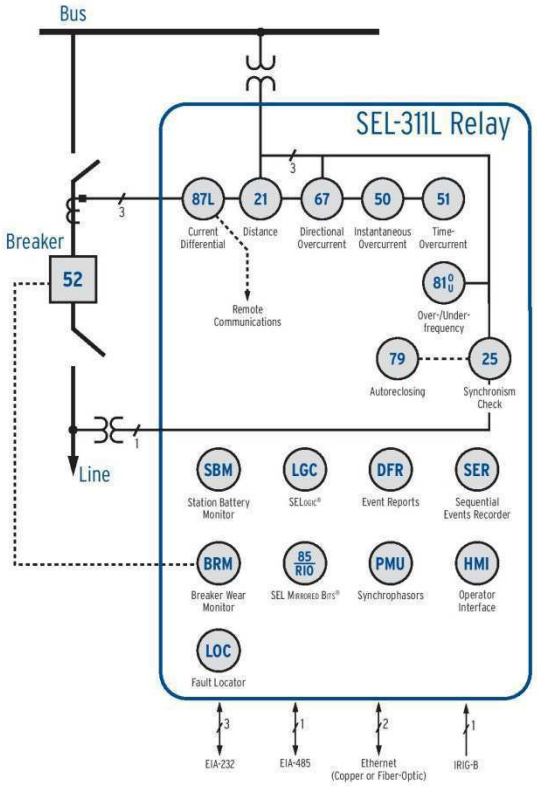
Use SEL-311L Line Current Differential Relays with full-scheme backup for easy-to-apply high-speed line protection.

Features and Benefits

- **Protect**
  Apply single-pole or three-pole subcycle current differential protection. Reduce protection system costs by using built-in distance and/or overcurrent backup functions.
- **Simplify**
  Innovative operating characteristic makes settings easy. No fault studies are required for most differential applications.
- **Optimize**
  Use single or dual channels for reliability. Apply on two- or three-terminal lines with or without tapped lines.
- **Monitor**
  Incorporate synchrophasor measurements into wide-area protection and control systems. Use high-accuracy time correlation to improve event report analysis.
- **Automate**
  Reduce total project construction and operation costs by integrating four-shot recloser and relay logic operators into your automation system.
- **Integrate**
  Improve station integration with serial and Ethernet communications. Use IEC 61850 communications for interoperability between relays with a select-before-operate function for added operational security. Increase communications dependability with dual failover Ethernet.

Making Electric Power Safer, More Reliable, and More Economical®

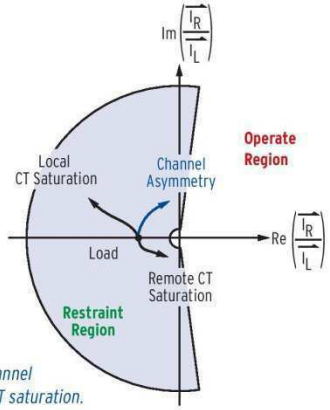
Functional Overview



Superior, Sensitive, and Simple

- The SEL-311L Relay uses a vector ratio of the local and remote phase and sequence currents (Alpha Plane restraint) to provide high-speed protection, independent of line loading, CT saturation, or tapped load.
- Proven negative-sequence elements provide sensitivity for unbalanced faults. High-impedance fault detection gives secure operation for faults below load current or line-charging current levels.

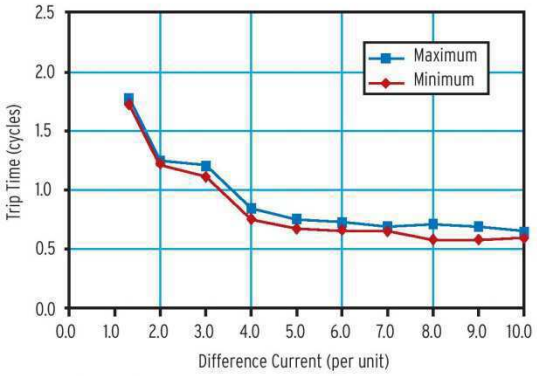
Alpha Plane Restraint and Operate Regions



Accommodate channel asymmetry and CT saturation.

- Use factory default settings for basic line current differential applications. Configure the channels, select the CT ratios, and the SEL-311L Relay is ready for operation.
- Improve stability for critical systems using optional single-pole differential elements for high-speed fault clearing.

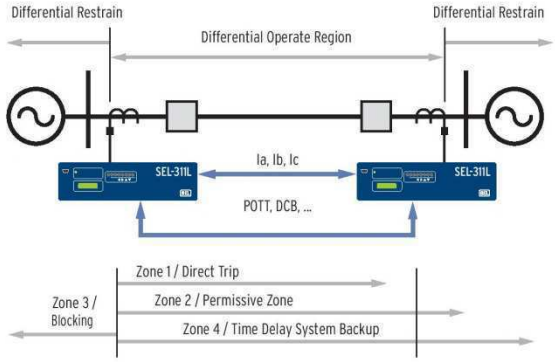
Differential Trip Speed



High-speed protection.

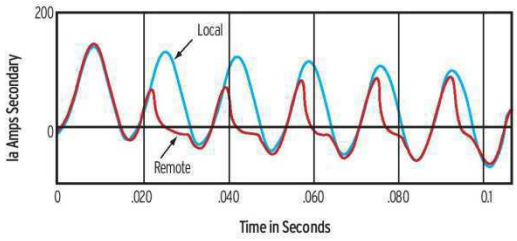
Full Scheme and Overcurrent Backup Included

- Backup protection in the SEL-311L Relay is identical to the complete functionality of the SEL-311C Relay, including four zones of positive-sequence, memory-polarized distance relaying. Sufficient memory time during zero-voltage faults allows distance element backup on short lines. Best Choice Ground Directional Element® overcurrent relaying automatically selects the optimal directional unit for changing system conditions. Use MIRRORED BITS® communications or a traditional channel interface for independent, communications-assisted tripping (e.g., POTT and DCB).
- Set independent backup upon loss of differential channels.
- A complete four-shot recloser with synchronism check is included. Use SELOGIC® control equations to change the protection based on shot count. Use local, remote, and latched control switches to customize the protection system. Change the reclosing logic based on fault type or an external input.
- Six levels of overfrequency and/or underfrequency are included for load shedding and restoration. Combine with protective functions using SELOGIC control equations to optimize relay response, preserving system integrity.



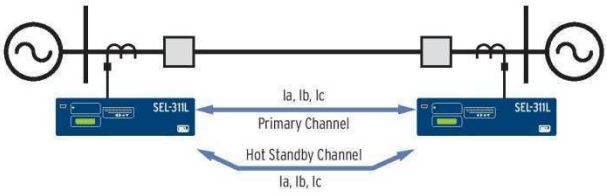
CT Characteristic Security

- Remain secure during external faults when CTs saturate at one or more terminals.
- Accommodate CT saturation, even in the first half cycle.
- Use existing CTs without ratio or characteristic matching.



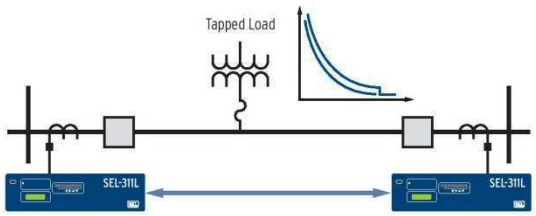
Flexible Channel Selection

- Select either single- or dual-channel operation using any combination of ITU-T G.703, EIA-422 (56 or 64 Kbps), multimode fiber, or single-mode fiber.
- Use hot standby channel to increase dependability and security. Protection is not delayed and security is not compromised when the primary channel fails.
- Accommodate nonsymmetrical channel delays and channel-delay changes without desensitizing or delaying protection.



Tapped Line Coordination

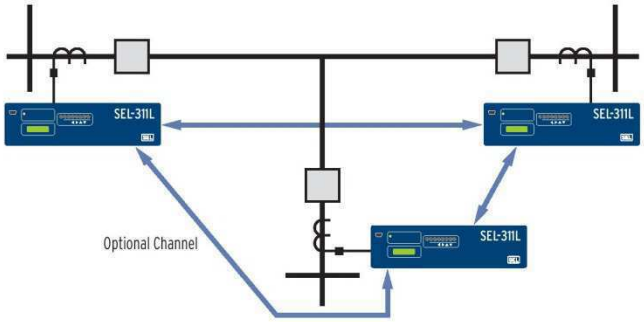
- Use SEL-311L Relays on tapped lines without misoperation due to faults on the tap. Differential time-overcurrent elements calculate tap current to coordinate with tap protection.
- Choose between fuse-saving and trip-saving schemes for tapped loads. Use recloser shot count to select protection characteristic.



SEL-311L Line Current Differential Protection and Automation System

Three-Terminal Application

- Protect three-terminal lines with two or three channels. If three channels are used, the loss of any channel does not compromise protection.
- Provide high-speed operation for all terminals, even with weak infeed.
- Apply a third SEL-311L Relay at a tapped load, even without a breaker. Differential elements provide high-speed line operation without overtripping for faults on the tap.



Wide-Area Measurements

Synchrophasor Measurements
View absolute phase angles from across the power system.

High-Accuracy Timing
Use precise time stamping to improve analysis of wide-area events.



SYNCHROWAVE®

SYNCHROWAVE® Software concentrates and displays data from across the power system.

General Specifications

Output Contacts (14 total)

6 High-Speed, High I/C Contacts

Pickup time <200 µs

6 A continuous

30 A make per IEEE C37.90-1989

Break 10 A

8 Standard Contacts

Pickup time <5 ms

6 A continuous

30 A make per IEEE C37.90-1989

Ethernet Communication

Optional Ethernet ports (specify 10BASE-T or 100BASE-FX* when ordering) with dual failover

Web Server—3 simultaneous server, read-only sessions to host

Differential Ports

Any combination of one or two of the following:

ITU-T G.703 codirectional at 64 Kbps

EIA-422 at 56/64 Kbps

850 nm multimode fiber*

1300 nm single-mode fiber*

Operating Temperature

−40° to +85°C (−40° to +185°F)

* Eye-safe, Class 1 laser product per EN 60825-1

SEL®

Pullman, Washington USA
Tel: +1.509.332.1890 • Fax: +1.509.332.7990 • www.selinc.com • info@selinc.com

© 2000-2010 by Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. PF00010 • 20100226

10 Years WORLDWIDE WARRANTY

ISO 9001 CERTIFIED

ANEXO III

CATÁLOGO RELÉ SEL-487E - SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

SEL-487E Transformer Protection Relay

Advanced Transformer Protection and Monitoring



Fast, sensitive, dependable, and secure differential protection.

Features and Benefits

Multiwinding Protection—Plus Synchrophasors
Improve protection and monitoring of important transformer interties. Apply up to five 3-phase restraint inputs, three independent restricted earth fault (REF) protection elements, and two 3-phase voltage inputs, all with synchrophasors.

High-Speed Differential Protection
Limit transformer damage by responding to internal fault conditions in less than 1.5 cycles.

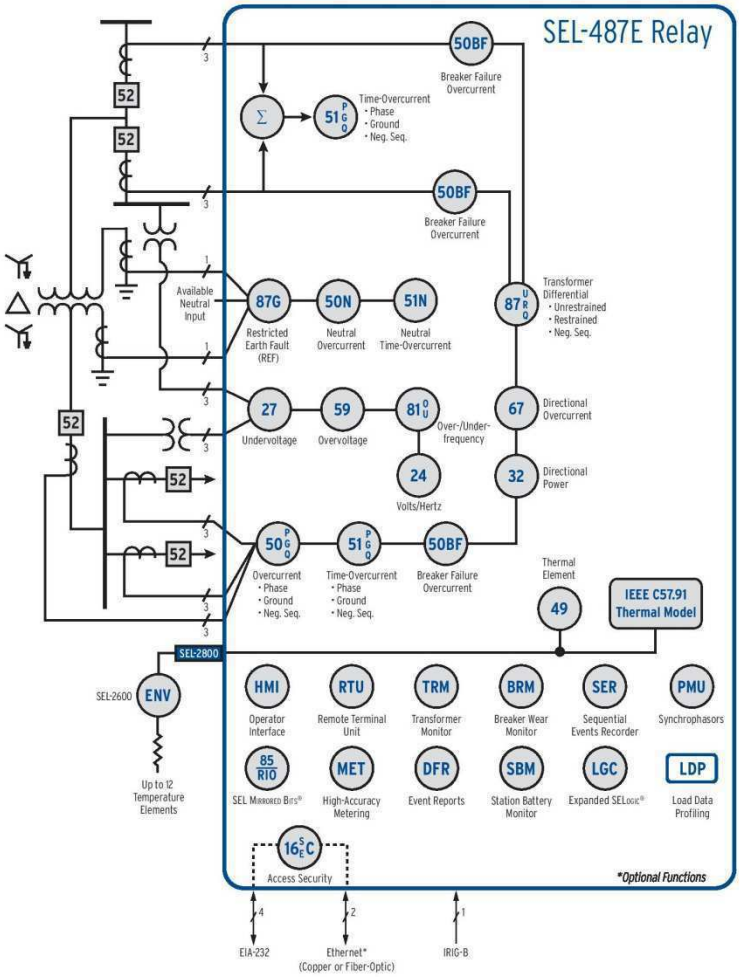
Sensitive Turn-to-Turn Fault Detection
Avoid catastrophic transformer failure. Detect turn-to-turn faults involving as little as 2 percent of the total winding.

Smart Commissioning Assistance
Minimize commissioning time and eliminate costly errors with the first relay software that recommends matrix compensation settings.

Advanced Asset Monitoring
Track transformer wear with through-fault and thermal monitoring. Reduce inefficient and costly breaker maintenance with advanced breaker monitoring. Monitor substation dc power systems for out-of-tolerance voltage levels or excessive voltage ripple.

Making Electric Power Safer, More Reliable, and More Economical®

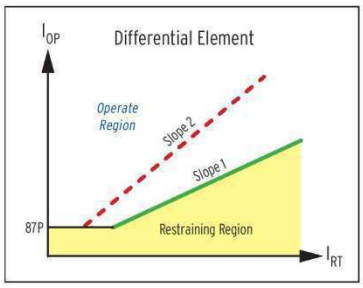
Functional Overview



Differential Protection

High-Speed, Adaptive Differential Protection Trips in Less Than 1.5 Cycles

A two-stage slope adapts automatically to external fault conditions, providing fast, sensitive, dependable, and secure differential protection, even for CT saturation and heavily distorted waveforms. The adaptive differential element responds to internal fault conditions between 1.25 and 1.5 cycles.



For operating quantities that exceed the differential slope characteristic and fall in the operate region, the filtered differential element asserts. There are two slope settings, Slope 1 and Slope 2. Slope 1 is used during internal fault conditions, and Slope 2 is used during external fault conditions.

Turn-to-Turn Fault Detection

Detect Incipient Faults

With a patented SEL algorithm, the SEL-487E detects turn-to-turn faults involving as little as 2 percent of the total winding. The negative-sequence differential element provides greater sensitivity than phase differential elements for faults during heavy load conditions.

Harmonic Blocking and Restraint

Combined Harmonic Blocking and Restraint for Protection Reliability

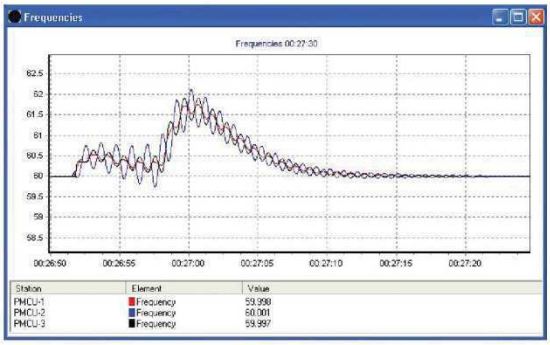
The differential element includes harmonic-blocking and harmonic-restraint elements; select either or both. The combination of harmonic-blocking and -restraint elements provides optimum operating speed and security during inrush conditions. Fast subcycle external fault detection supervision adds security during external faults with CT saturation. The harmonic-blocking element includes common or independent second- and fourth-harmonic blocking and independent fifth-harmonic blocking.

Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (55913518) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 624

Synchrophasors

Synchrophasors Measure All CT and PT Channels

- Improve power system quality and save money with SEL synchrophasors from all 24 analog channels simultaneously (6 voltage and 18 current sources) available.
- With synchrophasors over serial or Ethernet communications, easily detect reactive loop flows, turn state estimation into state measurement, and provide early warning of potential system instability.
- Simplify system architecture and improve system operations with UDP multicast synchrophasor data. Configurable data streams allow the user to select analog and binary information for up to five independent IEEE C37.118 data streams over Ethernet.



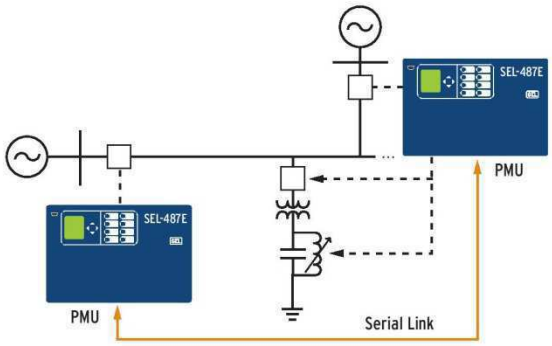
The SEL-487E exceeds the IEEE C37.118 standard with up to 50 messages per second at 50 Hz or up to 60 messages per second at 60 Hz.

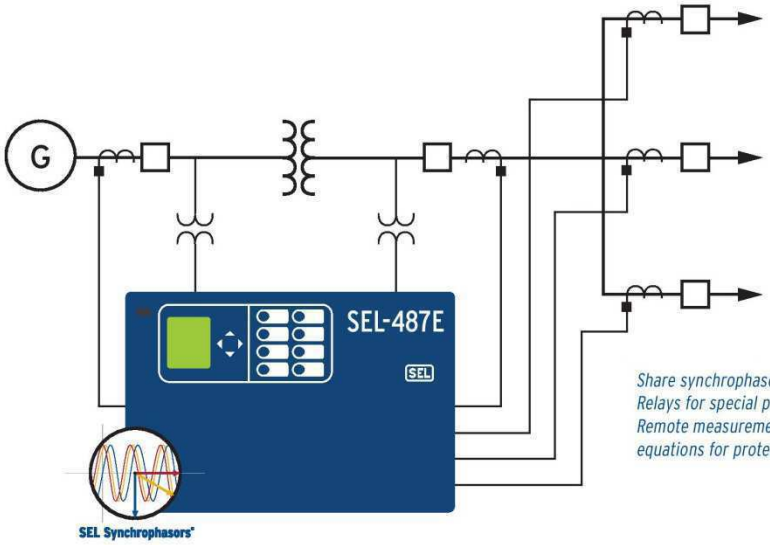
Real-Time Control

Improve system stability, and reduce remote control requirements. Apply remote measurements to local control by using direct relay-to-relay communications of synchrophasor values. Employ real-time values from remote transmission ends to control circuit breakers, static VAR compensators (SVCs), and power system stabilizers. Control devices based on voltage or current magnitude and phase angle, real or reactive power, or rate of change of input quantities.

Station-Wide Synchrophasor Application

The SEL-487E is also a station-wide synchrophasor measurement and recording system. With 120 seconds of IEEE C37.118 binary synchrophasor data recording for all 24 analog channels, it serves as a central PMU in any substation or power generation facility. Measure voltage magnitudes and current phase-angle relationships at generators and transformers, key source nodes for stability studies, and load angle measurement.



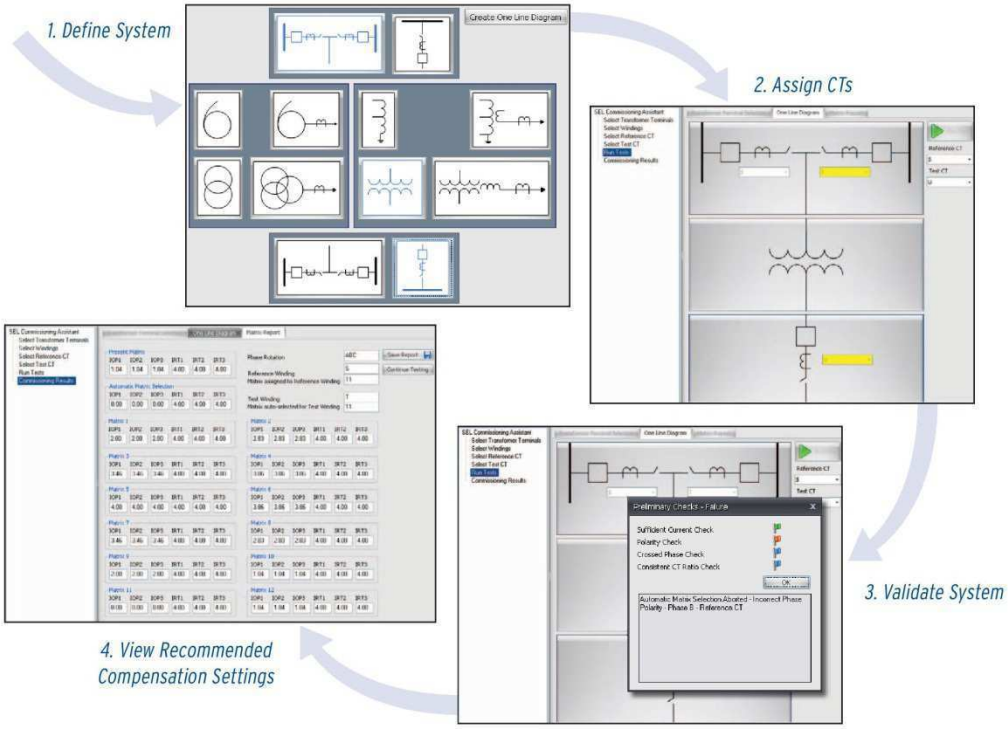


Share synchrophasor data between two or three SEL-487E Relays for special protection schemes or custom logic. Remote measurements are available in SELOGIC® control equations for protection or automation.

Commissioning Assistant Software

Commissioning Assistant Software Saves Time and Eliminates Costly Errors

Discover the first relay software that recommends matrix compensation settings after automatically identifying incorrect field wiring and improper CT configurations, such as incorrect CT polarities, inconsistent CT ratios, or crossed phases.



Applying the Commissioning Assistant in Four Easy Steps

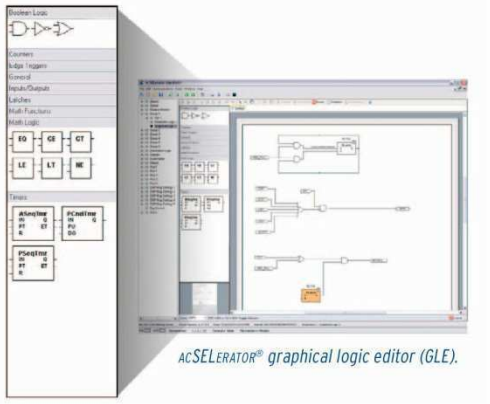
1. Define the system one-line diagram.
2. Assign any two windings to conduct a test.
3. Validate current flow, CT ratios, and polarity before beginning the test.
4. Print and implement the correct compensation matrix recommended for the transformer application.

Graphical Logic Editor (GLE)

Simplify the SEL-487E Configuration Process With the GLE

The GLE allows you to view your SELOGIC control equations graphically, so your settings files can be documented for easier validation and commissioning. Convert existing SELOGIC control equations to easy-to-read diagrams, and save diagrams with your ACSELERATOR QuickSet® SEL-5030 Software settings.

With the GLE capability in QuickSet, design new SELOGIC control equations using the convenient diagram navigation tool, drag-and-drop interface, function block diagrams, and automatic layout function. Manage your control diagrams with a full element palette. The GLE will aid in reducing design errors as well as time and expense in commissioning relays.

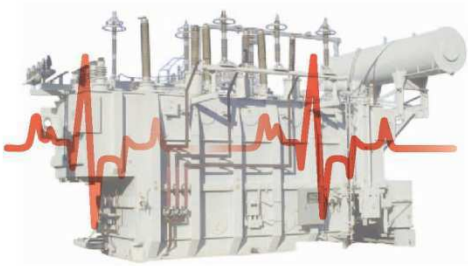


ACSELERATOR® graphical logic editor (GLE).

Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (55913518) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 626

Monitor Critical Substation Assets

The SEL-487E provides the IEEE C57.91 thermal model for monitoring the thermal response of top oil and hotspot temperatures. Three loss-of-insulation-life alarms are provided, including loss-of-life per day, total loss-of-life, and the insulation aging factor. Transformer through-fault monitoring provides measurement of accumulated through-fault energy experienced by the transformer. Accumulated through-fault duty is recorded for use in SELOGIC control equations and through-fault reports. Additional features include substation battery voltage and comprehensive breaker wear monitoring. Reduce costs and optimize asset availability using condition-based maintenance as enabled by the SEL-487E transformer monitoring and asset management features.

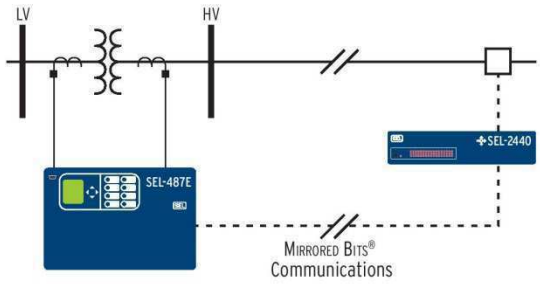


Flexible Communications

An Ethernet card option provides two copper or fiber ports for failover redundancy.

Available Ethernet communications protocols include FTP, Telnet, SNTP, DNP3 LAN/WAN, IEC 61850, IEEE C37.118 synchrophasors, and a built-in web server.

All four independent EIA-232 serial ports support SEL Fast Messages, SEL ASCII, Compressed ASCII, SEL Fast Operate, SEL Fast Meter, SEL Fast SER, enhanced SEL MIRRORED BITS® communications, DNP3 Level 2 Outstation plus dial-out, Virtual Terminal, and communications with the SEL-2600 RTD Module (SEL-2800 serial-to-fiber converter required).

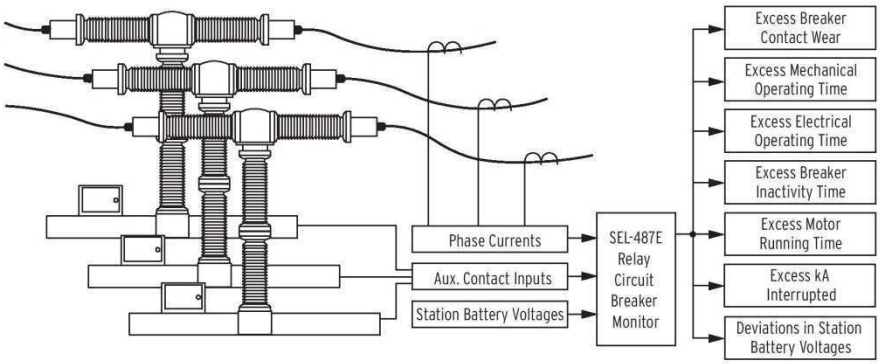


MIRRORED BITS Communications

Tripping an upstream or remote breaker with MIRRORED BITS communications is fast, reliable, and easy to implement, whether direct to a relay or through an SEL-2440 DPAC Discrete Programmable Automation Controller.

Circuit Breaker Monitor

The SEL-487E features advanced circuit breaker monitoring. The relay processes phase currents, circuit breaker auxiliary contacts, and the substation dc battery voltages to detect out-of-tolerance and maximum life circuit breaker parameters. These parameters include current interrupted, operating times, and contact wear. By using SEL-487E monitoring, maintenance personnel can determine the extent of a developing circuit breaker problem and select an appropriate response to correct the problem.



Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (55913518) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 627

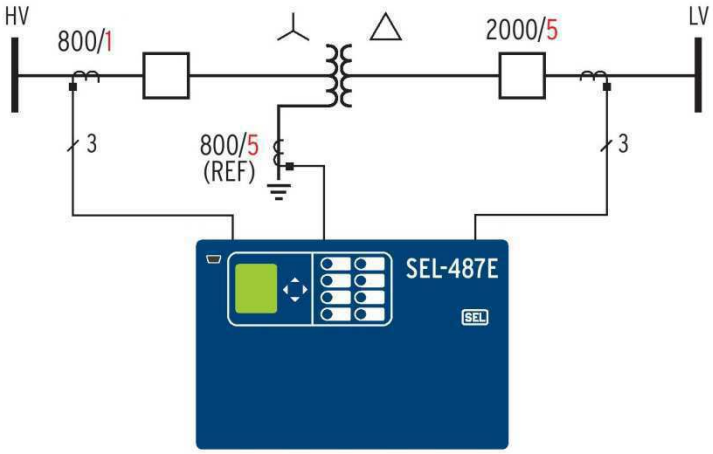
Nominal Current Transformer (CT) Inputs

Select Your Ideal 5 A/1 A Nominal CT Combination

The SEL-487E allows you to order any combination of nominal CT inputs at 5 A and 1 A for each transformer winding, including the following examples:

- 1 A high-voltage, 5 A low-voltage CTs
- 5 A high-voltage, 5 A low-voltage, 1 A tertiary CTs

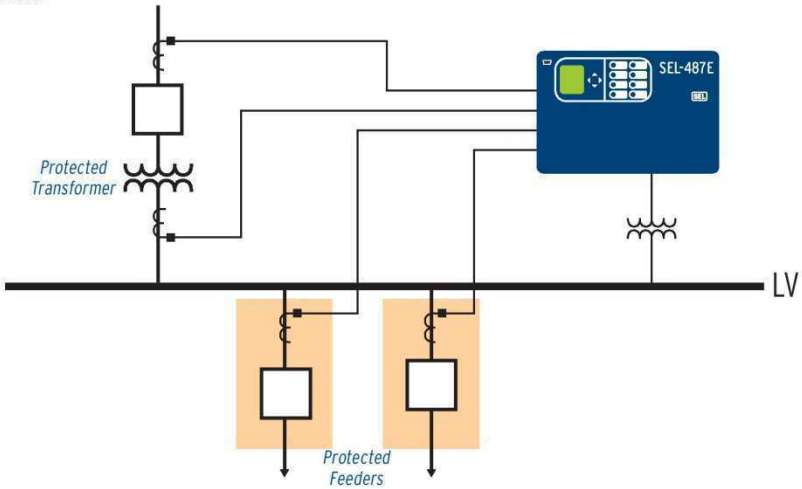
Support up to 25:1 CT ratio mismatch without loss of performance.



Directional Elements

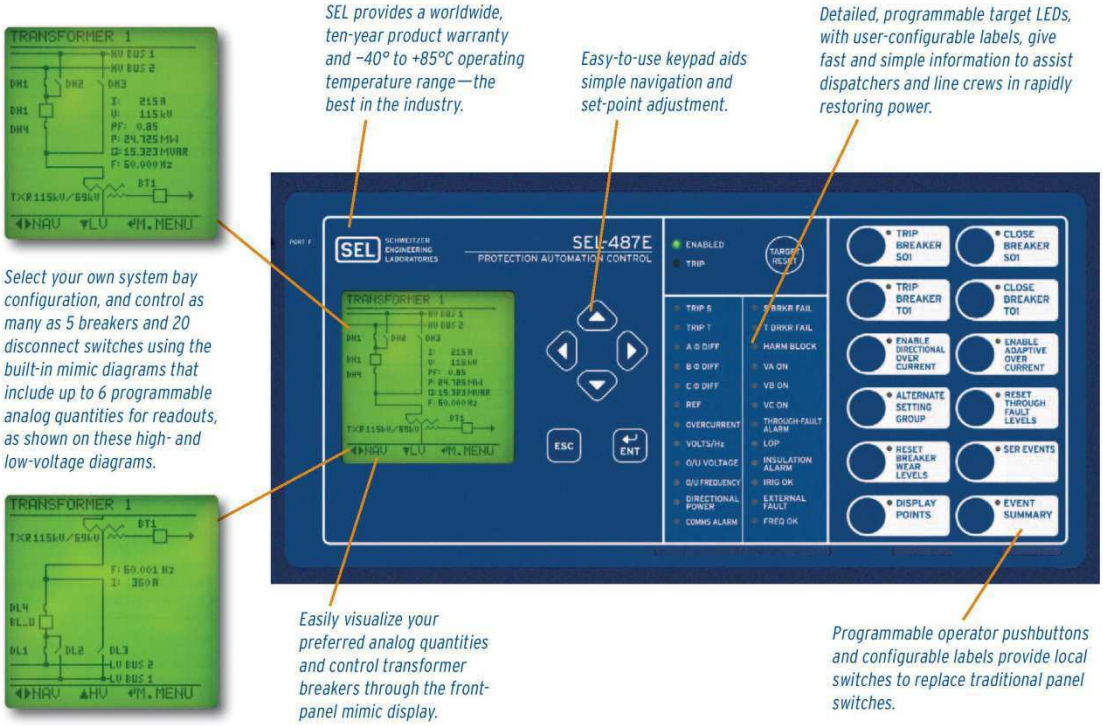
Directional Elements Securely Replace or Back Up Your Feeder Protection

Two advantages of having five restraint current inputs in the transformer relay are the money and commissioning time saved in replacing or backing up feeder protection. When using fewer than the five inputs to protect the power transformer, apply directional elements to the extra inputs to protect feeders.



6

Advanced Display and Controls

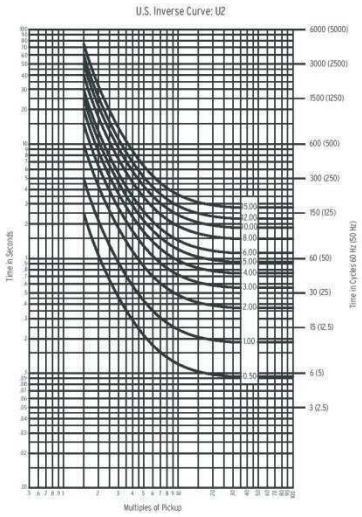


Adaptive Time-Overcurrent Elements

For the First Time, Implement SELogic Math Variables as Inputs to Time-Delay and Pickup Levels

Eliminate the need to change settings groups to accommodate different time-overcurrent pickup and time-dial settings. The programmable time-delay and pickup levels in the adaptive time-overcurrent elements allow changing the pickup and time-delay settings instantly, without needing to switch settings groups. Choose from ten time-overcurrent curves.

Programming the time-delay and pickup levels as math variables allows the numeric value of the pickup and time-delay settings to change based on any number of conditions, without the short delay of having to change relay-settings groups. For example, change pickup and time-delay settings dynamically in a parallel transformer application based on single or parallel transformer configurations. Another example would be to change feeder time-overcurrent element pickup and coordination delays based on distributed generation being connected downstream of a transformer.



SEL-487E Transformer Protection Relay

General Specifications

AC Voltage Inputs (6 total)
300 V_{L-N} continuous, 600 Vac for 10 seconds
Burden 0.03 A @ 67 V; 0.06 VA @ 120 V

AC Current Inputs (18 total)
5 A nominal
20 A @ 55°C, 15 A @ 85°C continuous, 500 A for 1 second, linear to 100 A symmetrical, 1250 A for 1 cycle
Burden 0.27 VA @ 5 A; 2.51 VA @ 15 A

1 A nominal
4 A @ 55°C, 3 A @ 85°C continuous, 100 A for 1 second, linear to 20 A symmetrical, 250 A for 1 cycle
Burden 0.13 VA @ 1 A; 1.31 VA @ 3 A

Output Contact Ratings (standard model)
30 A make per IEEE C37.90-1989 paragraph 6.7.2; 6 A continuous carry; MOV protected
Optional high-speed and high-current interrupting (10 A @ L/R = 40 ms) contacts available

Standard Input/Output
3 high-interrupt outputs
2 standard speed Form A outputs
3 standard speed Form C outputs
5 level-sensitive, optoisolated digital inputs with independent commons
2 level-sensitive, optoisolated digital inputs with single shared commons

Serial Communications Port
Three rear-panel and one front-panel EIA-232 serial ports
SEL ASCII commands
SEL Fast Messages; DNP3
Data rate 300–57600 bps

Ethernet Communications Options
Provides IEC 61850, DNP3 LAN/WAN, FTP, SNTP, Telnet protocols, and web server capabilities
Choose two media options from the following list:
10/100BASE-T twisted-pair network
100BASE-FX fiber-optic network

Precise-Time Input
Demodulated IRIG-B time input T @ nominal 5 Vdc
Distance between relays: 90 m (295 ft) for 28 pF/ft capacitance copper cable

Synchrophasors
IEEE C37.118 Standard
Up to 50 messages per second (50 Hz system)
Up to 60 messages per second (60 Hz system)
UDP Multicast Capability
SEL Fast Message Protocol
Up to 20 messages per second

Power Supply Ratings
125/250 Vdc or 120/230 Vac
Range 85–300 Vdc or 85–264 Vac
48/125 Vdc or 120 Vac
Range 38–140 Vdc or 85–140 Vac
24/48 Vdc
Range 18–60 Vdc

Operating Temperature
–40° to +85°C (–40° to +185°F)
(Note: LCD contrast impaired for temperatures below –20° and above +70°C.)

Processing Specifications

AC Voltage and Current Inputs
8000 samples per second
2 three-phase voltage inputs
5 three-phase current inputs
3 single-phase (REF) current inputs

Protection and Control Processing
4, 8, and 32 times per power system cycle

Control Points
32 remote bits
32 local control bits
32 latch bits in protection logic
32 latch bits in automation logic

Pullman, Washington USA
Tel: +1.509.332.1890 • Fax: +1.509.332.7990 • www.selinc.com • info@selinc.com
© 2007–2012 by Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. PF00168 • 20120622

ANEXO IV

CATÁLOGO RELÉ SEL-2414 - SCHWEITZER ENGINEERING LABORATORIES

SEL-2414 Transformer Monitor

Complete Monitoring and Control of Your Transformer

NEW!

- *IEEE Thermal Model*
- *Through-Fault Monitoring*
- *acSELerator QuickSet® Graphical Logic Editor*
- *Onboard acSELerator QuickSet Designer® Template Storage*
- *RTD/Thermocouple Option*
- *Form B Digital Output Option*
- *All Components Certified UL 61010-1*

WORLDWIDE 10 years WARRANTY



Features and Benefits

Reduce Transformer Downtime

Monitor and protect critical substation assets with comprehensive transformer thermal and through-fault monitoring. Monitor digital transformer alarms and status points. Measure pressure, oil level, temperatures, and process-level signals from transducers. Control cooling fans and other equipment.

Increase Reliability

Built to the same high standards as SEL protective relays, the SEL-2414 withstands vibration, electrical surges, fast transients, and extreme temperatures, meeting stringent industry standards. Compare our specification compliance, price, higher reliability, and worldwide, ten-year warranty to other transformer monitors.

Simplify Analysis

Record transformer sequence of events with the Sequential Events Recorder (SER) function. Capture short-term transformer event waveforms with the event report (oscillography) function. Record transformer trend data with the analog signal profile function.

Easily Integrate With SCADA

Flexible communications options provide easy integration with SCADA systems. Choose from Ethernet (Modbus® TCP, DNP3 LAN/WAN, IEC 61850, Telnet, FTP) and serial (Modbus and DNP3 RTU) protocols.

Choose Flexible I/O Configurations

I/O options include digital or analog outputs as well as digital, analog, RTD, thermocouple, and ac voltage and current inputs.

Program With Flexible Logic

Easily program with powerful logic, math, timer, counter, and edge-trigger functions. Implement logic with SELogic® control equations or standard logic gates using the acSELerator QuickSet graphical logic editor.

Create acSELerator QuickSet Designer Templates

Create Designer templates of your settings to hide all settings that do not need to change for common applications. The SEL-2414 retains a copy of the template in internal memory.



Heat (+85°C)
Cold (–40°C)



Vibration
(15 g shock)

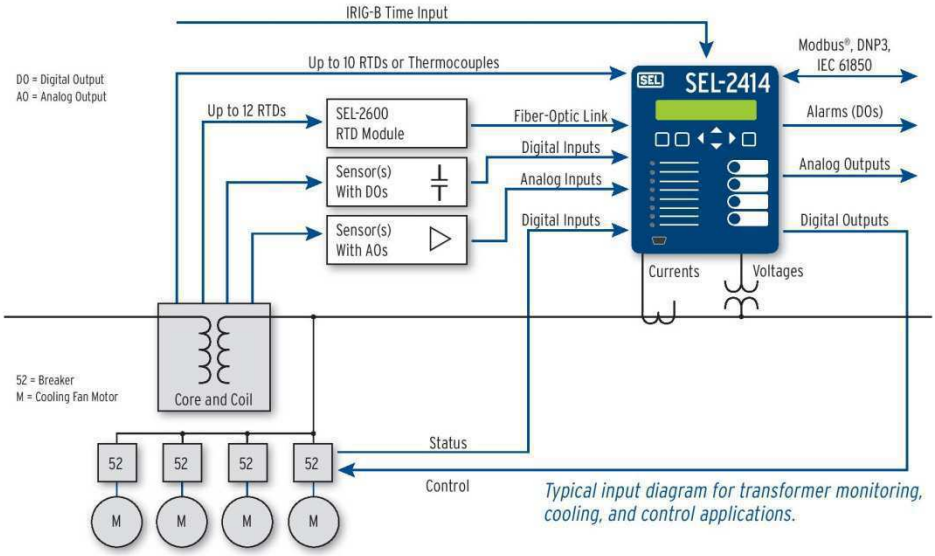


Electrostatic Shock
(15 kV)

Making Electric Power Safer, More Reliable, and More Economical®

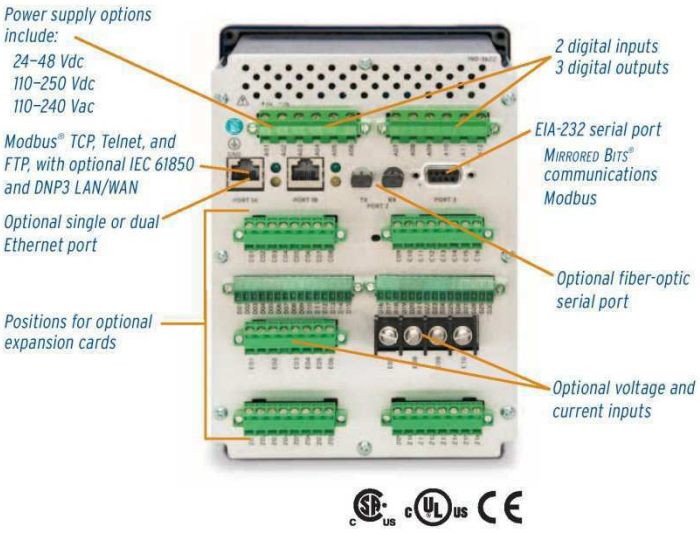
SEL-2414 Transformer Monitor

Functional Overview



Typical input diagram for transformer monitoring, cooling, and control applications.

Feature Overview



Ordering Options

- CPU Board
  - Single or dual Ethernet ports
  - EIA-232 rear port (standard)
  - IRIG-B time input (standard)
- Optional Expansion Cards
  - 8 digital inputs
  - 8 digital outputs (electromechanical)
  - 4 digital inputs/4 digital outputs (electromechanical and fast, high-current interrupting outputs)
  - 8 analog inputs
  - 4 analog inputs/4 analog outputs
  - EIA-232 or EIA-485 serial communication
  - 10 RTD or thermocouple inputs
  - 3 ac current/3-phase ac voltage inputs
- Protocol Options
  - DNP3 and DNP3 LAN/WAN
  - IEC 61850 communications
- Conformal Coating

Pullman, Washington USA
Tel: +1.509.332.1890 • Fax: +1.509.332.7990 • www.selinc.com • info@selinc.com

© 2009–2010 by Schweitzer Engineering Laboratories, Inc. PF00178 • 20101221

ANEXO V

CATÁLOGO RELÉ ULTRA U-MLES - MICROELLETRICA SCIENTIFICA

Protection Relays

Relays

Ultra line



Standard Version



Touch Version

General Characteristics

ULTRA is the top-of-the-line of Microelettrica Scientifica protection relays; it has been designed to meet the most demanding specifications for any application in Transmission, Distribution and Industrial plants. The ULTRA relays are used in all the applications where, besides the protection, a complete measuring system is needed. Each relay is a multifunctional unit combining protection, measurements and control. Thanks to the CAN BUS communication port and to a complete range of additional modules, the relays of this line can perform a complex input/output logic for interlocking substation system avoiding the use of an additional PLC. The multiprotocol makes the relay very versatile and suitable to be implemented in the most common DCS and SCADA systems.

Recording

- Event Recording (last 100 events)
- Trip Recording (last 20 trips) complete with cause of tripping and values of the input quantities at the moment of trip
- Oscillographic recording of input quantities (8 channels, 32 sample/cycle, 3 sec each)

Control

- 6 Output Relays user programmable
- 4 Digital Inputs user programmable
- Blocking input and Blocking output for pilot wire selectivity coordination
- Time tagging resolution 1ms
- Trip circuit supervision
- Associated Circuit Breaker control (OPEN/CLOSE)

Technical Characteristics

- Multilanguage Display (English/Italian standard, available - other on request)
- Complete autodiagnostic program with dedicated relay

Standard Version:

- Graphical Display (128x64 dots)
- 4 Leds for signalization

Touch Version:

- Graphic Display 4.3" (480x262 dots)
- 10 Leds for signalization

Communications

- 1 RS485 Serial communication port on rear side
- Modbus RTU/IEC870-5-103/IEC61850/ TCP-IP Modbus Communication Protocols
- Canbus port for external additional modules

Standard Version:

- 1 RS232 Serial communication port on Front Face

Touch Version:

- USB 2.0 on Front Face

Expansion Modules (optional)

- "UX10-4" 10 Digital Inputs and 4 Output Relays
- "14DI" 14 Digital Inputs
- "14DO" 14 Output Relays

Execution

- 2 Module box. (3 modules with 1 expansion, 4 modules with 2 expansion)
- IP44 protection case (on request IP54)
- Totally draw-out execution.

Software

- MSCom2 Program interface for device management

Relays Type

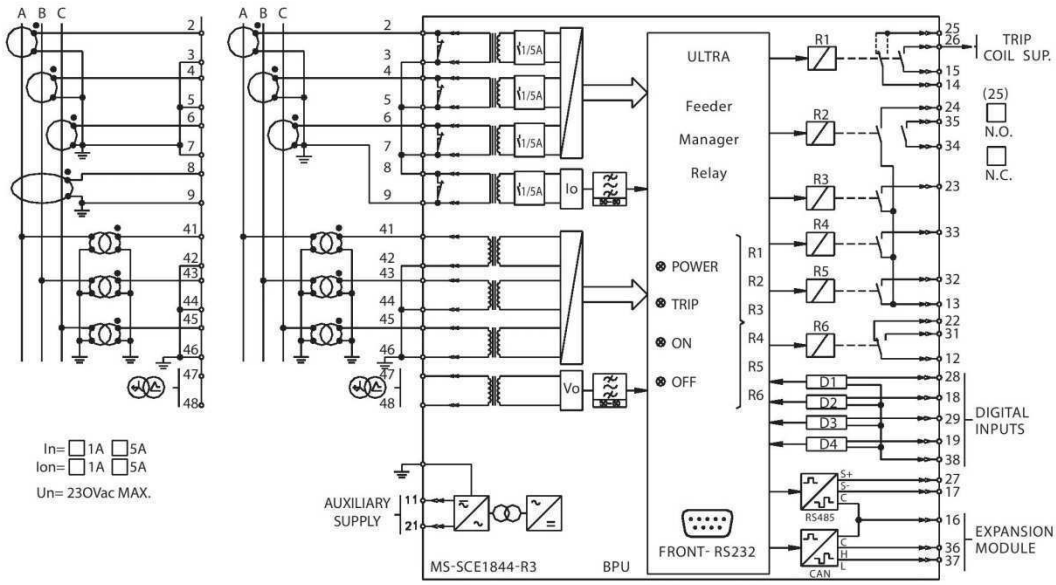
U-MLEs	D.C. Feeder Manager Relay: 49, 32/76, 80, 45, 64, 79, DI, di/dt, Rapp, Iapp, CMI, LT, BF
U-MLC	D.C. Feeder Manager Relay (Italian Railway Certification): 27/59, 32, 45, 49, 64, 76, 79, 80
U-MLC- M	D.C. Energy Metering: I, V, W, E
DTMR	Differential Transformer Relay: 50/51, 87T, 87N/51N
FMR	Feeder Manager Relay: 49, 50/51/67, 50N/51N/67N, 27/59, 81, 46, 59Uo, 51BF, F 27U1, 59U2/47, 79
MMR	Motor Manager Relay: 12/14, 37, 27/59, 46, 49, 50/51, 51LR, 51BF, 55, 64, 66, 81
GMR	Generator Protection & Management Relay: 21, 24, 27/59, 32, 37, 40, 46, 49, 50/27, 50V/51V, 51BF, 60FL, 64S, 81

Microelettrica Scientifica

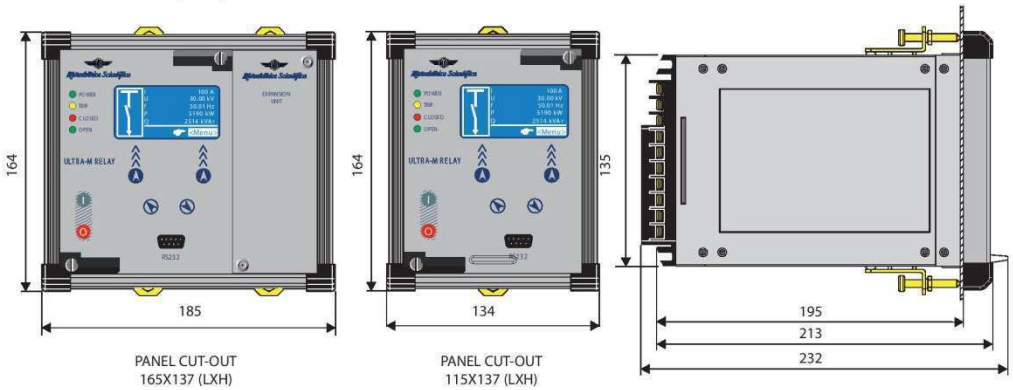
Protection Relays

Relays: Ultra line

Wiring Diagram



Overall Dimensions (mm)



KNORR-BREMSE

Microelettrica Scientifica

Microelettrica Scientifica S.p.A. Via Alberelle, 56/58 20089 Rozzano - Italy
Tel.: +39 02 575731 Fax: +39 02 57510940 - sales.relays@microelettrica.com
www.microelettrica.com

Ultra Line

Electronics

U-MLEs

D.C. FEEDER MANAGER RELAY
32, 45, 49, 64, 76, 79, 80

D.C. Feeder protection relay with setting parameters programmable locally or via serial communication. Suitable for protection of D.C. feeders with High-Speed DC Breakers, for railway application.



The relay measures the Line current and voltage through one current transducer and one voltage transducer.

The transducers (type MHCO) are galvanically insulated via fiber optic and have the following measuring ranges:

- Line voltage : (0 ÷ 2)Vn
- Line current : (0 ÷ 10)In
- Insulation voltage 20kVac 1min.

Real time measurements of primary input values can be read continuously both from the display and via serial communication. Relay programmation can be done both via the frontal keyboard and via serial communication. The associated Circuit Breaker can be controlled both via the frontal keyboard and via serial communication. Settings, events and oscillographic recordings are stored in a non-volatile memory (E^2PROM).

Besides the normal Watchdog and Powerfail functions, a comprehensive program of self-test and self diagnostic provides:

- Diagnostic and functional test with checking of program routines and memory contents, running every time the auxiliary power supply is switched on.
- Dynamic functional test running during normal operation.
- Complete Test activated by the keyboard or via the communication bus.

Any internal fault detected is indicated by a fault message on the display and by de-energization of associated I.R.F. output relay.

The relay is available in three different executions:

- Flush mounting
- Surface mounting
- 19" Rack mounting.

M13-ING-Rev.06

Microelettrica Scientifica

2

Electronics

U-MLEs

Protective Functions
- Thermal image protection of the Cable/Line
- 4 Overcurrent levels Forward/Reverse programmable
- 2 Current Step level with di/dt dependance
- 2 Rate of rise level
- 1 Impedance monitoring level with di/dt dependance
- 1 Current monitoring level with di/dt dependence
- 2 Frame Fault Current and Voltage monitoring levels
- Cable insulation monitoring
- 4 Shot Automatic Reclosure
- 2 Overvoltage levels
- 2 Undervoltage levels
- Automatic programmable Line Test
- Energy counter pulse
- C/B Lock
- Remote Trip

Control
- Trip circuit supervision
- Associated Circuit Breaker control (OPEN / CLOSE)
- Breaker failure protection
- Breaker interruption energy $\sum i^2t$

Recording
- Two complete setting programs switchable locally or remotely
- Blocking input and Blocking output for pilot wire selectivity coordination and intertripping scheems
- Event Recording (last 100 events)
- Trip Recording (last 10 trips) complete with cause of tripping and values of the input quantities at the moment of trip
- Oscillographic recording of input quantities (8 channels, 32 sample/cycle, 2 sec each)

Communications
- Modbus RTU and IEC870-5-103 communication protocols
- RS232 serial communication port on Front Face
- RS485 serial communication port on Back Panel
- Synchronisation with other relays (resolution 1ms)
- CanBus line for control of slave I/O Expansion modules

Technical Characteristics
- Graphical display 128x64 dots
- 4 LEDS for: Power on/internal relay fault, Trip / alarm, Trip circuit fault
- 6 Output relays totally user programmable
- 4 Digital inputs user programmable.
- IP44 Protection degree (on request IP54)
- Totally draw-out execution

Accessories
- High-Voltage Current/Voltage measuring Transducer with Fiber Optic output : Type MHCO-T/V-I
- High-Voltage Current measuring Transducer with Fiber Optic output : Type MHCO-T-I.
- High-Voltage Voltage measuring Transducer with Fiber Optic output : Type MHCO-T-V
- Voltage measuring reciver with fiber optic input and 3 Analogic outputs : Type MHCO-R-V
- Current measuring reciver with fiber optic input and 3 Analogic outputs : Type MHCO-R-I

- Input/Output Expansion Module: UX10-4 - 10 Digital Inputs + 4 Outputs Relay
  UX14DI - 14 Digital Inputs
  UX14DO - 14 Outputs Relay

- Cable monitoring device A-MSG-1 (Cable Screen-to-Ground or Conductor-to-Screen monitoring) with current output directly supplyed to the U-MLEs relay
- Cable monitoring system MSG/N-DIN independent tripping and measurement
- Cable Screen-to-Ground and Conductor-to-Screen monitoring
- Two-channels Digital/Fiber Optic converter for remote intertripping signal Type CFV-BL
- Line Test Contactor
- Line Test Resistor
- Rail Earthing Contactor
- Other protection Relay
- SCADA and Communication systems

M13-ING-Rev.06

Microelettrica Scientifica

Real Time Measurements				
I = Current	V = Voltage	P = Power	+Wh, = Exported Energy	-Wh, = Imported Energy

F49 (T>): Thermal Image element with prealarm		
Function enabling	: = ON - OFF	
Temperature prealarm	: Tal = (10 ÷ 100)%Tn	step 1 %Tn
Continuous admissible current	: Is = (0.5 ÷ 1.5)	step 0.01
Time constant	: Kt = (1 ÷ 600)min	step 0.01min
1F - 67/50/51 (1I>): 1st Overcurrent Element		
Function enabling	: = ON - OFF	
Time current curves	: f(t) = Indep.Definite Time (D), IEC (A/B/C).	
Operation Mode	: f(a) = Non Directional - Directional Forward - Directional Reverse	
Setting range	: Is = (0.1 ÷ 4)In	step 0.01In
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0.02 ÷ 100)s	step 0.01s
2F - 67/50/51 (2I>): 2nd Overcurrent Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Time current curves	: f(t) = Indep.Definite Time (D), IEC (A/B/C).	
Operation Mode	: f(a) = Non Directional - Directional Forward - Directional Reverse	
Setting range	: Is = (0.1 ÷ 4)In	step 0.01In
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0.02 ÷ 100)s	step 0.01s
3F - 67/50/51 (3I>): 3rd Overcurrent Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Operation Mode	: f(a) = Non Directional - Directional Forward - Directional Reverse	
Setting range	: Is = (0.1÷ 10)In	step 0.01In
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0.02 ÷ 100)s	step 0.01s
4F - 67/50/51 (4I>): 4th Overcurrent Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Operation Mode	: f(a) = Non Directional - Directional Forward - Directional Reverse	
Setting range	: Is = (0.1 ÷ 10)In	step 0.01In
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0.02 ÷ 100)s	step 0.01s
1F - (1ΔI): 1st 1DI Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: DI = (100 ÷ 9990)A	step 10A
Minimum di/dt level to start ΔI	: di = (4 ÷ 400)A/ms	step 1 A/ms
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: tDI = (0 ÷ 500)ms	step 1ms
Detection reset time delay	: tdi = (0 ÷ 100)ms	step 1ms
2F - (2ΔI): 2nd 2DI Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: DI = (100 ÷ 9990)A	step 10A
Minimum di/dt level to start ΔI	: di = (4 ÷ 400)A/ms	step 1 A/ms
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: tDI = (0 ÷ 500)ms	step 1ms
Detection reset time delay	: tdi = (0 ÷ 100)ms	step 1ms

M13-ING-Rev.06

Microelettrica Scientifica

4

Electronics

U-MLEs

1F - (1di/dt): 1st Current Rate of Rise Element		
Function enabling	: ON - OFF	
di/dt setting range	: G = (4 ÷ 400)A/ms	step 1 A/ms
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: tG = (2 ÷ 500)ms	step 1ms
2F - (2di/dt): 2nd Current Rate of Rise Element		
Function enabling	: ON - OFF	
di/dt setting range	: G = (4 ÷ 400)A/ms	step 1 A/ms
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: tG = (2 ÷ 500)ms	step 1ms
Rapp: Impedance monitoring with di/dt dependence		
Function enabling	: ON - OFF	
Arc Voltage	: Va = (0 ÷ 800)V	step 1 V
Internal Resistance	: Ri = (0 ÷ 0.250)Ω	step 0.001 Ω
Internal Indutctance	: Rt = (0.001 ÷ 2.5)Ω	step 0.001 Ω
Total Resistance of the circuit	: Li = (0.001 ÷ 0.01)H	step 0.001 H
Total Inductance of the circuit	: Lt = (0.002 ÷ 0.05)H	step 0.001 H
Resistance trip level	: R* = (0 ÷ 100)Ω	step 0.01 Ω
Limit value of di/dt	: g = (10 ÷ 500)A/ms	step 1 A/ms
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: tr = (0 ÷ 100)ms	step 1ms
Iapp: Current monitoring with di/dt dependence		
Function enabling	: ON - OFF	
Current tirip level when di/dt = 0	: IA = (500 ÷ 5000)A	step 10 A
Current tirip level when di/dt ≥ [g]	: I* = (400 ÷ 1500)A	step 10 A
Limit value of di/dt	: g = (30 ÷ 500)A/ms	step 1 A/ms
Drop-out percentage	: Res = (80 ÷ 100)%Iapp	step 1 %Iapp
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: tr = (0 ÷ 5)s	step 0.01s
1F - 64 (1Ig): 1st Frame Fault Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Time current curves	: f(t) = Indep.Definite Time (D), IEC (A/B/C).	
Current setting range	: Is = (0.1 ÷ 4)Ign	step 0.01Ign
Voltage setting range	: Us = (0.01 ÷ 1)Ugn	step 0.01Ugn
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0.02 ÷ 100)s	step 0.01s
2F - 64 (2Ig): 2nd Frame Fault Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Time current curves	: f(t) = Indep.Definite Time (D), IEC (A/B/C).	
Current setting range	: Is = (0.1 ÷ 4)Ign	step 0.01Ign
Voltage setting range	: Us = (0.01 ÷ 1)Ugn	step 0.01Ugn
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0.02 ÷ 100)s	step 0.01s
RS-G: Cable insulation (Screen-Ground)		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: RL-S = (100 ÷ 5000)Ω	step 100 Ω
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: tRL-S = (0.05 ÷ 100)s	step 0.01s

M13-ING-Rev.06

Microelettrica Scientifica

RCL: Automatic Reclosure		
Function enabling	: ON - OFF	
Number of Reclosure	: ShN° = 1 / 2 / 3 / 4	
Independent time delay	: tr = (1 ÷ 200)s	step 1s
Independent time delay	: tr1 = (0.1 ÷ 1000)s	step 0.1s
Independent time delay	: tr2 = (0.1 ÷ 1000)s	step 0.1s
Independent time delay	: tr3 = (0.1 ÷ 1000)s	step 0.1s
Independent time delay	: tr4 = (0.1 ÷ 1000)s	step 0.1s
LT: Automatic Line Test		
Function enabling	: ON - OFF	
Number of Test	: TestN° = 0 / 2 / 3 / 4	
Minimum residual voltage	: VR< = (0 ÷ 1)Vn	step 0.1 Vn
Minimum residual resistance	: RR< = (0 ÷ 500)Ω	step 1 Ω
Minimum Line voltage	: VFast = (0.5 ÷ 1)Vn	step 0.1 Vn
Waitng time after C/B closing	: tp = (0 ÷ 30)s	step 1s
Duration of the Line Test	: tt = (1 ÷ 10)s	step 1s
Wait time between 2 consecutive tests	: tcy = (1 ÷ 60)s	step 1s
Wait time to start recl. after succes fine test	: tw = (0 ÷ 10)s	step 1s
1F - 59 (1U>): 1st Overvoltage Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: Us = (0.5 ÷ 1.5)Un	step 0.01Un
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0 ÷ 650)s	step 1s
2F - 59 (1U>): 2nd Overvoltage Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: Us = (0.5 ÷ 1.5)Un	step 0.01Un
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0 ÷ 650)s	step 1s
1F - 27 (1U<): 1st Undervoltage Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: Us = (0.2 ÷ 1)Un	step 0.01Un
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0 ÷ 650)s	step 1s
1F - 27 (2U<): 2nd Undervoltage Element		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: Us = (0.2 ÷ 1)Un	step 0.01Un
Instantaneous output	: = ≤ 0.03s	
Independent time delay	: ts = (0 ÷ 650)s	step 1s
Wi: Circuit BreakerEnergy Maintenance		
Function enabling	: ON - OFF	
Setting range	: Ii = (0.1 ÷ 99)In	step 0.1In
Conventional interrupption current	: Wi = (1 ÷ 9999)	step 1
RT: Remote Trip		
Function enabling	: ON - OFF	
Independent time delay	: ts = (0 ÷ 10)s	step 0.01s
Wh: Energy Counter Pulse		
Function enabling	: ON - OFF	
Energy level	: WpP = (10 ÷ 1000)kW	step 10kW
Pulse duration	: Pulse = (0.10 ÷ 2)s	step 0.01s
CB-L: C/B Lock		
Function enabling	: ON - OFF	
Breaker Failure Element		
Alarm time delay	: tBF = (0.05 ÷ 0.75)s	step 0.01s

M13-ING-Rev.06

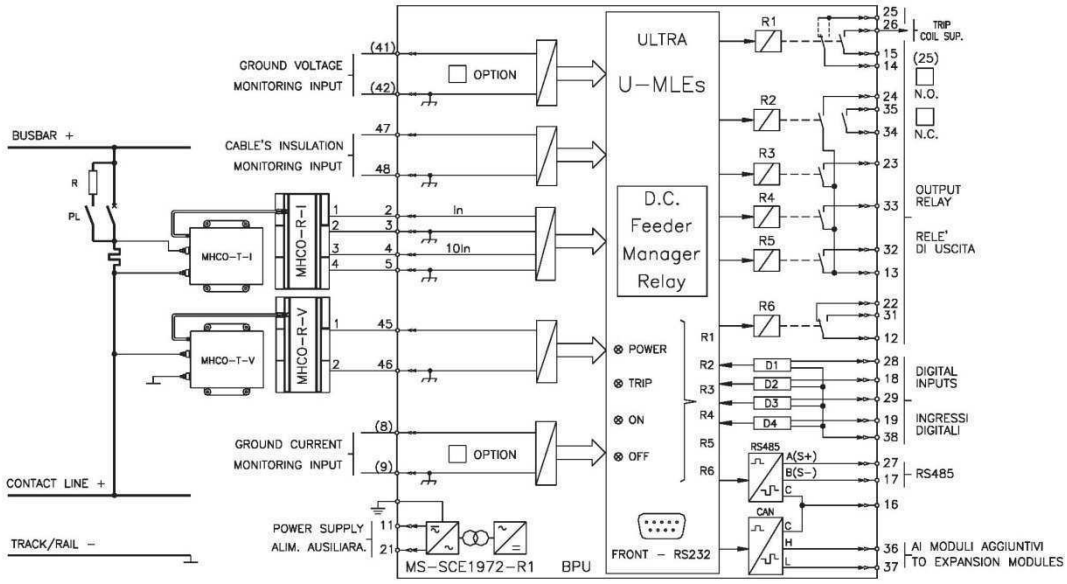
Microelettrica Scientifica

6

Electronics

U-MLEs

U-MLEs - Wiring Diagram



Typical Characteristics		
Accuracy at reference value of influencing factors	2% In - 0.2% On	for measurements
	2% +/- 10ms	for times
Input	0 ÷ 20 mA	
Average power supply consumption	<10 VA	
Output relays	rating 5 A; Vn = 380 V	
	A.C. resistive switching = 1100W (380V max)	
	make = 30 A (peak) 0.5 sec.	
	break = 0.3 A, 110 Vcc,	
	L/R = 40 ms (100.000 op.)	

Order code - Example :				
U-MLEs	1	1	1	2
	Power Supply	Configuration R1 (14-25)	1st Expansion module	2nd Expansion module
	1 = Type 1	1 = N.O.	1 = None	1 = None
	2 = Type 2	2 = N.C.	2 = UX10-4	2 = UX10-4
			3 = 14DI	3 = 14DI
			4 = 14DO	4 = 14DO

M13-ING-Rev.06

btsadv.com

The performances and the characteristics reported in this document are not binding and can modified at any moment without notice.

KNORR-BREMSE

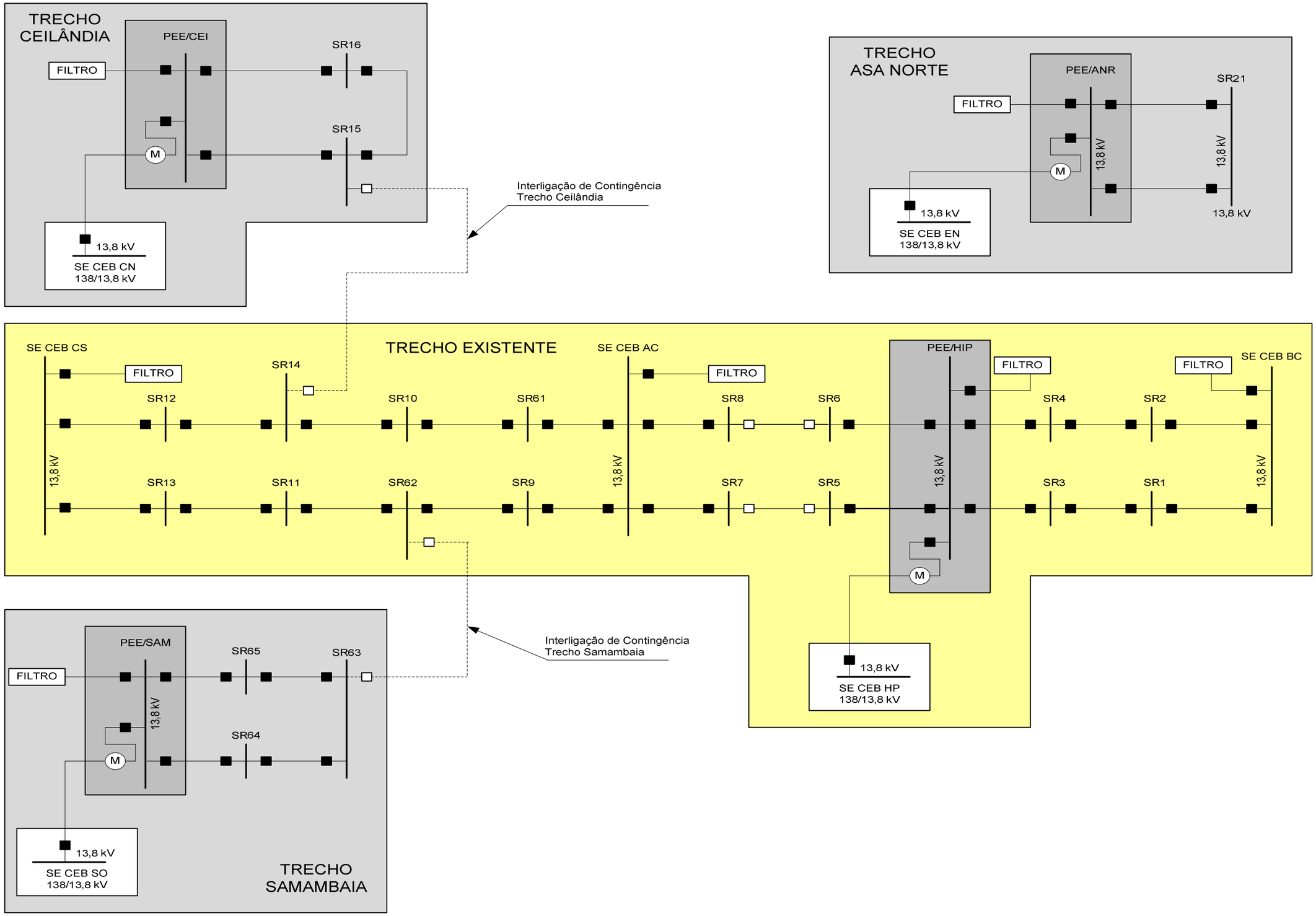
Microelettrica Scientifica

Microelettrica Scientifica S.p.A. - 20089 Rozzano (MI) - Via Alberelle 56/58 Italy
Tel. +39 02 575731 - Fax +39 02 57510940 - E-Mail: sales.relays@microelettrica.com
www.microelettrica.com

Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (55913518) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 642

ANEXO VI

REDE DE ALIMENTAÇÃO 13,8 KV DEFINIDA



Projeto Básico - Relatório Téc Alternativas (RT.4/EX.99/00.008) (559135118) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 644

Para aumentar a confiabilidade no sistema, foram previstas interligações de contingência para o Trecho Ceilândia entre a SR 15 e a SR 14, caso o PEE/CEI deixe de operar, e para o Trecho Samambaia, entre a SR 62 e a SR 63, caso o PEE/SAM deixe de operar. Desta forma, caso ocorram contingências nesses trechos, o sistema continua operando, alimentados pelo anel SE CEB CS – SE CEB AC

METRÔ - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5X-RL-0016-0

SETOR	
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	METRÔ - DF
AUTOR DO PROJETO	VITO LABATE
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

METRÔ - DF

VITO LABATE CREA N° 260563453-1

METRÔ - DF

		SISTEMA ENERGIA	
		SUBSISTEMA GERAL	
VISTO ELJ/RJF	DATA 18/08/14	LOCAL GERAL	
APROVADO RMP	DATA 09/01/15	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO RELATÓRIO TÉCNICO ESTUDO DE NIVEL DE CURTO - CIRCUITO CA TRECHO MODERNIZADO	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. Básico		
N MICROFILME	FOLHA 1/97	CODIFICAÇÃO **RT.4/EX.99/00.016**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER 0002/15-TEN	09/01/15	ViLa	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	REVISADO CONFORME PARECER N° 491/14 - TEN	10/11/14	ViLa	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	18/08/14	ViLa	ECoA	ITF	ELJ/RJF	OOP
N°	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROV.	VERIF.	APROV
		CONTRATADA				**METRÔ - DF**	
R E V I S Õ E S							

METRÔ DF
RT.4/EX.99/00.016

ESTUDO DE NIVEL DE CURTO-CIRCUITO CA TRECHO MODERNIZADO

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 CONFIGURAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO 8
2.1 CONFIGURAÇÃO DO ANEL CEILÂNDIA SUL – ÁGUAS CLARAS 9
2.2 CONFIGURAÇÃO DO ANEL ÁGUAS CLARAS – PEE HÍPICA 11
2.3 CONFIGURAÇÃO DO ANEL BRASÍLIA CENTRO – PEE HÍPICA 13
3 METODOLOGIA DE CÁLCULO 14
4 POTÊNCIAS DE CURTO-CIRCUITO E TENSÕES NAS BARRAS DA CEB. 14
5 PARÂMETROS DOS CABOS. 15
5.1 TIPOS DE INSTALAÇÃO 15
5.2 CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS DOS SETORES 15
5.2.1 ANEL CEILÂNDIA SUL – ÁGUAS CLARAS 16
5.2.2 ANEL BRASÍLIA CENTRO – PEE HÍPICA 16
5.2.3 ANEL SE ÁGUAS CLARAS - PEE HÍPICA 17
5.3 BITOLAS E IMPEDÂNCIAS DOS CIRCUITOS 17
5.3.1 PARÂMETROS DOS CABOS DE MÉDIA TENSÃO 17
5.3.2 ANEL BRASÍLIA CENTRO – PEE HÍPICA 19
5.3.3 ANEL SE ÁGUAS CLARAS - PEE HÍPICA 19
5.3.4 ANEL CEILÂNDIA SUL – ÁGUAS CLARAS 19
6 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES 20
7 CONCLUSÃO 20
7.1 ANEL SE BC – PEE/HIP 20
7.2 ANEL SE CS – SE AC 21
7.3 ANEL SE AC – PEE/HIP 21
7.4 VERIFICAÇÃO DO DIMENSIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE 13,8 KV EXISTENTES 22
ANEXO I 24
ANEXO II 26
ANEXO III 28
ANEXO IV 33
1 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES 34

1.1 ANEL SE BC – PEE/HIP 34
1.1.1 ÍNTEGRO 34
1.1.2 SE BC FORA 35
1.1.3 PEE/HIP FORA 36
1.2 ANEL SE CS – SE AC 37
1.2.1 ÍNTEGRO 37
1.2.2 SE CS FORA 38
1.2.3 SE AC FORA 39
1.2.4 ALIMENTAÇÃO DE CEILÂNDIA 40
1.2.5 ALIMENTAÇÃO DE SAMAMBAIA 41
1.3 ANEL SE AC – PEE/HIP 43
1.3.1 ÍNTEGRO: ALIMENTAÇÃO ATRAVÉS DA SE AC 43
1.3.2 ÍNTEGRO: ALIMENTAÇÃO ATRAVÉS DE PEE/HIP 43
1.3.3 DEGRADADO: ALIMENTAÇÃO ATRAVÉS DE AC 44
1.3.4 DEGRADADO: ALIMENTAÇÃO ATRAVÉS DE PEE/HIP 44
ANEXO V 46
1 DIAGRAMAS DE CURTO-CIRCUITO 47
1.1 ANEL CEILÂNDIA SUL – ÁGUAS CLARAS 47
1.2 ANEL CEILÂNDIA SUL – ÁGUAS CLARAS (CONTINGÊNCIA TRECHO CEILÂNDIA) 54
1.3 ANEL CEILÂNDIA SUL – ÁGUAS CLARAS (CONTINGÊNCIA TRECHO SAMAMBAIA) 56
1.4 ANEL PEE/HIP – BRASÍLIA CENTRO 59
1.5 RADIAL ÁGUAS CLARAS 64
1.6 RADIAL PEE/HIP 68
ANEXO VI 72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - Sistema Íntegro..... 9

Figura 2 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - SE CS Fora..... 10

Figura 3 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - SE AC Fora..... 10

Figura 4 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - Alimentação de Samambaia (Contingência)..... 10

Figura 5 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - Alimentação de Ceilândia (Contingência)..... 11

Figura 6 – Diagrama de Barras – Anel Águas Claras – PEE Hípica – Sistema Íntegro..... 11

Figura 7 – Diagrama de Barras – Anel Águas Claras – PEE Hípica – PEE Hípica fora..... 12

Figura 8 – Diagrama de Barras – Anel Águas Claras – PEE Hípica – SE AC fora..... 12

Figura 9 – Diagrama de Barras – Anel Brasília Centro – PEE Hípica - Sistema Íntegro..... 13

Figura 10 – Diagrama de Barras – Anel Brasília Centro – PEE Hípica - SE BC Fora..... 13

Figura 11 – Diagrama de Barras – Anel Brasília Centro – PEE Hípica - PEE/HIP Fora..... 14

Figura 12 – Modos de Instalação..... 15

Figura 13 – Diagrama de Impedâncias de sequência positiva e negativa para os anéis Brasília Centro – PEE Hípica e Águas Claras – PEE Hípica..... 29

Figura 14 – Diagrama de Impedâncias de sequência zero para os anéis Brasília Centro – PEE Hípica e Águas Claras – PEE Hípica..... 30

Figura 15 – Diagrama de Impedâncias de sequência positiva e negativa para o anel Ceilândia Sul – Águas Claras..... 31

Figura 16 – Diagrama de Impedâncias de sequência zero para o anel Ceilândia Sul – Águas Claras..... 32

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de tensão (carga média desejada) 14

Tabela 2 – Níveis de curto-circuito Configuração Dez/2016 15

Tabela 3 – Comprimentos dos circuitos em função dos tipos de instalação – Anel Águas Claras – PEE Hípica 17

Tabela 4 – Impedâncias de sequencia positiva dos cabos em ohms/km para os tipos de instalação 18

Tabela 5 – Impedâncias de sequencia zero dos cabos em ohms/km para os tipos de instalação 18

Tabela 6 – Características dos circuitos 19

Tabela 7 – Características dos circuitos 19

Tabela 8 – Características dos circuitos 19

Tabela 9 – Valores de curto-circuito – Anel SE BC – PEE/HIP 20

Tabela 10 – Valores de curto-circuito – Anel SE CS – SE ÁC 21

Tabela 11 – Valores de curto-circuito – Anel SE AC – PEE/HIP 21

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem por objetivo apresentar os resultados das simulações de curto-circuito da rede de distribuição em média tensão dos setores do Trecho Existente Modernizado da rede de distribuição em média tensão do Metrô de Brasília, cuja configuração é mostrada no diagrama DG.4/EE.99/00.101, ANEXO I deste relatório, e tratada no item 2 a seguir.

Os resultados do estudo apresentarão os níveis de curto-circuito nas diversas barras de 13,8 kV da instalação, os quais serão elementos básicos para o dimensionamento e definições dos equipamentos dos sistemas.

2 CONFIGURAÇÃO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Como mostrado no ANEXO I , a configuração da Rede de Alimentação de 13,8 kV ficou dividida em partes distintas. Para efeito de organização dos trabalhos o sistema foi dividido em duas partes:

- Trecho Expansão;
- Trecho Existente Modernizado.

Neste relatório serão considerados os estudos para o Trecho Existente Modernizado, tendo os estudos para o Trecho Expansão sido apresentados no relatório RT.4/EX.99/00.015.

Os setores do Trecho Modernizado da Rede de Alimentação do Metrô-DF estão assim definidos:

- Anel Ceilândia Sul – Águas Claras;
- Anel Águas Claras – PEE Hípica;
- Anel Brasília Centro – PEE Hípica.

Esses setores são alimentados por Subestações da Concessionária local CEB de 138/13,8 kV da seguinte forma:

- Anel Ceilândia Sul – Águas Claras – SE CEB CEILÂNDIA SUL e SE CEB ÁGUAS CLARAS;
- Anel Águas Claras – SE CEB ÁGUAS CLARAS e SE CEB HÍPICA;
- Anel Brasília Centro – SE CEB BRASÍLIA CENTRO e SE CEB HÍPICA.

Na condição normal de operação a alimentação é feita em configuração de anel, com alimentação proveniente de 2 barras distintas da CEB, podendo operar radialmente apenas no caso de degradação devido à perda de um dos elementos da rede (alimentador ou subestação). No caso do Anel Águas Claras – PEE Hípica, contudo, devido à diferença de tensão de operação das barras, a configuração é radial, com cada uma das fontes

alimentando 2 subestações retificadoras. Em caso de perda de uma das subestações da CEB a alimentação passará a ser feita pela subestação remanescente, que passará a alimentar todas as 4 subestações.

Do Anel Ceilândia Sul – Águas Claras derivam Interligações de Contingência para socorro dos setores do trecho Expansão, para o caso de perda do PEE (Ponto de Entrada de Energia) do Setor, quais sejam:

- Interligação de emergência entre a SR15 e a SR14 para socorro do Setor Ceilândia;
- Interligação de emergência entre a SR63 e a SR62 (antiga SR15) para socorro do Setor Samambaia.

Assim, em caso de perda da barra do PEE, o setor será alimentado através do circuito de interligação de setores, em configuração radial.

Neste relatório é apresentado o estudo de curto desses casos, com os resultados das correntes de curto nas barras desses setores para essa condição de alimentação..

Não serão considerados casos de dupla degradação, ou seja, de perda simultânea de 2 elementos do setor. Isso significa que, em cada caso simulado, apenas um dos circuitos do setor estará fora de operação.

Portanto, para o Trecho Modernizado serão simulados os casos com o sistema na condição Íntegra e nas condições degradadas.

A seguir os diagramas simplificados dos setores, mostrando os casos que serão simulados.

2.1 Configuração do Anel Ceilândia Sul – Águas Claras

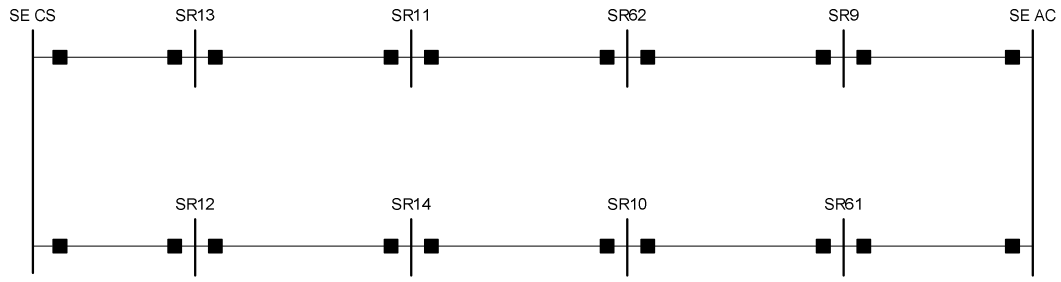


Figura 1 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - Sistema Íntegro

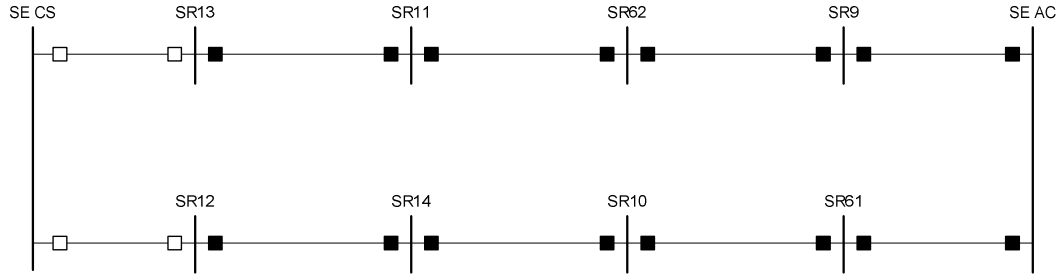


Figura 2 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - SE CS Fora

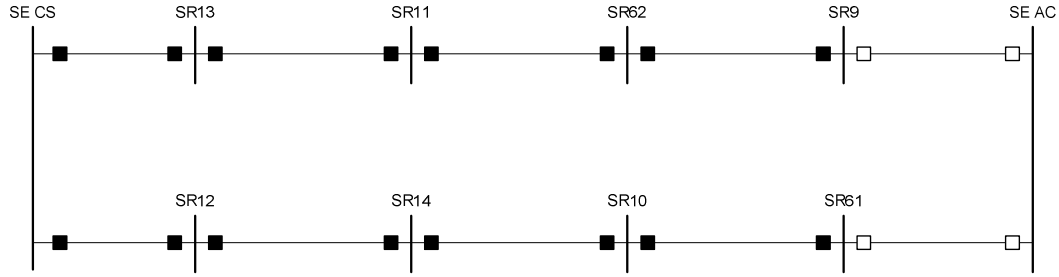


Figura 3 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - SE AC Fora

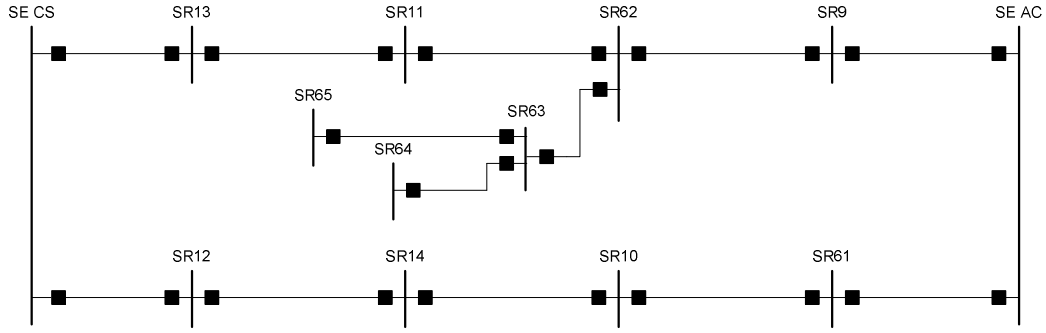


Figura 4 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - Alimentação de Samambaia (Contingência)

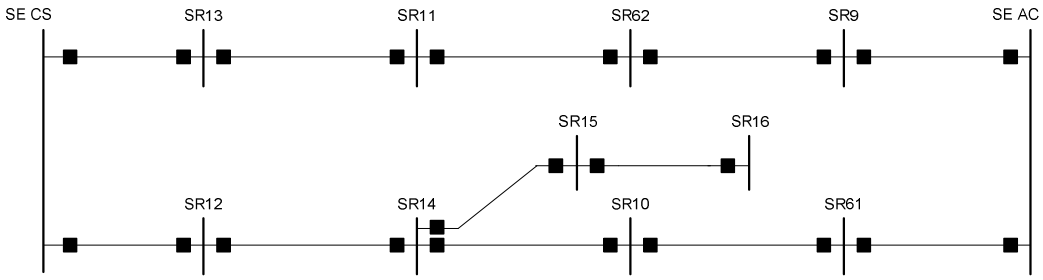


Figura 5 – Diagrama de Barras – Anel Ceilândia Sul – Águas Claras - Alimentação de Ceilândia (Contingência)

2.2 Configuração do Anel Águas Claras – PEE Hípica

O Anel Águas Claras – PEE Hípica é um caso especial da Configuração da Rede de Alimentação de 13,8 kV do Metrô-DF. Devido às barras de Média Tensão das SEs CEB de Águas Claras e da Hípica operarem com tensões distintas, no caso íntegro as interligações SR5/SR7 e SR6/SR8 deverão operar abertas, conforme diagrama abaixo.

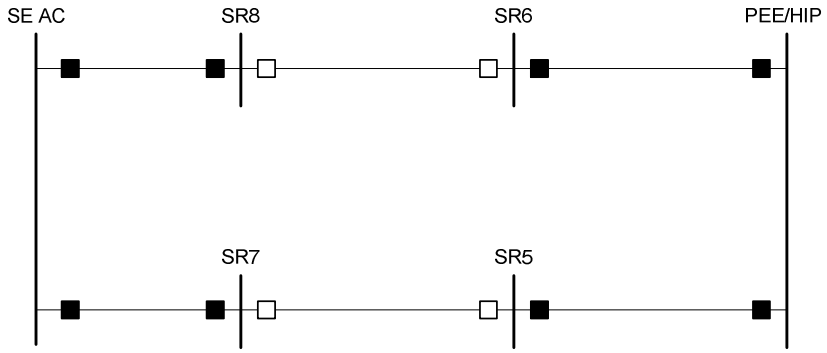


Figura 6 – Diagrama de Barras – Anel Águas Claras – PEE Hípica – Sistema Íntegro

Ocorrendo uma eventual perda da barra do PEE Hípica e estando a SE AC íntegra, o anel passará a ter a configuração da figura a seguir, onde a SE AC assume as quatro SRs.

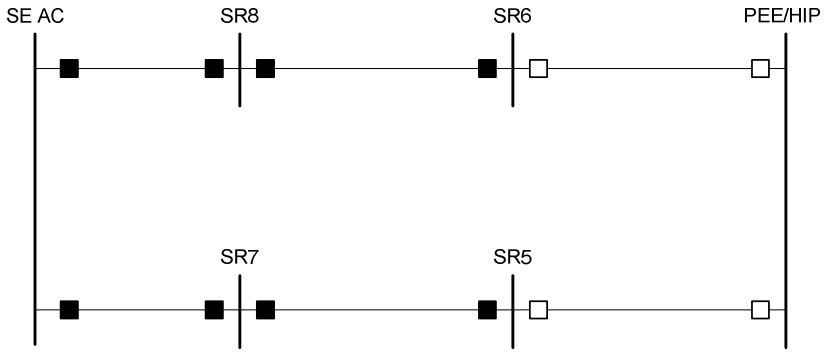


Figura 7 – Diagrama de Barras – Anel Águas Claras – PEE Hípica – PEE Hípica fora

Paralelamente, ocorrendo uma eventual perda da Barra da SE AC e estando o PEE Hípica íntegro, o anel passará a ter a configuração da figura a seguir, onde o PEE Hípica assume as quatro SRs.

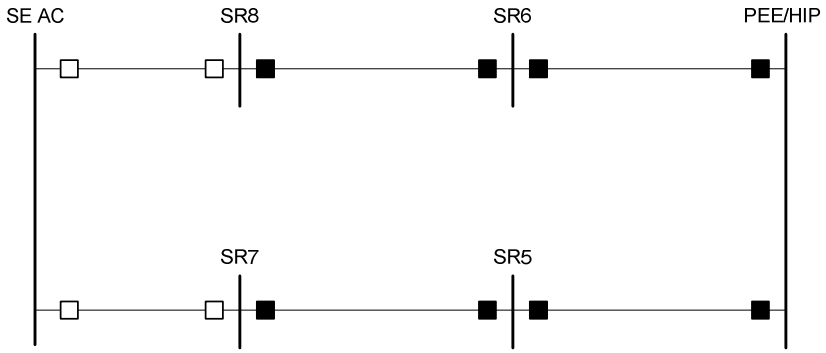


Figura 8 – Diagrama de Barras – Anel Águas Claras – PEE Hípica – SE AC fora

2.3 Configuração do Anel Brasília Centro – PEE Hípica

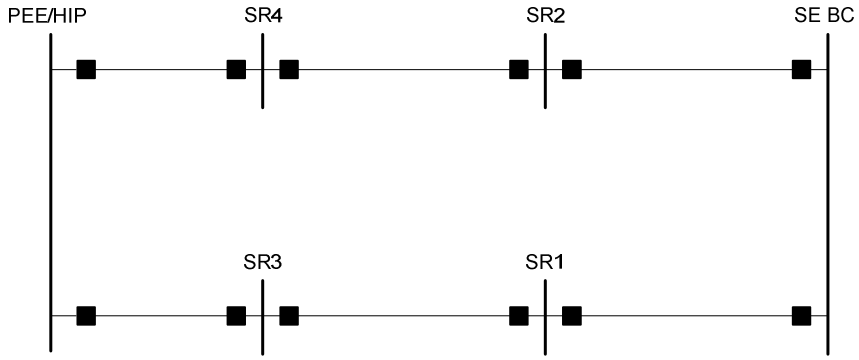


Figura 9 – Diagrama de Barras – Anel Brasília Centro – PEE Hípica - Sistema Íntegro

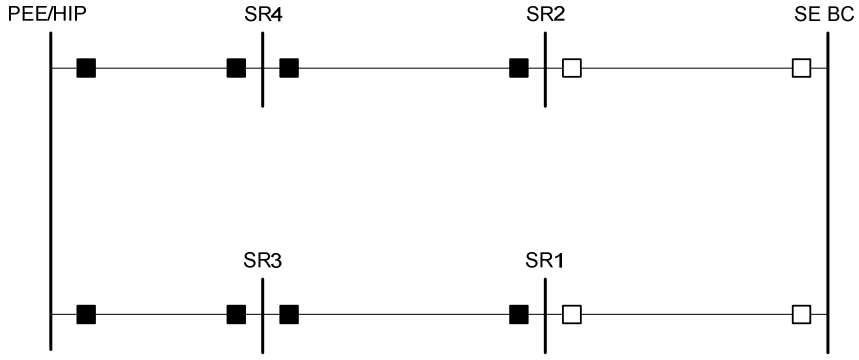


Figura 10 – Diagrama de Barras – Anel Brasília Centro – PEE Hípica - SE BC Fora

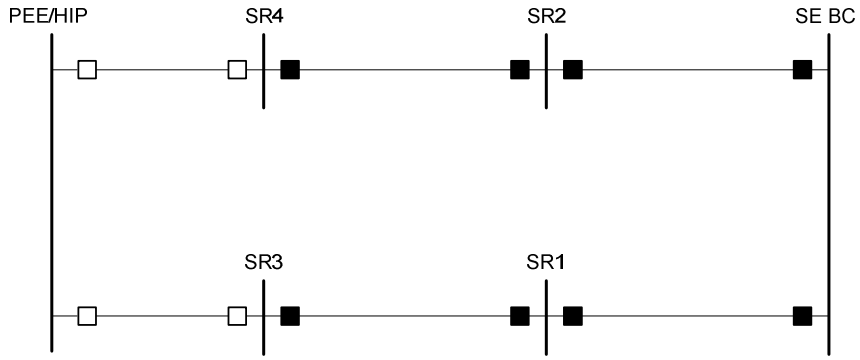


Figura 11 – Diagrama de Barras – Anel Brasília Centro – PEE Hípica - PEE/HIP Fora

3 METODOLOGIA DE CÁLCULO

Para as simulações dos vários casos de curto-circuito na rede de média tensão será utilizado um programa desenvolvido com base em método iterativo de cálculo, que calcula as correntes de curto trifásico, fase-terra, fase-fase e dupla fase-terra nas barras da rede, para todos os casos de sistema íntegro e de degradação previstos. Serão consideradas as potências de curto-circuito trifásico e fase-terra nas barras da Concessionária que alimentam cada setor.

4 POTÊNCIAS DE CURTO-CIRCUITO E TENSÕES NAS BARRAS DA CEB.

Foram consideradas as seguintes tensões e potências de curto-circuito nas barras de média tensão da CEB, fornecidas pela Concessionária através do documento disponibilizado pela concessionária, apresentado no ANEXO II deste relatório.

Tabela 1 – Níveis de tensão (carga média desejada)

SE	Tensão (kV)
Ceilândia Sul - CS	13,9
Águas Claras - AC	13,9
Brasília Centro – BC	13,4
Hípica - HP	13,4

Tabela 2 – Níveis de curto-circuito Configuração Dez/2016

SE	Sequência positiva		Sequência zero	
	Módulo em MVA	Angulo em graus	Módulo em MVA	Angulo em graus
CS	365,80	-89,39	374,65	-89,58
AC	421,34	-88,12	450,8	-88,66
BC	473,11	-89,34	486,52	-89,55
HP	253,12	-89,36	258,59	-89,56

5 PARÂMETROS DOS CABOS.

Foram considerados cabos de 15 kV com isolação em HEPR (temperatura máxima em regime de 90° C).

5.1 Tipos de Instalação

A instalação pode ser em duto, perfilado ou trifólio, conforme mostrado na figura a seguir.

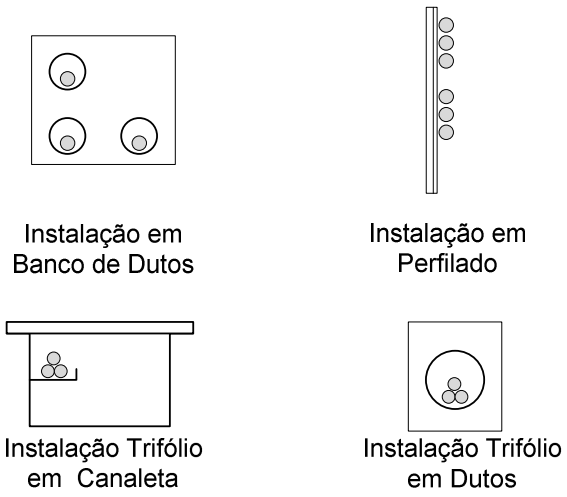


Figura 12 – Modos de Instalação

5.2 Características dos Circuitos dos Setores

Nas figuras e tabelas a seguir são mostrados os circuitos de cada setor, os tipos de instalação e os respectivos comprimentos.

5.2.1 Anel Ceilândia Sul – Águas Claras

Tabela 3 – Comprimentos dos circuitos em função dos tipos de instalação - Anel Ceilândia Sul – Águas Claras

De	Para	Distância Total (km)	Tipo de instalação e distância em km			
			Duto	Perfilado	Trifólio	Aérea
SE CS	SR12	0,22	0,22	x	x	x
SE CS	SR13	3,60	3,02	0,58	x	x
SR12	SR14	4,38	3,17	1,21	x	x
SR13	SR11	5,59	4,66	0,93	x	x
SR14	SR10	10,80	5,62	4,21	0,97	x
SR11	SR62	4,95	x	x	0,23	4,72
SR10	SR61	3,96	x	0,092	3,868	x
SR62	SR9	6,20	x	0,184	6,016	x
SE AC	SR9	1,20	0,18	x	1,02	x
SE AC	SR61	0,705	0,18	x	0,525	x
SR15*	SR14	2,200	1,50	0,70	x	x
SR63*	SR62	2,780	0,980	0,200	1,600	x
SR65*	SR63	2,555	2,405	0,150	x	x
SR64*	SR63	1,405	1,355	0,050	x	x
SR16*	SR15	1,26	x	1,26	x	x

(*) Casos de contingência.

5.2.2 Anel Brasília Centro – PEE Hípica

Tabela 4 – Comprimentos dos circuitos em função dos tipos de instalação - Anel Brasília Centro – PEE Hípica

De	Para	Distância Total (km)	Tipo de instalação e distância em km		
			Duto	Perfilado	Trifólio
SE HP	PEE/HIP	1,17	1,17	x	x
PEE/HIP	SR03	5,65	x	3,772	1,878
PEE/HIP	SR04	3,25	x	1,16	2,09
SR03	SR01	3,205	x	3,205	x

De	Para	Distância Total (km)	Tipo de instalação e distância em km		
			Duto	Perfilado	Trifólio
SR04	SR02	4,70	x	4,7	x
SE BC	SR02	5,10	4,27	0,83	x
SE BC	SR01	4,70	4,7	x	x

5.2.3 Anel SE Águas Claras - PEE Hípica

Tabela 3 – Comprimentos dos circuitos em função dos tipos de instalação – Anel Águas Claras – PEE Hípica

De	Para	Distância Total (km)	Tipo de instalação e distância em km		
			duto	perfilado	trifólio
SE AC	SR8	4,27	0,18	0,184	3,906
SE AC	SR7	6,7	0,18	0,184	6,336
PEE/HIP	SR5	0,05	0,05	x	x
PEE/HIP	SR6	2,545	0,05	x	2,495
SR6	SR8	5,74	x	1,232	4,508
SR5	SR7	5,72	x	1,324	4,396
SE HP	PEE/HIP	1,17	1,17	x	x

5.3 Bitolas e Impedâncias dos Circuitos

5.3.1 Parâmetros dos cabos de média tensão

Nas tabelas a seguir são apresentadas as impedâncias de sequencia positiva e zero que serão consideradas para os vários tipos de instalação. As impedâncias de sequência negativa serão consideradas iguais às impedâncias de sequência positiva

As resistências e reatâncias específicas para as bitolas dos cabos utilizados foram obtidas do catálogo da Prysmian para cabos Eprotenax, 8,7/15 kV (ver anexo 1), e são indicadas na tabela abaixo. As impedâncias de sequencia zero foram calculadas considerando o retorno da corrente pela terra.

Tabela 4 – Impedâncias de sequencia positiva dos cabos em ohms/km para os tipos de instalação

Bitola (mm^2)	Impedâncias em ohms/km para os tipos de instalação			
	duto	perfilado	trifólio	aérea
95	0,259 + 0,295j	0,251 + 0,208j	0,248 + 0,138	x
120	0,211 + 0,286j	0,202 + 0,204j	0,198 + 0,134j	x
150	0,174 + 0,278j	0,165 + 0,199j	0,161 + 0,13j	x
240	0,111 + 0,258j	0,103 + 0,189j	0,1 + 0,12j	x
300	0,097 + 0,249J	0,087 + 0,186J	0,082 + 0,117J	x
4/0	x	x	0,197 + 0,124	0,326 + 0,472j

Tabela 5 – Impedâncias de sequencia zero dos cabos em ohms/km para os tipos de instalação

Bitola (mm^2)	Impedâncias em ohms/km para os tipos de instalação			
	duto	perfilado	trifólio	aérea
95	0,303 + 2,115j	0,302 + 2,246j	0,302 + 2,362j	x
120	0,277 + 2,111j	0,277 + 2,242j	0,277 + 2,348j	x
150	0,258 + 2,107j	0,258 + 2,238j	0,258 + 2,335j	x
240	0,228 + 2,098j	0,228 + 2,228j	0,228 + 2,302j	x
300	0,219 + 2,094j	0,219 + 2,224j	0,219 + 2,285j	x
4/0	x	x	0,273 + 2,341j	0,546 +1,934j

No caso de alimentadores com diferentes tipos de instalação, a impedância total de cada sequência será a soma das impedâncias de cada trecho, iguais ao produto da impedância específica para o tipo de instalação pelo comprimento do trecho. As impedâncias em ohms assim calculadas para os setores são mostradas nos itens a seguir.

5.3.2 Anel Brasília Centro – PEE Hípica

Tabela 6 – Características dos circuitos

De	Para	Bitola (mm^2)	Impedâncias seq. 1 e 2 (Ω)	Impedâncias seq. 0 (Ω)
SE HP	PEE/HIP	240*	0,0649 + 0,1509j	0,1334 + 1,2273j
PEE/HIP	SR03	120	1,1338 + 1,0211j	1,5650 + 12,8663j
PEE/HIP	SR04	120	0,6488 + 0,5243j	0,9002 + 7,4962j
SR02	SR04	120	0,9494 + 0,9588j	1,3019 + 10,5374j
SR01	SR03	120	0,6474 + 0,6538j	0,8878 + 7,1856j
SE BC	SR01	240	0,5217 + 1,2126j	1,0716 + 9,8606j
SE BC	SR02	240	0,5595 + 1,2585j	1,1628 + 10,8077j

(*) 2 cabos/fase.

5.3.3 Anel SE Águas Claras - PEE Hípica

Tabela 7 – Características dos circuitos

De	Para	Bitola (mm^2)	Impedâncias seq. 1 e 2 (Ω)	Impedâncias seq. 0 (Ω)
SE AC	SR08	240	0,4295 + 0,5499j	0,9736 + 9,7792j
SE AC	SR07	240	0,6725 + 0,8415j	1,5276 + 15,3731j
SR08	SR06	120	1,1414 + 0,8554j	1,5900 + 13,3469j
SR07	SR05	120	1,1379 + 0,8592j	1,5844 + 13,2902j
PEE/HIP	SR06	120	0,5046 + 0,3486j	0,7050 + 5,9638j
PEE/HIP	SR05	120	0,0105 + 0,0143j	0,0138 + 0,1055j

5.3.4 Anel Ceilândia Sul – Águas Claras

Tabela 8 – Características dos circuitos

De	Para	Bitola (mm^2)	Impedâncias seq. 1 e 2 (Ω)	Impedâncias seq. 0 (Ω)
SE CS	SR13	240	0,3950 + 0,8888j	0,8208 + 7,6282j
SR13	SR11	120	1,1711 + 1,5225j	1,5484 + 11,9223j
SR11	SR62	4/0	1,5840 + 2,2564j	2,6399 + 9,6669j
SR62	SR09	120	1,2283 + 0,8437j	1,7174 + 14,5381j

De	Para	Bitola (mm^2)	Impedâncias seq. 1 e 2 (Ω)	Impedâncias seq. 0 (Ω)
SE AC	SR09	240	0,1220 + 0,1688j	0,2736 + 2,7257j
SE CS	SR12	300	0,0213 + 0,0548j	0,0482 + 0,4607j
SR12	SR14	150	0,7512 + 1,1220j	1,1300 + 9,3872j
SR14	SR10	95	2,7528 + 2,6674j	3,2672 + 23,6331j
SR10	SR61	120	0,7844 + 0,5370j	1,0969 + 9,2883j
SE AC	SR61	240	0,0725 + 0,1094j	0,1607 + 1,5862j
SR14*	SR15	120	0,4579 + 0,5718j	0,6094 + 4,7359j
SR15*	SR16	120	0,2545 + 0,2570j	0,3490 + 2,8249j
SR62*	SR63	300	0,2262 + 0,4236j	0,5694 + 5,7760j
SR63*	SR64	120	0,5378 + 0,7184j	0,3892 + 2,9725j
SR63*	SR65	120	0,2960 + 0,3977j	0,7077 + 5,4133j

(*) Casos de Contingência.

Os diagramas de impedância encontram-se no ANEXO III .

6 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

No ANEXO IV , deste relatório, são apresentados os Níveis de Curto-circuito nas barras de 13,8 kV para as diversas condições de simulação.

7 CONCLUSÃO

Dos resultados das simulações curto-circuito são extraídas aqui as correntes máximas para os curtos trifásicos, fase-fase, dupla fase a terra e fase-terra.

Os Valores Máximos observados são os elementos básicos a serem aplicados nos dimensionamentos dos equipamentos, em especial para dimensionar e definir os TCs e TPs aplicados no sistema.

7.1 Anel SE BC – PEE/HIP

Tabela 9 – Valores de curto-circuito – Anel SE BC – PEE/HIP

Barra	Curto trifásico	Curto fase-terra	Curto fase-fase	Curto dupla fase-terra (máximo)
SE HP	13.524,3	11.712,4	12.703,4	13.603,1
PEE/HIP	11.963,6	10.360,8	7.617,3	11.046,9
SE BC	21.574,0	18.683,6	21.329,9	21.831,9
SR04	7.503,6	6.498,3	2.671,9	6.840,2

Barra	Curto trifásico	Curto fase-terra	Curto fase-fase	Curto dupla fase-terra (máximo)
SR02	6.826,5	5.912,0	2.420,9	6.172,4
SR03	6.336,9	5.487,9	2.203,4	5.774,1
SR01	6.738,2	5.835,5	2.459,9	6.094,0

7.2 Anel SE CS – SE AC

Tabela 10 – Valores de curto-circuito – Anel SE CS – SE ÁC

Barra	Curto trifásico	Curto fase-terra	Curto fase-fase	Curto dupla fase-terra (máximo)
SE CS	17.107,1	14.815,2	16.736,9	17.293,8
SE AC	19.450,6	16.844,7	19.383,2	19.974,2
SR13	6.702,4	5.804,5	2,651,4	5.678,0
SR11	4.110,6	3.559,9	1.578,5	3.771,2
SR62	5.315,3	4.603,2	1750,7	4.885,8
SR09	13.941,3	12.073,6	5.915,7	12.545,9
SR12	15.525,8	13.445,8	12.177,6	14.592,1
SR14	5.822,8	5.042,7	2.276,2	5.336,8
SR10	7.173,1	6.212,1	2.397,4	6.579,9
SR61	15.614,1	13.522,2	8.199,9	14.162,7
SR15	3.821,5	3.309,5	1.449,9	3.512,0
SR16	3.264,6	2.827,3	1199,2	3.001,6
SR63	3.966,6	3.435,2	1.154,7	3.606,0
SR64	3.181,7	2.755,4	971,9	2.899,8
SR65	2.742,5	2.375,0	860,6	2.503,4

7.3 Anel SE AC – PEE/HIP

Tabela 11 – Valores de curto-circuito – Anel SE AC – PEE/HIP

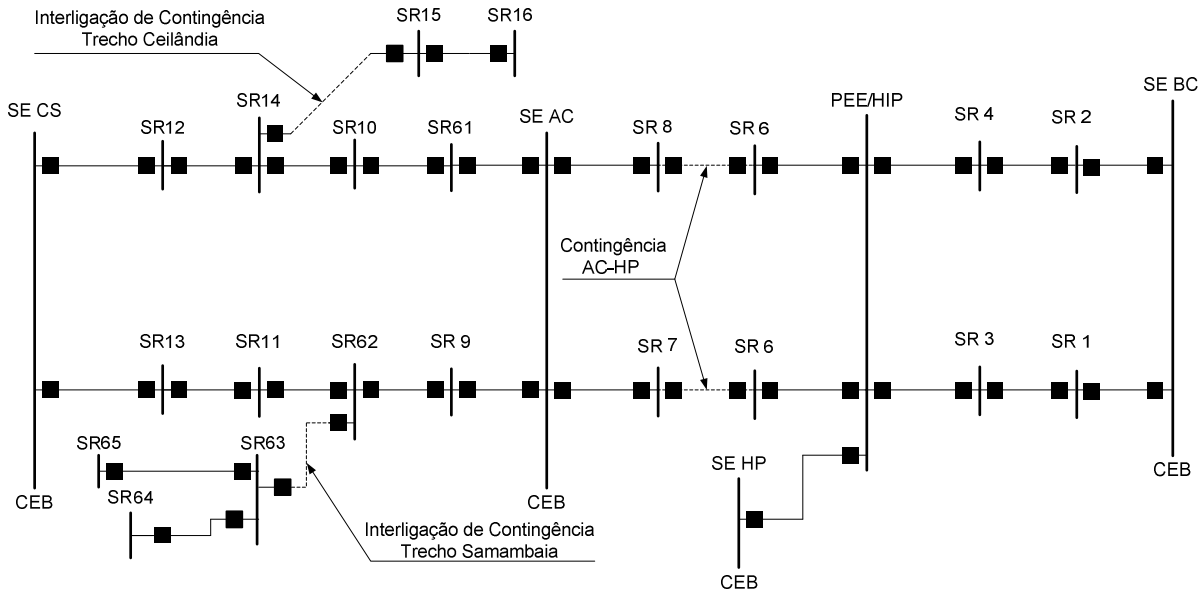
Barra	Curto trifásico	Curto fase-terra	Curto fase-fase	Curto dupla fase-terra (máximo)
SE HP	13.524,3	11.712,4	12.703,4	13.603,1
PEE/HIP	11.963,5	10.360,7	7.617,3	11.046,9

Barra	Curto trifásico	Curto fase-terra	Curto fase-fase	Curto dupla fase-terra (máximo)
SE AC	19.450,6	16.844,7	19.383,2	19.974,2
SR05	8.552,1	7.406,3	5.944,2	7.784,1
SR06	5.609,7	4.858,1	2.147,4	5.099,1
SR07	5.493,6	4.757,6	1.301,4	4.902,6
SR08	7.331,4	6.349,2	1.960,7	6.538,8

Paralelamente, são apresentados no ANEXO VI deste relatório os fluxos das correntes de curto-circuito trifásico e fase-terra, que estabelecem as condições limites a serem consideradas no estudo de Seletividade da Proteção a ser implantada para o Sistema.

7.4 Verificação do dimensionamento dos equipamentos de 13,8 kV existentes

Neste estudo foram calculados os valores de curto-circuito para configuração de rede do trecho existente modernizado do Metrô-DF, conforme mostrado na figura abaixo.



Como visto acima, a configuração define três condições de contingências especiais, que alteram a configuração padrão de rede. Essas condições de contingências ocorrem quando:

- Houver perda do PEE/CEI. Nesse caso o "loop" [CS-SR12-SR14-SR10-SR61-AC], assume em ligação radial as cargas das SRs 15 e 16 do trecho expansão Ceilândia, como mostrado;

- Houver perda do PEE/SAM. Nesse caso o “loop” [CS-SR13-SR11-SR62-SR9-AC], assume em ligação radial as cargas das SRs 63, 64 e 65 do trecho expansão Samambaia, como mostrado;
- Houver perda do PEE/HIP. Nesse caso a SE AC assume em ligação radial as cargas das SRs 5 e 6, como mostrado;
- Houver perda SE AC. Nesse caso o PEE/HIP assume em ligação radial as cargas das SRs 7 e 8, como mostrado;

Nas verificações dos curtos-circuitos nas condições de contingências, como era esperado, os curtos nas barras das SRs operando em situação de contingência se mostraram inferiores aos curtos calculados na situação de operação íntegra. Portanto, para verificação de dimensionamento dos equipamentos, os curtos-circuitos verificados nas ocorrências de contingências não necessitam ser considerados.

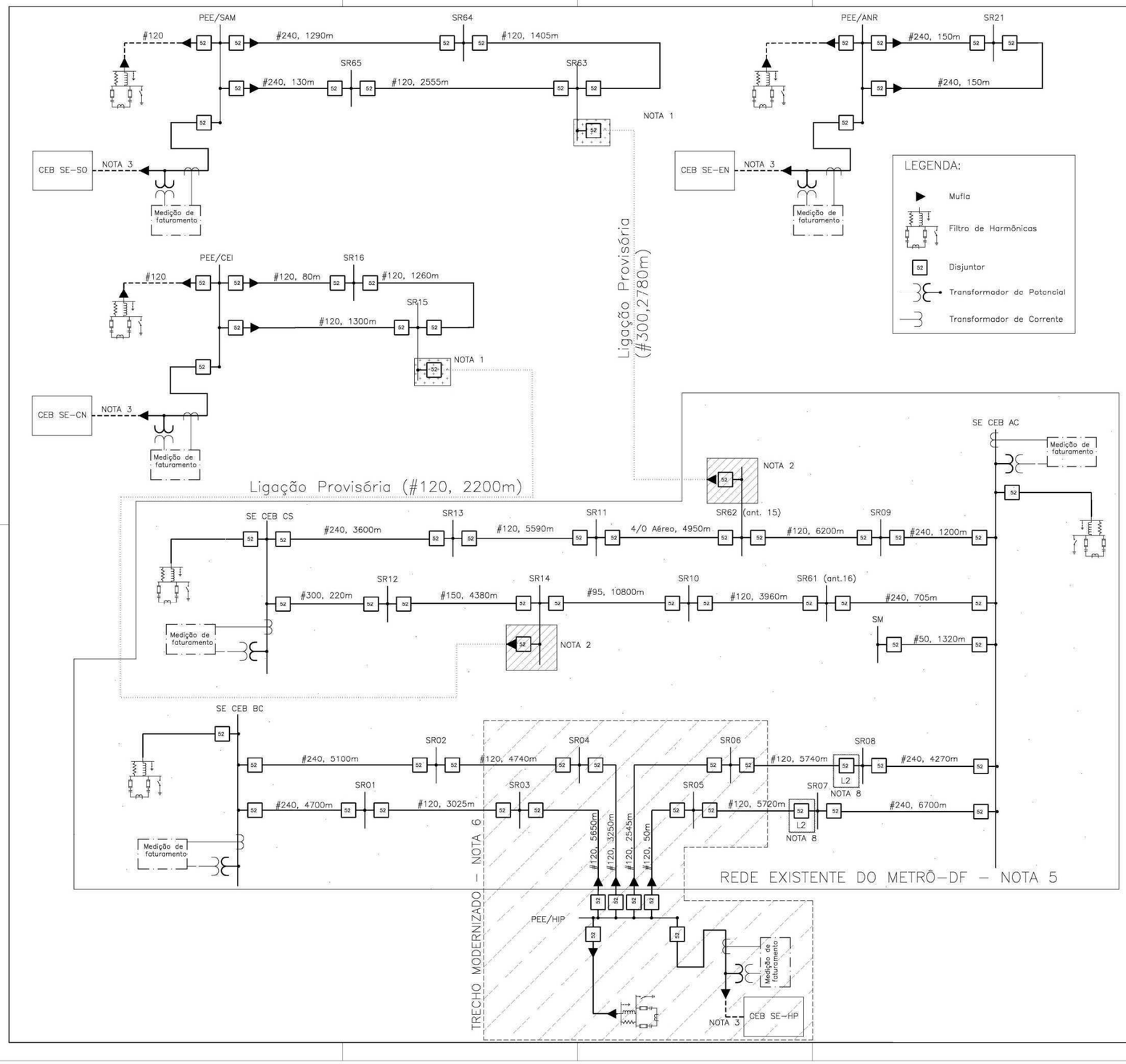
Conforme apresentado nas Tabela 9, Tabela 10 e Tabela 11, comparando os valores de curtos-circuitos máximos com as características dos equipamentos (apresentadas no em especial os disjuntores, chaves seccionadoras, transformadores de corrente e fusíveis de 15 kV, conclui-se que os equipamentos suportam as situações de curto, pois todos apresentam corrente suportável de curta duração superiores aos valores de curto calculados.

Equipamentos	Corrente suportável de curta duração
Disjuntor de média tensão	20 kA
Seccionadora de média tensão	16 kA
Fusível limitador de média tensão	20 kA / 40 kA
Transformador de corrente	80xIn (corrente nominal)

Exceção às condições acima é verificada para os transformadores de corrente dos alimentadores dos transformadores de tração (TAGs 11, 12, 13, 41, 42, 43) das subestações 61 e 12, cuja a relação nominal é de 150-5-5 A. Como o limite térmico é de 80xIn (corrente nominal), nesse caso a corrente suportável de curto máxima seria de 12 kA, valor inferior às correntes máximas de curto apresentadas nesse relatório para as SRs 61 e 12 de, respectivamente, 15,6 kA e 15,5 kA. Portanto, para esses casos recomenda-se a substituição desses TCs por outros com as mesmas características, porém com relação nominal de 200-5-5 A.

ANEXO I

CONFIGURAÇÃO DA REDE DE ALIMENTAÇÃO 13,8 KV



NOTAS

1- Cubículos de interligação em SRs novas

2- Cubículos de interligação em SRs existentes

3- Alimentação da CEB – Fora do Escopo do Projeto de Expansão do Metrô-DF / Engevix. Projeto e Execução da CEB

4- Todos os circuitos de alimentação da CEB para as PEE (Painel de Entrada de Energia) são de responsabilidade da CEB (Execução e Projeto) – Estão fora do escopo do Projeto de Expansão do Metrô-DF / Engevix.

5- Todos os dados da REDE EXISTENTE do Metrô-DF foram retirados de documentação do Metrô-DF.

6- Na REDE EXISTENTE, será dividido o anel interligado entre SE CEB BC e SE CEB AC, adicionando uma entrada de energia via o PEE/HIP que alimentará as SRs 03, 04, 05 e 06 (TRECHO MODERNIZADO).

7- O anel entre as SE's CEB Águas Claras e Hípica será operado aberto, ficando aberto os disjuntores L2 das SR's 7 e 8.

8- Bitola dos cabos em mm² ORIENTATIVAS PARA TRECHOS NOVOS E MODERNIZADOS. Suas dimensões serão confirmadas em relatório de fluxo de carga a ser emitido a partir da definição da rede. Usado de base o relatório RT.4/EX.99/00.012 – Estudo Expedito de Fluxo de Potência Rede de Alimentação 13,8 kV

9- As muflas indicadas nesse diagrama unifilar foram quantificadas da seguinte forma:

Trecho	Quantidade de muflas (1 por fase)	
	95 – 185 mm²	240 – 400 mm²
Samambaia	6	12
Ceilândia	15	3
Asa Norte	6	9
Modernização	18	6

10- As emendas foram previstas para cada 500 m de cabo. Assim, considerando uma margem de 10%, as emendas foram quantificadas da seguinte forma:

Trecho	Quantidade de emendas previstas
Samambaia	70
Ceilândia	50
Asa Norte	3
Modernização	8*

* Para a Modernização, as emendas foram quantificadas de acordo com o seccionamento dos cabos existentes.

REV	MODIFICAÇÃO	DATA	ELAB.	VISTO	APROV.	VISTO	APROV.
1A	REVISÃO CONFORME MEMORANDO Nº 040/14-TPR	18/07/14	EGdA	AJCN	JoWe	ELJ/RJF	DDP
1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 023/14-TDMF	27/02/14	LPdA	AJCN	JoWe	ELJ/RJF	DDP
0B	MODIFICADO CONFORME ATA Nº P00160/00-NZ-AR-0005/14	23/01/14	RGDdA	AJCN	JoWe	ELJ/RJF	DDP
0A	ALTERADO CONFORME SOLICITAÇÃO DO MDF	10/12/13	RGDdA	AJCN	JoWe	ELJ/RJF	DDP

CONTRATADA: METRÔ-DF

METRÔ-DF | ENGEVIX | Nº ENGEVIX: P00160/01-5L-DU-0101-1A

SETOR	GERAL
ENDEREÇO	
PROPRIETÁRIO	METRO-DF
AUTOR DO PROJETO	ÉRICO CORREIA DE ALCÂNTARA
RESPONSÁVEL TÉCNICO	JOÃO WELLISCH

PROPRIETÁRIO

AUTOR DO PROJETO — Nº CREA D7123283E0

RESPONSÁVEL TÉCNICO — Nº CREA D706174O2-0

METRO-DF		SISTEMA: ENERGIA	
		SUB-SISTEMA: REDE DE ALIMENTAÇÃO 13,8 kV	
VISTO: ELJ/RJF	DATA: 23/01/14	LOCAL: GERAL	
APROV.: DDP	DATA	COMPONENTES/TIPO DE DOCUMENTO: DIAGRAMA UNIFILAR DA REDE DE ALIMENTAÇÃO	
ESCALA: S/ESCALA	ETAPA DE PROJ.: BÁSICO		
Nº MIDIA:	FOLHA: 1/1	CODIFICAÇÃO: DG.4/EE.99/00.101	REVISÃO: 1A

Projeto Básico - Relatório Técnico (RT.4/EX.99/00.016) (55914059) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 670

ANEXO II

INFORMAÇÃO DE CURTOS-CIRCUITOS DAS SUBESTAÇÕES CEB

De: Nelson Miranda [mailto:#47236@ceb.com.br]
Enviada em: sexta-feira, 4 de abril de 2014 11:23
Para: JOAO WELLISCH
Assunto: ENC: Projeto Básico do MEtrô-DF - Potência de Curto nas barras das SEs CEB

Prezado João Wellisch,

Seguem as informações solicitadas. Os curtos estão na base de 100MVA e 13,8kV na configuração dez/2016. Os valores podem sofrer alterações de acordo com as mudanças de configuração do sistema CEB definidas por nossa área de Planejamento.

Entretanto, procurei estimar a configuração que resultaria nos maiores valores de curto.

```
 RELATORIO DE NIVEIS DE CURTO-CIRCUITO CONFIG DEZ/2016
 X------------------X------X-------------------------X-------------------------
    IDENTIFICACAO               T R I F A S I C O        M O N O F A S I C O
   NUM.      NOME       VBAS       MOD(MVA) ANG(gr)          MOD(MVA) ANG(gr)
 X-----X------------X------X---------X------X--------X---------X------X--------


  17382 SE-SO 13.8kV   13.8    320.78 -89.41             328.42 -
89.59   (Samambaia Oeste)
  17112 SE-AC 13.8kV   13.8    421.34 -88.12             450.80 -88.66   (Águas
Claras)
  17122 SE-BC 13.8kV   13.8    473.11 -89.34             486.52 -
89.55   (Brasília Centro)
  17152 SE-CN 13.8kV   13.8    316.78 -89.27             324.42 -
89.50   (Ceilândia Norte)
  17162 SE-CS 13.8kV   13.8    365.80 -89.39             374.65 -
89.58   (Ceilândia Sul)
  17422 SE-EN 13.8kV   13.8    256.10 -89.58             260.66 -
89.72   (Estádio Nacional)
  17372 SE-HP 13.8kV   13.8    253.12 -89.36             258.59 -
89.56   (Hípica)
```

Faixas de Tensão [kV]

SE	TENSÃO NOMINAL	CARGA PESADA			CARGA MÉDIA			CARGA LEVE		
		MÁX.	DESEJ.	MÍN.	MÁX.	DESEJ.	MÍN.	MÁX.	DESEJ.	MÍN.
SO	13,8	14,2	14,0	13,8	14,2	13,9	13,6	13,9	13,7	13,5
AC	13,8	14,2	14,0	13,7	14,2	13,9	13,6	14,2	13,9	13,6
CS	13,8	14,2	14,0	13,7	14,2	13,9	13,6	14,2	13,9	13,6
CN	13,8	14,2	14,0	13,9	13,9	13,8	13,6	13,9	13,8	13,6
BC	13,8	13,7	13,4	13,2	13,7	13,4	13,2	13,2	13,0	12,8
HP	13,8	13,6	13,4	13,3	13,6	13,4	13,3	13,6	13,2	13,1
EN	13,8	13,6	13,4	13,2	13,5	13,4	13,1	13,5	13,3	13,1

Informamos ainda que estamos à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

Nelson Miranda
CEB Distribuição S/A
Gerência de Engenharia do
Sistema-GRES

Antes de imprimir pense em
seu compromisso com o Meio Ambiente.

ANEXO III

DIAGRAMAS DE IMPEDÂNCIAS DE SEQUÊNCIA POSITIVA, NEGATIVA E ZERO

ANÉIS BRASÍLIA CENTRO – PEE HÍPICA E ÁGUAS CLARAS – PEE HÍPICA

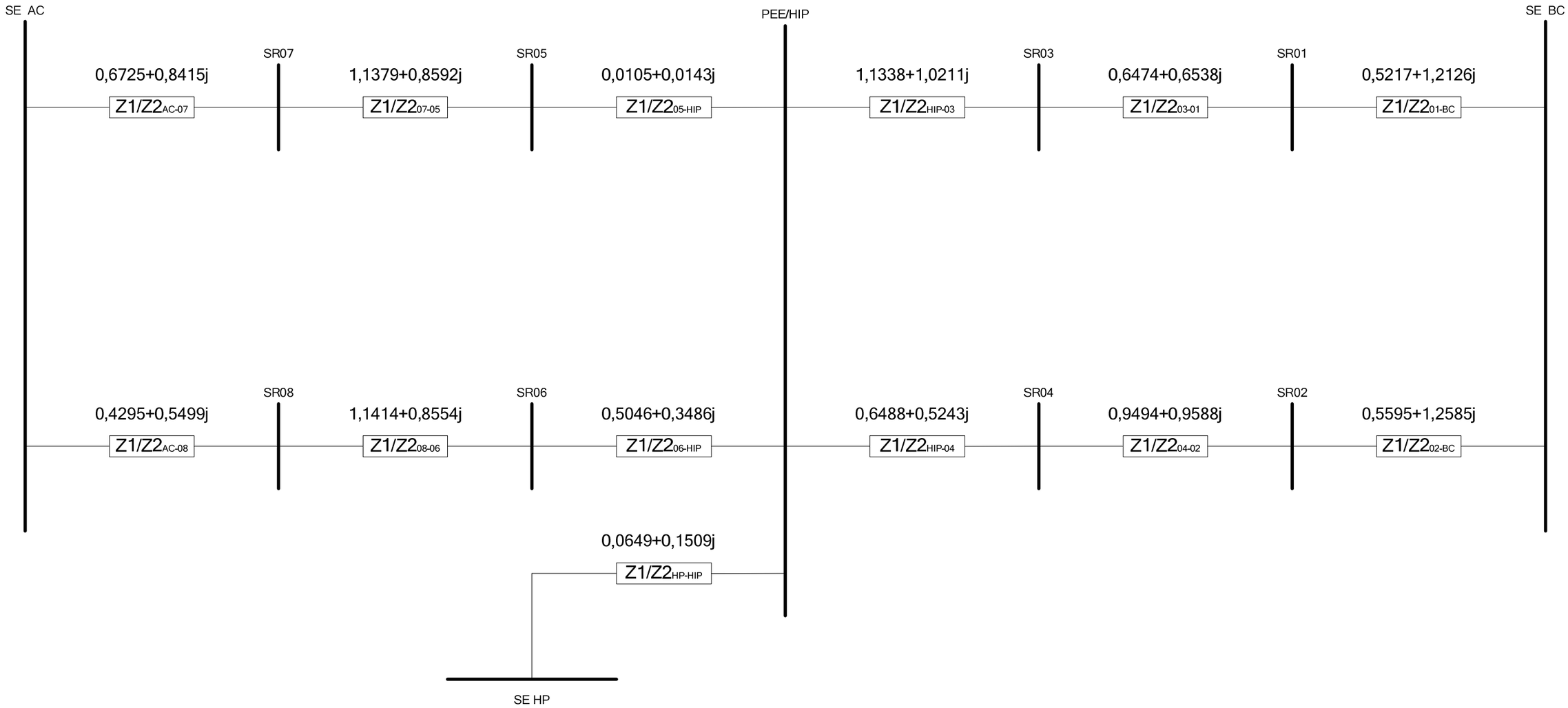


Figura 13 – Diagrama de Impedâncias de sequência positiva e negativa para os anéis Brasília Centro – PEE Hípica e Águas Claras – PEE Hípica

Projeto Básico - Relatório Técnico (RT.4/EX.99/00.016) (55914059) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 674

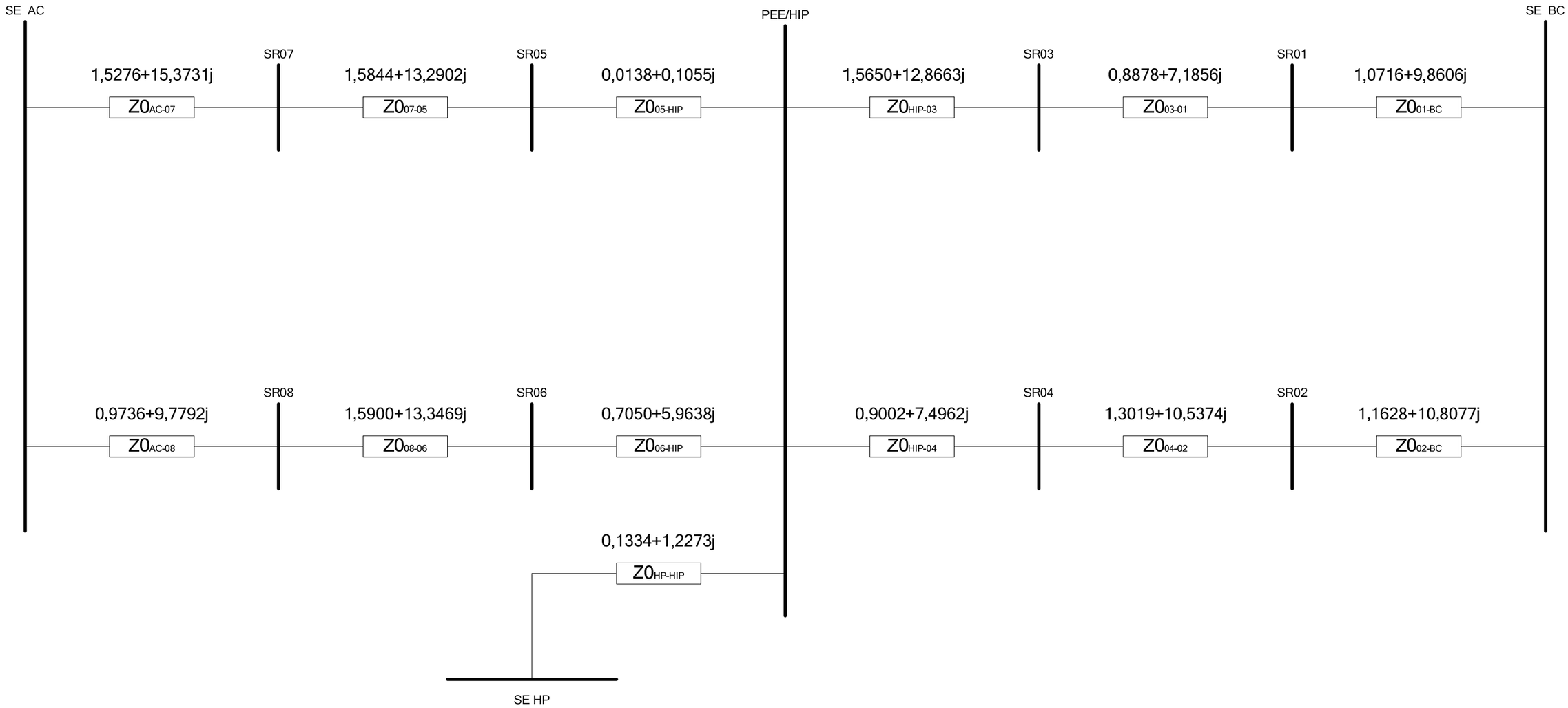


Figura 14 – Diagrama de Impedâncias de sequência zero para os anéis Brasília Centro – PEE Hípica e Águas Claras – PEE Hípica

Projeto Básico - Relatório Técnico (RT.4/EX.99/00.016) (55914059) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 675

ANEL CEILÂNDIA SUL – ÁGUAS CLARAS

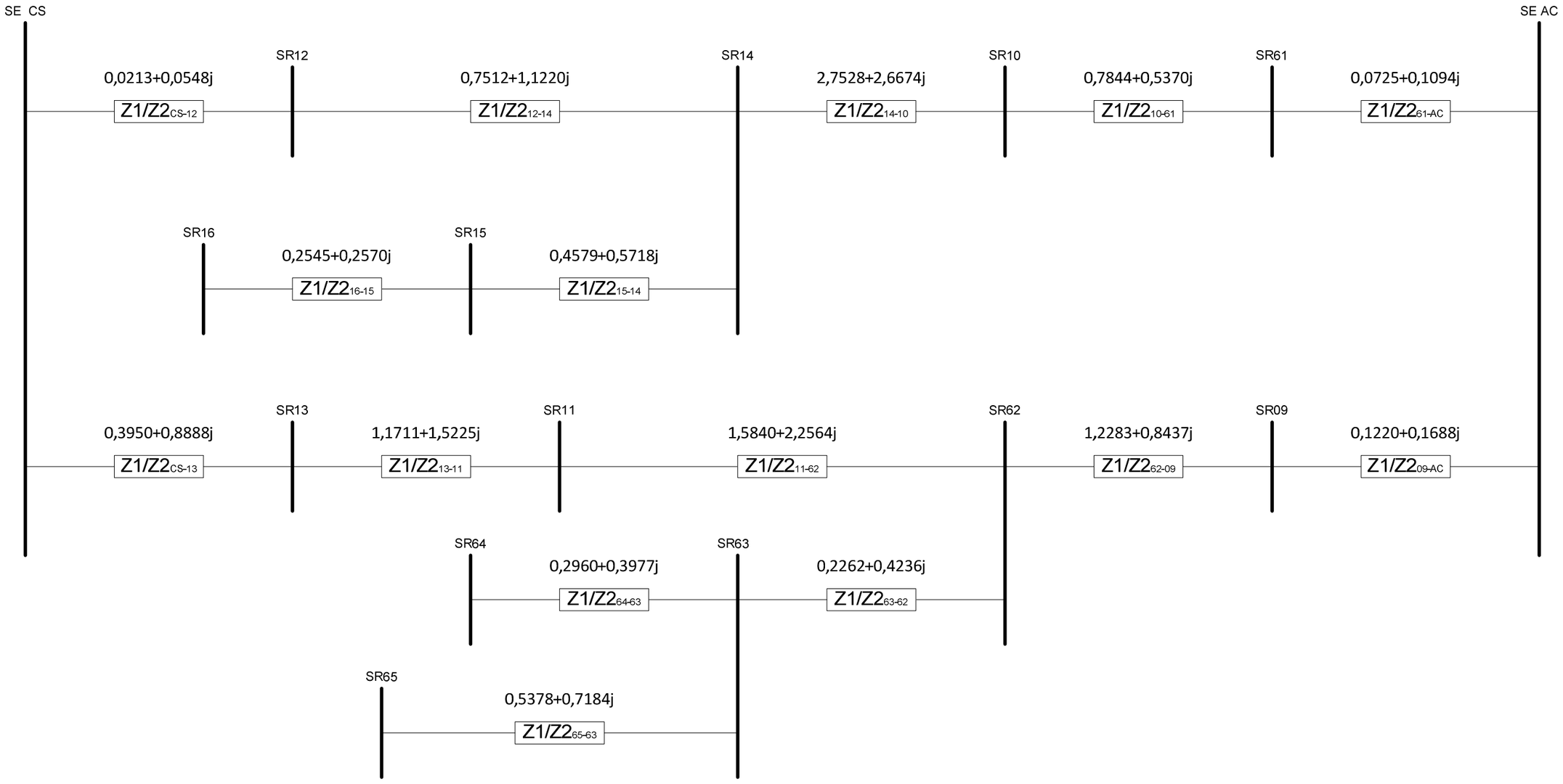


Figura 15 – Diagrama de Impedâncias de sequência positiva e negativa para o anel Ceilândia Sul – Águas Claras

Projeto Básico - Relatório Técnico (RT.4/EX.99/00.016) (55914059) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 676

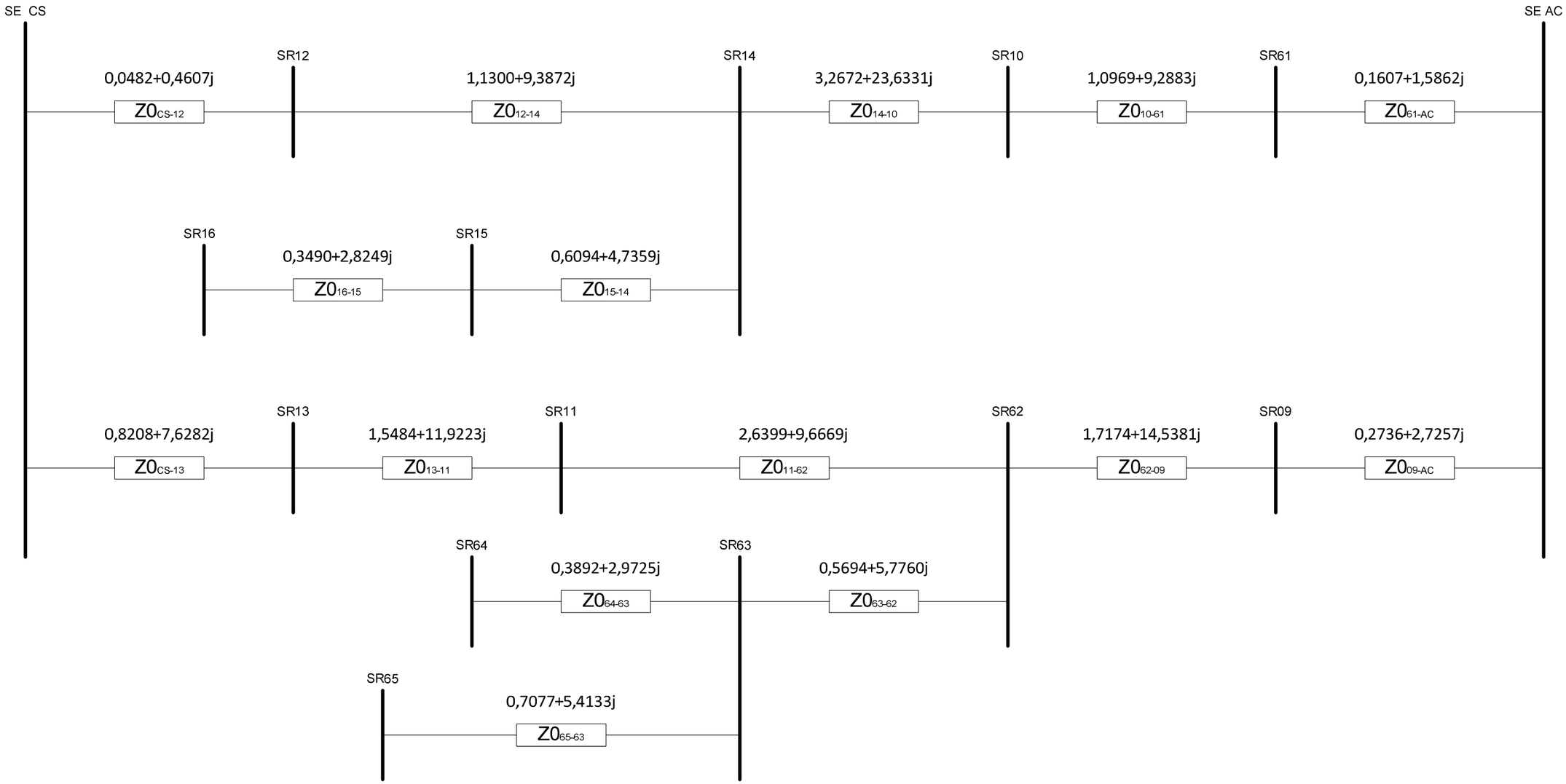


Figura 16 – Diagrama de Impedâncias de sequência zero para o anel Ceilândia Sul – Águas Claras

Projeto Básico - Relatório Técnico (RT.4/EX.99/00.016) (55914059) SEI 00097-00011681/2020-71 / pg. 677

ANEXO IV

RESULTADOS DA SIMULAÇÃO DE CURTO-CIRCUITO EM CORRENTE ALTERNADA PARA O TRECHO EM EXPANSÃO

1 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES

Correntes de curto circuito em amperes, ângulos em graus:

1.1 Anel SE BC – PEE/HIP

1.1.1 Íntegro

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CEB HIP	13524,3	-82,3	13524,3	157,7	13524,3	37,7	0	0
PEE/HIP	11963,6	-77,5	11963,6	162,5	11963,6	42,5	0	0
SE BC	21574	-85,8	21574	154,2	21574	34,2	0	0
SR04	7503,6	-59,9	7503,6	180,1	7503,6	60,1	0	0
SR02	6826,5	-64,8	6826,5	175,2	6826,5	55,2	0	0
SR03	6336,9	-59,1	6336,9	180,9	6336,9	60,9	0	0
SR01	6738,2	-65,6	6738,2	174,4	6738,2	54,4	0	0
Curto fase-fase								
SE CEB HIP	0	0	11712,4	-172,3	11712,4	7,7	0	0
PEE/HIP	0	0	10360,8	-167,5	10360,8	12,5	0	0
SE BC	0	0	18683,6	-175,8	18683,6	4,2	0	0
SR04	0	0	6498,3	-149,9	6498,3	30,1	0	0
SR02	0	0	5912	-154,8	5912	25,2	0	0
SR03	0	0	5487,9	-149,1	5487,9	30,9	0	0
SR01	0	0	5835,5	-155,6	5835,5	24,4	0	0
Curto fase-terra								
SE CEB HIP	12703,4	-84,9	0	0	0	0	0	0
PEE/HIP	7617,3	-82,2	0	0	0	0	0	0
SE BC	21320,9	-87,1	0	0	0	0	0	0
SR04	2671,9	-78,1	0	0	0	0	0	0
SR02	2420,9	-79,4	0	0	0	0	0	0
SR03	2203,4	-78	0	0	0	0	0	0
SR01	2459,9	-79,4	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CEB HIP	0	0	12680	159,7	13603,1	33,7	11955,3	92,8
PEE/HIP	0	0	10401,7	177,1	11046,9	27	5574,6	95,6
SE BC	0	0	21056,5	154,2	21831,9	33	21064,4	91,7
SR04	0	0	6241,4	-156,8	6840,2	36,3	1604,3	98
SR02	0	0	5733,1	-161,8	6172,4	31,7	1459,1	97,5
SR03	0	0	5268,8	-155,7	5774,1	36,9	1315,6	98,2
SR01	0	0	5664,2	-162,8	6094	31,1	1492,8	97,6

1.1.2 SE BC fora

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CEB HIP	10591	-89,4	10591	150,6	10591	30,6	0	0
PEE/HIP	8703,3	-85,2	8703,3	154,8	8703,3	34,8	0	0
SR04	4813,1	-62,5	4813,1	177,5	4813,1	57,5	0	0
SR02	2610,4	-54,5	2610,4	185,5	2610,4	65,5	0	0
SR03	3350,9	-57,4	3350,9	182,6	3350,9	62,6	0	0
SR01	2386,6	-53,9	2386,6	186,1	2386,6	66,1	0	0
Curto fase-fase								
SE CEB HIP	0	0	9172,1	-179,4	9172,1	0,6	0	0
PEE/HIP	0	0	7537,3	-175,2	7537,3	4,8	0	0
SR04	0	0	4168,3	-152,5	4168,3	27,5	0	0
SR02	0	0	2260,7	-144,5	2260,7	35,5	0	0
SR03	0	0	2902	-147,4	2902	32,6	0	0
SR01	0	0	2066,9	-143,9	2066,9	36,1	0	0
Curto fase-terra								
SE CEB HIP	10665,8	-89,4	0	0	0	0	0	0
PEE/HIP	6168,1	-85,6	0	0	0	0	0	0
SR04	1812	-78,5	0	0	0	0	0	0
SR02	891,2	-77	0	0	0	0	0	0
SR03	1185,7	-77,5	0	0	0	0	0	0
SR01	811,5	-76,9	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CEB HIP	0	0	10618,5	150,3	10639,2	31	10741,7	90,5
PEE/HIP	0	0	7883,6	167,2	7929,6	22,3	4776,6	94,2
SR04	0	0	4016,6	-159,9	4384,6	34,3	1103,9	97,9
SR02	0	0	2154,1	-150,8	2391,7	41,1	527,4	98,5
SR03	0	0	2775,3	-154,1	3064,6	38,6	709,1	98,4
SR01	0	0	1967,6	-150,1	2188	41,7	479,5	98,6

1.1.3 PEE/HIP fora

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE BC	18918,5	-89,4	18918,5	150,6	18918,5	30,6	0	0
SR02	4294,3	-71,2	4294,3	168,8	4294,3	48,8	0	0
SR04	2486,2	-59,9	2486,2	180,1	2486,2	60,1	0	0
SR01	4436,9	-71,9	4436,9	168,1	4436,9	48,1	0	0
SR03	2946,4	-62,6	2946,4	177,4	2946,4	57,4	0	0
Curto fase-fase								
SE BC	0	0	16383,9	-179,4	16383,9	0,6	0	0
SR02	0	0	3718,9	-161,2	3718,9	18,8	0	0
SR04	0	0	2153,1	-149,9	2153,1	30,1	0	0
SR01	0	0	3842,4	-161,9	3842,4	18,1	0	0
SR03	0	0	2551,7	-152,6	2551,7	27,4	0	0
Curto fase-terra								
19375,2	-89,4	0	0	0	0	19375,2	0	0
1536,4	-81	0	0	0	0	1536,4	0	0
819,6	-78,5	0	0	0	0	819,6	0	0
1655,2	-81	0	0	0	0	1655,2	0	0
1007,8	-78,9	0	0	0	0	1007,8	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE BC	0	0	19139,9	149,4	19173,7	31,8	19854,5	90,5
SR02	0	0	3651,1	-168,3	3842,5	25,6	931,9	96,9
SR04	0	0	2074,1	-156,1	2255,6	35,8	484,8	98
SR01	0	0	3776,7	-169,4	3972,3	25,3	1013,7	96,9
SR03	0	0	2467	-159,2	2667,8	33,5	601,9	97,8

1.2 Anel SE CS – SE AC

1.2.1 Íntegro

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CS	17107,1	-85	17107,1	155	17107,1	35	0	0
SE AC	19450,6	-82,8	19450,6	157,2	19450,6	37,2	0	0
SR13	6702,4	-69,7	6702,4	170,3	6702,4	50,3	0	0
SR11	4110,6	-57,6	4110,6	182,4	4110,6	62,4	0	0
SR62	5315,3	-49,5	5315,3	190,5	5315,3	70,5	0	0
SR09	13941,3	-73,2	13941,3	166,8	13941,3	46,8	0	0
SR12	15525,8	-83	15525,8	157	15525,8	37	0	0
SR14	5822,8	-60,1	5822,8	179,9	5822,8	59,9	0	0
SR10	7173,1	-50,8	7173,1	189,2	7173,1	69,2	0	0
SR61	15614,1	-76,3	15614,1	163,7	15614,1	43,7	0	0
Curto fase-fase								
SE CS	0	0	14815,2	-175	14815,2	5	0	0
SE AC	0	0	16844,7	-172,8	16844,7	7,2	0	0
SR13	0	0	5804,5	-159,7	5804,5	20,3	0	0
SR11	0	0	3559,9	-147,6	3559,9	32,4	0	0
SR62	0	0	4603,2	-139,5	4603,2	40,5	0	0
SR09	0	0	12073,6	-163,2	12073,6	16,8	0	0
SR12	0	0	13445,8	-173	13445,8	7	0	0
SR14	0	0	5042,7	-150,1	5042,7	29,9	0	0
SR10	0	0	6212,1	-140,8	6212,1	39,2	0	0
SR61	0	0	13522,2	-166,3	13522,2	13,7	0	0
Curto fase-terra								
SE CS	16736,9	-86,6	0	0	0	0	0	0
SE AC	19383,2	-84,7	0	0	0	0	0	0
SR13	2651,4	-80	0	0	0	0	0	0
SR11	1578,5	-76	0	0	0	0	0	0
SR62	1750,7	-75,5	0	0	0	0	0	0
SR09	5915,7	-81,4	0	0	0	0	0	0
SR12	12177,6	-84,8	0	0	0	0	0	0
SR14	2276,2	-77,4	0	0	0	0	0	0
SR10	2307,4	-76,7	0	0	0	0	0	0
SR61	8199,9	-82	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CS	0	0	16550,5	155,4	17293,8	33,2	16371,6	92
SE AC	0	0	18832,1	156,5	19974,2	36	19293,9	93,3
SR13	0	0	5678	-167,8	6041,2	28	1644,4	97,5
SR11	0	0	3403,8	-155,1	3771,2	39,2	962,5	99,8
SR62	0	0	4362,6	-145,3	4885,8	45,7	1023,7	99,6

SR09	0	0	11880,3	-172,1	12545,9	25,2	3741,4	96,4
SR12	0	0	14098,5	166,3	14592,1	27,1	10011,8	94
SR14	0	0	4832,2	-157,8	5336,8	36,9	1395,7	98,5
SR10	0	0	5898,1	-146,4	6579,9	44,3	1344,2	98,6
SR61	0	0	13435	-178,1	14162,7	24,9	5546,7	96

1.2.2 SE CS fora

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE AC	17612,7	-86,1	17612,7	153,9	17612,7	33,9	0	0
SR09	12545,1	-76,3	12545,1	163,7	12545,1	43,7	0	0
SR62	4006,6	-46,8	4006,6	193,2	4006,6	73,2	0	0
SR11	1697,5	-51,5	1697,5	188,5	1697,5	68,5	0	0
SR13	1209,7	-51,8	1209,7	188,2	1209,7	68,2	0	0
SR61	14050,8	-79,7	14050,8	160,3	14050,8	40,3	0	0
SR10	5710,7	-51,2	5710,7	188,8	5710,7	68,8	0	0
SR14	1542,6	-46	1542,6	194	1542,6	74	0	0
SR12	1229,6	-48,1	1229,6	191,9	1229,6	71,9	0	0
Curto fase-fase								
SE AC	0	0	15253	-176,1	15253	3,9	0	0
SR09	0	0	10864,4	-166,3	10864,4	13,7	0	0
SR62	0	0	3469,8	-136,8	3469,8	43,2	0	0
SR11	0	0	1470,1	-141,5	1470,1	38,5	0	0
SR13	0	0	1047,6	-141,8	1047,6	38,2	0	0
SR61	0	0	12168,4	-169,7	12168,4	10,3	0	0
SR10	0	0	4945,6	-141,2	4945,6	38,8	0	0
SR14	0	0	1335,9	-136	1335,9	44	0	0
SR12	0	0	1064,8	-138,1	1064,8	41,9	0	0
Curto fase-terra								
SE AC	18007,8	-87	0	0	0	0	0	0
SR09	5453,9	-82,4	0	0	0	0	0	0
SR62	1145,2	-77	0	0	0	0	0	0
SR11	666,5	-73,1	0	0	0	0	0	0
SR13	467,8	-73,8	0	0	0	0	0	0
SR61	7650,7	-83,2	0	0	0	0	0	0
SR10	1751,2	-77,3	0	0	0	0	0	0
SR14	550,1	-74,5	0	0	0	0	0	0
SR12	433	-75,1	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE AC	0	0	17585,1	152,3	18046,2	34,5	18417	92,2
SR09	0	0	10768	-175,5	11232,4	22,5	3477,4	95,9
SR62	0	0	3294,4	-141,4	3665,8	47,4	651,1	98,3

SR11	0	0	1390,9	-149	1571,7	45,1	406,1	101,8
SR13	0	0	991,1	-149,1	1119,4	44,7	283,9	101,1
SR61	0	0	12233,8	177,9	12659,4	22,2	5251,5	95,5
SR10	0	0	4708,3	-146,5	5221,3	43,6	1012,3	98,2
SR14	0	0	1251,9	-142,2	1433,4	49,4	324,5	99,8
SR12	0	0	1002,2	-144,3	1138,4	47,4	255,7	99,5

1.2.3 SE AC fora

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CS	15324	-89,4	15324	150,6	15324	30,6	0	0
SR13	5492,8	-74,2	5492,8	165,8	5492,8	45,8	0	0
SR11	2425,8	-61,9	2425,8	178,1	2425,8	58,1	0	0
SR62	1330,1	-58,7	1330,1	181,3	1330,1	61,3	0	0
SR09	1083,3	-54	1083,3	186	1083,3	66	0	0
SR12	13884,3	-87,3	13884,3	152,7	13884,3	32,7	0	0
SR14	4314,4	-65,4	4314,4	174,6	4314,4	54,6	0	0
SR10	1438,5	-51,1	1438,5	188,9	1438,5	68,9	0	0
SR61	1236,8	-48,7	1236,8	191,3	1236,8	71,3	0	0
Curto fase-fase								
SE CS	0	0	13271	-179,4	13271	0,6	0	0
SR13	0	0	4756,9	-164,2	4756,9	15,8	0	0
SR11	0	0	2100,8	-151,9	2100,8	28,1	0	0
SR62	0	0	1151,9	-148,7	1151,9	31,3	0	0
SR09	0	0	938,1	-144	938,1	36	0	0
SR12	0	0	12024,2	-177,3	12024,2	2,7	0	0
SR14	0	0	3736,4	-155,4	3736,4	24,6	0	0
SR10	0	0	1245,8	-141,1	1245,8	38,9	0	0
SR61	0	0	1071,1	-138,7	1071,1	41,3	0	0
Curto fase-terra								
SE CS	15437,3	-89,4	0	0	0	0	0	0
SR13	2185,5	-81,6	0	0	0	0	0	0
SR11	914,3	-78	0	0	0	0	0	0
SR62	581,6	-74,3	0	0	0	0	0	0
SR09	414,9	-74,6	0	0	0	0	0	0
SR12	11324	-87,2	0	0	0	0	0	0
SR14	1727,2	-78,7	0	0	0	0	0	0
SR10	547,9	-74,9	0	0	0	0	0	0
SR61	441,3	-75,1	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CS	0	0	15365,8	150,2	15396,9	31	15552,2	90,5
SR13	0	0	4696,8	-172,5	4911,4	23,6	1360,7	96,6

SR11	0	0	2023,6	-159,3	2210,7	34,9	557	98,3
SR62	0	0	1103,4	-157,8	1226,2	39,4	367,4	101,5
SR09	0	0	891,6	-151,4	998,5	42,5	251,9	100,7
SR12	0	0	12963,3	161	12915,8	24,4	9560,8	93
SR14	0	0	3620,2	-163,6	3922,8	32,1	1070,8	98
SR10	0	0	1174,1	-148,1	1334,2	45,1	330,3	99,7
SR61	0	0	1008,4	-145	1145,3	46,9	261,4	99,6

1.2.4 Alimentação de Ceilândia

SE	**Fase A**		**Fase B**		**Fase C**		**Terra**	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CS	17107,1	-85	17107,1	155	17107,1	35	0	0
SE AC	19450,6	-82,8	19450,6	157,2	19450,6	37,2	0	0
SR13	6702,4	-69,7	6702,4	170,3	6702,4	50,3	0	0
SR11	4110,6	-57,6	4110,6	182,4	4110,6	62,4	0	0
SR62	5315,3	-49,5	5315,3	190,5	5315,3	70,5	0	0
SR09	13941,3	-73,2	13941,3	166,8	13941,3	46,8	0	0
SR12	15525,8	-83	15525,8	157	15525,8	37	0	0
SR14	5822,8	-60,1	5822,8	179,9	5822,8	59,9	0	0
SR10	7173,1	-50,8	7173,1	189,2	7173,1	69,2	0	0
SR61	15614,1	-76,3	15614,1	163,7	15614,1	43,7	0	0
SR15	3821,5	-57,1	3821,5	182,9	3821,5	62,9	0	0
SR16	3264,6	-55,3	3264,6	184,7	3264,6	64,7	0	0
Curto fase-fase								
SE CS	0	0	14815,2	-175	14815,2	5	0	0
SE AC	0	0	16844,7	-172,8	16844,7	7,2	0	0
SR13	0	0	5804,5	-159,7	5804,5	20,3	0	0
SR11	0	0	3559,9	-147,6	3559,9	32,4	0	0
SR62	0	0	4603,2	-139,5	4603,2	40,5	0	0
SR09	0	0	12073,5	-163,2	12073,5	16,8	0	0
SR12	0	0	13445,8	-173	13445,8	7	0	0
SR14	0	0	5042,7	-150,1	5042,7	29,9	0	0
SR10	0	0	6212,1	-140,8	6212,1	39,2	0	0
SR61	0	0	13522,2	-166,3	13522,2	13,7	0	0
SR15	0	0	3309,5	-147,1	3309,5	32,9	0	0
SR16	0	0	2827,3	-145,3	2827,3	34,7	0	0
Curto fase-terra								
SE CS	16736,9	-86,6	0	0	0	0	0	0
SE AC	19383,2	-84,7	0	0	0	0	0	0
SR13	2651,4	-80	0	0	0	0	0	0
SR11	1578,5	-76	0	0	0	0	0	0

SR62	1750,7	-75,5	0	0	0	0	0	0
SR09	5915,7	-81,4	0	0	0	0	0	0
SR12	12177,6	-84,8	0	0	0	0	0	0
SR14	2276,2	-77,4	0	0	0	0	0	0
SR10	2307,4	-76,7	0	0	0	0	0	0
SR61	8199,9	-82	0	0	0	0	0	0
SR15	1449,9	-76,7	0	0	0	0	0	0
SR16	1199,2	-76,5	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CS	0	0	16550,5	155,4	17293,8	33,2	16371,6	SE CS
SE AC	0	0	18832	156,5	19974,2	36	19293,9	SE AC
SR13	0	0	5678	-167,8	6041,2	28	1644,4	SR13
SR11	0	0	3403,8	-155,1	3771,2	39,2	962,5	SR11
SR62	0	0	4362,6	-145,3	4885,8	45,7	1023,7	SR62
SR09	0	0	11880,3	-172,1	12545,9	25,2	3741,4	SR09
SR12	0	0	14098,4	166,3	14592,1	27,1	10011,8	SR12
SR14	0	0	4832,2	-157,8	5336,8	36,9	1395,7	SR14
SR10	0	0	5898,1	-146,4	6579,9	44,3	1344,2	SR10
SR61	0	0	13435	-178,1	14162,7	24,9	5546,7	SR61
SR15	0	0	3155,8	-154,4	3512	39,5	880	SR15
SR16	0	0	2690,2	-152,3	3001,6	40,9	721,2	SR16

1.2.5 Alimentação de Samambaia

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CS	17107,1	-85	17107,1	155	17107,1	35	0	0
SE AC	19450,6	-82,8	19450,6	157,2	19450,6	37,2	0	0
SR13	6702,4	-69,7	6702,4	170,3	6702,4	50,3	0	0
SR11	4110,6	-57,6	4110,6	182,4	4110,6	62,4	0	0
SR62	5315,3	-49,5	5315,3	190,5	5315,3	70,5	0	0
SR09	13941,3	-73,2	13941,3	166,8	13941,3	46,8	0	0
SR12	15525,8	-83	15525,8	157	15525,8	37	0	0
SR14	5822,8	-60,1	5822,8	179,9	5822,8	59,9	0	0
SR10	7173,1	-50,8	7173,1	189,2	7173,1	69,2	0	0
SR61	15614,1	-76,3	15614,1	163,7	15614,1	43,7	0	0
SR63	3966,6	-52,8	3966,6	187,2	3966,6	67,2	0	0
SR64	3181,7	-53	3181,7	187	3181,7	67	0	0
SR65	2742,5	-53	2742,5	187	2742,5	67	0	0
Curto fase-fase								
SE CS	0	0	14815,2	-175	14815,2	5	0	0
SE AC	0	0	16844,7	-172,8	16844,7	7,2	0	0
SR13	0	0	5804,5	-159,7	5804,5	20,3	0	0

SR11	0	0	3559,9	-147,6	3559,9	32,4	0	0
SR62	0	0	4603,2	-139,5	4603,2	40,5	0	0
SR09	0	0	12073,5	-163,2	12073,5	16,8	0	0
SR12	0	0	13445,8	-173	13445,8	7	0	0
SR14	0	0	5042,7	-150,1	5042,7	29,9	0	0
SR10	0	0	6212,1	-140,8	6212,1	39,2	0	0
SR61	0	0	13522,2	-166,3	13522,2	13,7	0	0
SR63	0	0	3435,2	-142,8	3435,2	37,2	0	0
SR64	0	0	2755,4	-143	2755,4	37	0	0
SR65	0	0	2375	-143	2375	37	0	0
Curto fase-terra								
SE CS	16736,9	-86,6	0	0	0	0	0	0
SE AC	19383,2	-84,7	0	0	0	0	0	0
SR13	2651,4	-80	0	0	0	0	0	0
SR11	1578,5	-76	0	0	0	0	0	0
SR62	1750,7	-75,5	0	0	0	0	0	0
SR09	5915,7	-81,4	0	0	0	0	0	0
SR12	12177,6	-84,8	0	0	0	0	0	0
SR14	2276,2	-77,4	0	0	0	0	0	0
SR10	2307,4	-76,7	0	0	0	0	0	0
SR61	8199,9	-82	0	0	0	0	0	0
SR63	1154,7	-77,5	0	0	0	0	0	0
SR64	971,9	-77,2	0	0	0	0	0	0
SR65	860,6	-77	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CS	0	0	16550,5	155,4	17293,8	33,2	16371,6	92
SE AC	0	0	18832	156,5	19974,2	36	19293,9	93,3
SR13	0	0	5678	-167,8	6041,2	28	1644,4	97,5
SR11	0	0	3403,8	-155,1	3771,2	39,2	962,5	99,8
SR62	0	0	4362,6	-145,3	4885,8	45,7	1023,7	99,6
SR09	0	0	11880,3	-172,1	12545,9	25,2	3741,4	96,4
SR12	0	0	14098,4	166,3	14592,1	27,1	10011,8	94
SR14	0	0	4832,2	-157,8	5336,8	36,9	1395,7	98,5
SR10	0	0	5898,1	-146,4	6579,9	44,3	1344,2	98,6
SR61	0	0	13435	-178,1	14162,7	24,9	5546,7	96
SR63	0	0	3289	-147,9	3606	41,8	663,7	98,5
SR64	0	0	2633,4	-148,4	2899,8	41,9	563,1	98,7
SR65	0	0	2267,2	-148,5	2503,4	42,1	500,9	98,8

1.3 Anel SE AC – PEE/HIP

1.3.1 Íntegro: alimentação através da SE AC

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE AC	17618	-88,1	17618	151,9	17618	31,9	0	0
SR08	7331,4	-66,3	7331,4	173,7	7331,4	53,7	0	0
SR07	5493,6	-62,1	5493,6	177,9	5493,6	57,9	0	0
Curto fase-fase								
SE AC	0	0	15257,6	-178,1	15257,6	1,9	0	0
SR08	0	0	6349,2	-156,3	6349,2	23,7	0	0
SR07	0	0	4757,6	-152,1	4757,6	27,9	0	0
Curto fase-terra								
SE AC	18012,7	-88,3	0	0	0	0	0	0
SR08	1960,7	-81,3	0	0	0	0	0	0
SR07	1301,4	-81	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE AC	0	0	17775,1	150,7	17871,3	32,9	18425,4	91,5
SR08	0	0	6205	-161,2	6538,8	28,5	1124,9	96,4
SR07	0	0	4637	-156,4	4902,6	31,8	732,2	96,5

1.3.2 Íntegro: alimentação através de PEE/HIP

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CEB HP	10591	-89,4	10591	150,6	10591	30,6	0	0
PEE/HIP	8703,4	-85,2	8703,4	154,8	8703,4	34,8	0	0
SR05	11759,2	-76,9	11759,2	163,1	11759,2	43,1	0	0
SR06	7789,1	-58,7	7789,1	181,3	7789,1	61,3	0	0
Curto fase-fase								
SE CEB HP	0	0	9172,1	-179,4	9172,1	0,6	0	0
PEE/HIP	0	0	7537,3	-175,2	7537,3	4,8	0	0
SR05	0	0	7406,3	-174,6	7406,3	5,4	0	0
SR06	0	0	4858,1	-154,5	4858,1	25,5	0	0
Curto fase-terra								
SE CEB HP	10663,1	-89,4	0	0	0	0	0	0
PEE/HIP	6167,2	-85,6	0	0	0	0	0	0
SR05	6995,3	-81,6	0	0	0	0	0	0
SR06	2529,1	-75,6	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CEB HP	0	0	10617,1	150,3	10637,9	30,9	10736,2	90,5
PEE/HIP	0	0	7883,5	167,2	7929,5	22,3	4775,6	94,2

SR05	0	0	7712,9	168,3	7784,1	22,5	4554,9	94,5
SR06	0	0	4697,5	-162,1	5099,1	32,6	1315,5	97,6

1.3.3 Degradado: alimentação através de AC

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE AC	17618	-88,1	17618	151,9	17618	31,9	0	0
SR07	7331,4	-66,3	7331,4	173,7	7331,4	53,7	0	0
SR08	5493,6	-62,1	5493,6	177,9	5493,6	57,9	0	0
SR05	3301,2	-49,8	3301,2	190,2	3301,2	70,2		
SR06	2858,2	-49,7	2858,2	190,3	2858,2	70,3	0	0
Curto fase-fase							0	0
SE AC	0	0	15257,6	-178,1	15257,6	1,9	0	0
SR07	0	0	6349,2	-156,3	6349,2	23,7	0	0
SR08	0	0	4757,6	-152,1	4757,6	27,9	0	0
SR05	0	0	2858,9	-139,8	2858,9	40,2	0	0
SR06	0	0	2475,2	-139,7	2475,2	40,3	0	0
Curto fase-terra								
SE AC	18012,7	-88,3	0	0	0	0	0	0
SR07	1960,7	-81,3	0	0	0	0	0	0
SR08	1301,4	-81	0	0	0	0	0	0
SR05	871,3	-78,1	0	0	0	0	0	0
SR06	710,2	-78,5	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE AC	0	0	17775,1	150,7	17871,3	32,9	18425,4	91,5
SR07	0	0	6205	-161,2	6538,8	28,5	1124,9	96,4
SR08	0	0	4637	-156,4	4902,6	31,8	732,2	96,5
SR05	0	0	2735	-144,1	2997,9	44,2	491,6	97,8
SR06	0	0	2373,8	-143,7	2588	44	397,6	97,6

1.3.4 Degradado: alimentação através de PEE/HIP

SE	Fase A		Fase B		Fase C		Terra	
Curto trifásico	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**	**Icc (A)**	**Ang. º**
SE CEB HP	10591,1	-89,4	10591,1	150,6	10591,1	30,6	0	0
PEE/HIP	8703,4	-85,2	8703,4	154,8	8703,4	34,8	0	0
SR05	8552,1	-84,6	8552,1	155,4	8552,1	35,4	0	0
SR06	5609,7	-64,5	5609,7	175,5	5609,7	55,5		
SR07	3464,7	-34,0	3540,8	-154,0	3540,8	86,0	0	0
SR08	2417,2	-27,1	2797,4	-147,1	2797,4	152,9	0	0
Curto fase-fase							0	0
SE CEB HP	0	0	9172,1	-179,4	9172,1	0,6	0	0

PEE/HIP	0	0	7537,4	-175,2	7537,4	4,8	0	0
SR05	0	0	7406,3	-174,6	7406,3	5,4	0	0
SR06	0	0	4858,1	-154,5	4858,1	25,5	0	0
SR07	0	0	3066,4	-144,8	3066,4	35,2	0	0
SR08	0	0	2422,6	-140,2	2422,6	39,8	0	0
SE CEB HP	0	0	9172,1	-179,4	9172,1	0,6	0	0
Curto fase-terra								
SE CEB HP	10663,2	-89,4	0	0	0	0	0	0
PEE/HIP	6167,3	-85,6	0	0	0	0	0	0
SR05	5944,2	-85,2	0	0	0	0	0	0
SR06	2147,4	-79	0	0	0	0	0	0
SR07	1123,6	-40,8	0	0	0	0	0	0
SR08	782,2	-38,3	0	0	0	0	0	0
Curto 2 fases-terra								
SE CEB HP	0	0	10617,2	150,3	10637,9	30,9	10736,2	90,5
PEE/HIP	0	0	7883,5	167,2	7929,5	22,3	4775,6	94,2
SR05	0	0	7712,9	168,3	7784,1	22,5	4554,9	94,5
SR06	0	0	4697,5	-162,1	5099,2	32,6	1315,5	97,6
SR07	0	0	2926,7	-150,9	3237	40,6	689	98,3
SR08	0	0	2302,1	-145,5	2561,9	44,6	500,7	98,4

ANEXO V

DIAGRAMAS DE FLUXO PARA AS CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO TRIFÁSICO E FASE-TERRA

1 DIAGRAMAS DE CURTO-CIRCUITO

1.1 Anel Ceilândia Sul – Águas Claras

Figura Anexa 1 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 12

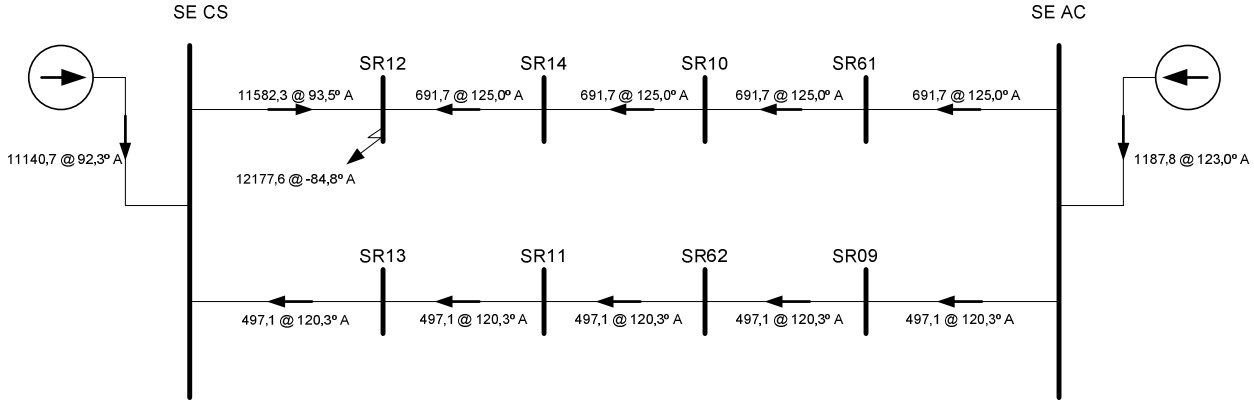


Figura Anexa 2 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 12

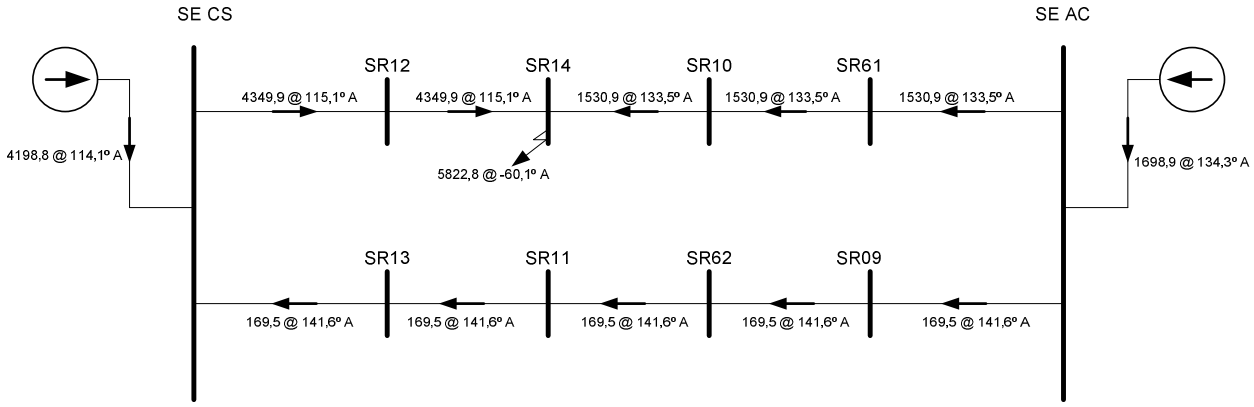


Figura Anexa 3 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 14

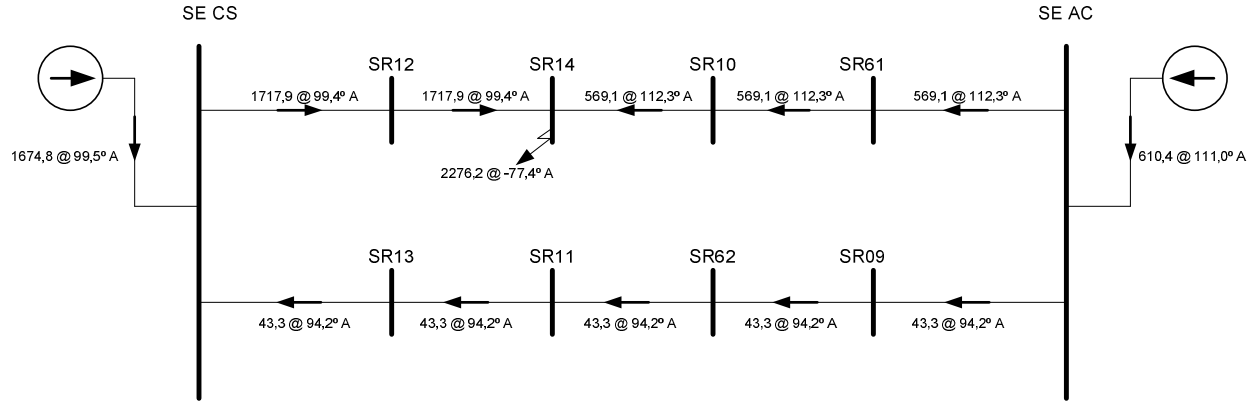


Figura Anexa 4 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 14

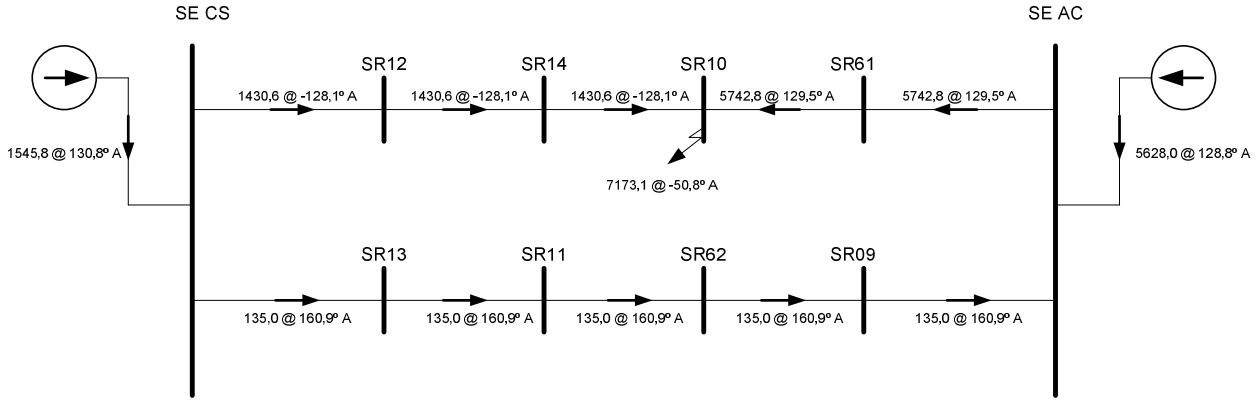


Figura Anexa 5 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 10

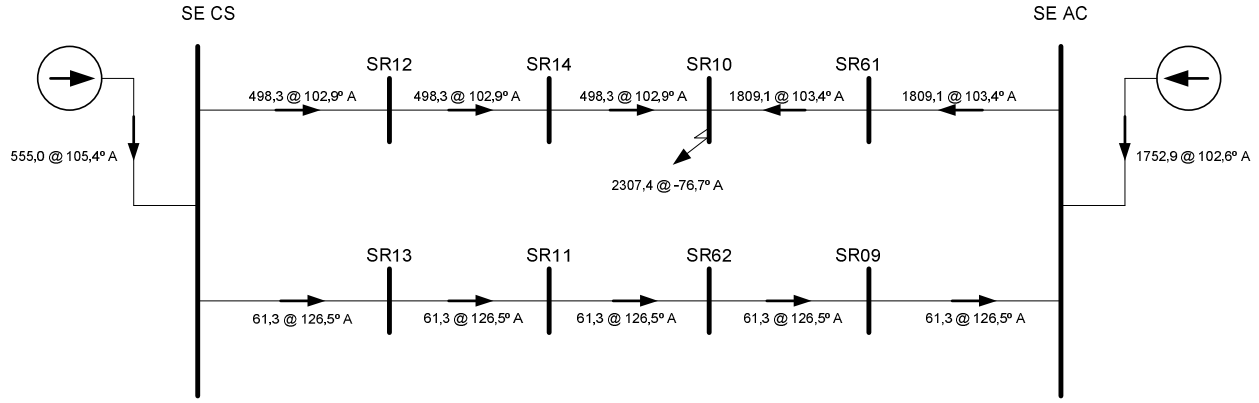


Figura Anexa 6 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 10

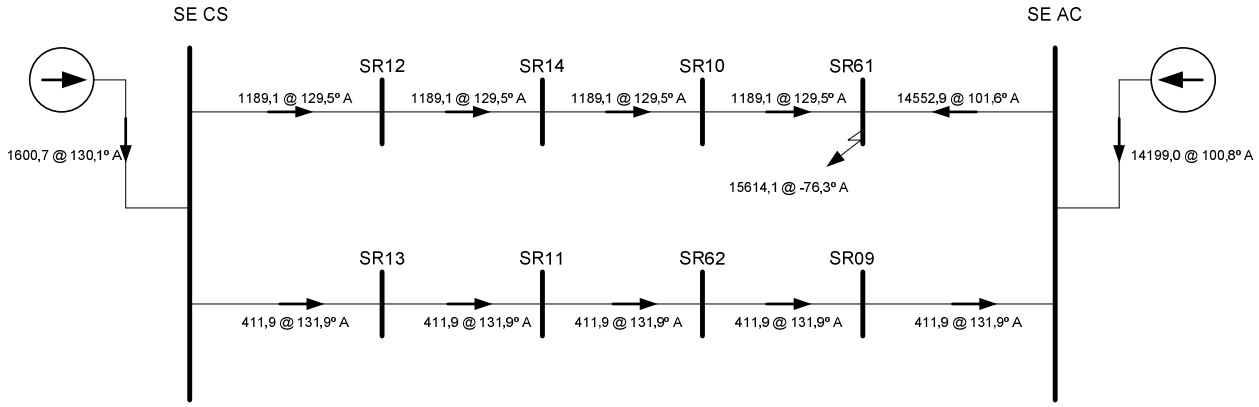


Figura Anexa 7 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 61

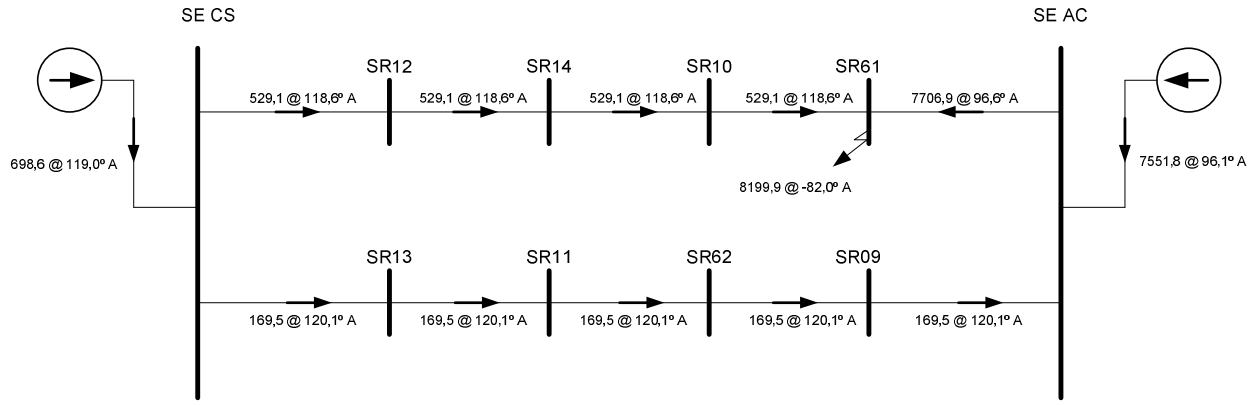


Figura Anexa 8 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 61

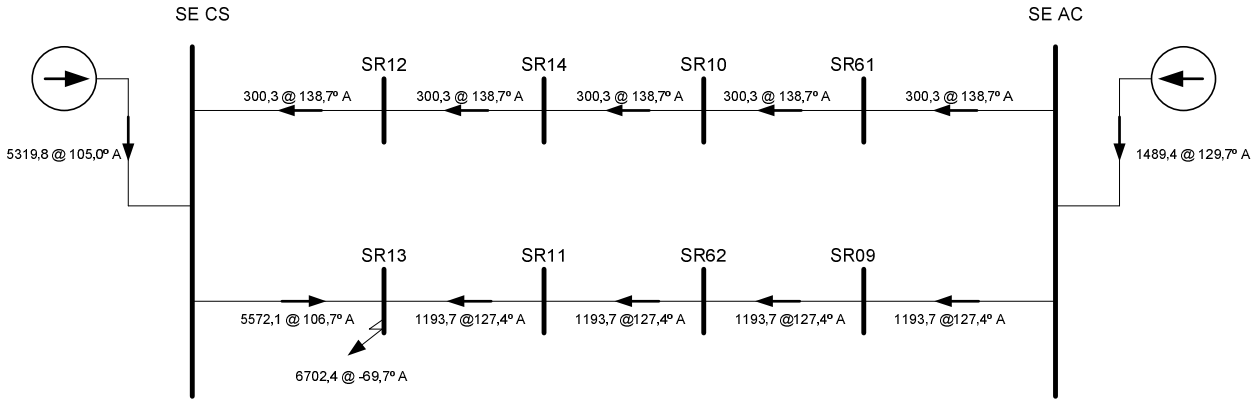


Figura Anexa 9 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 13

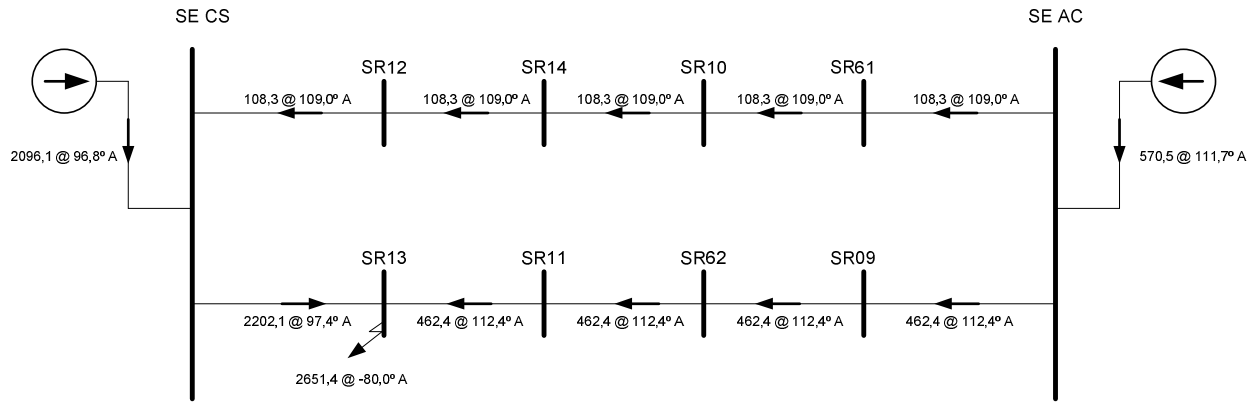


Figura Anexa 10 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 13

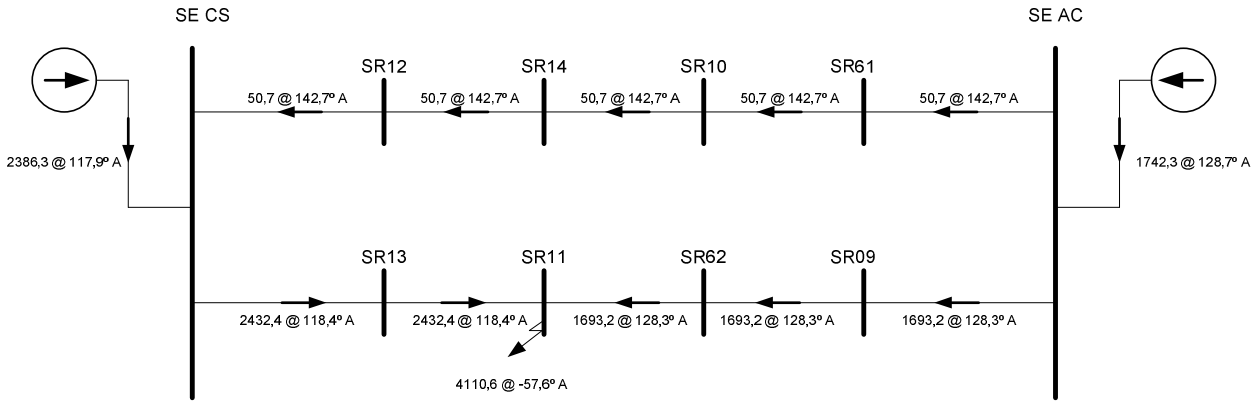


Figura Anexa 11 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 11

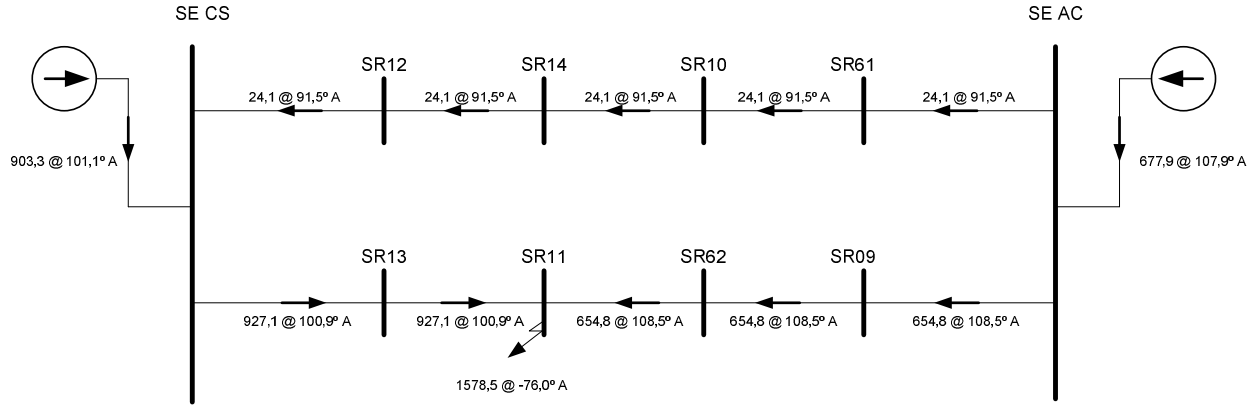


Figura Anexa 12 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 11

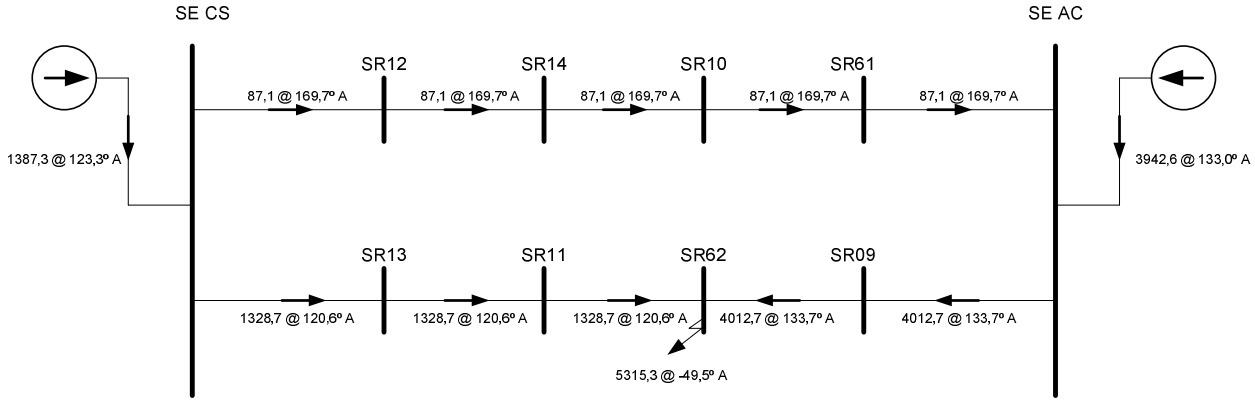


Figura Anexa 13 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 62

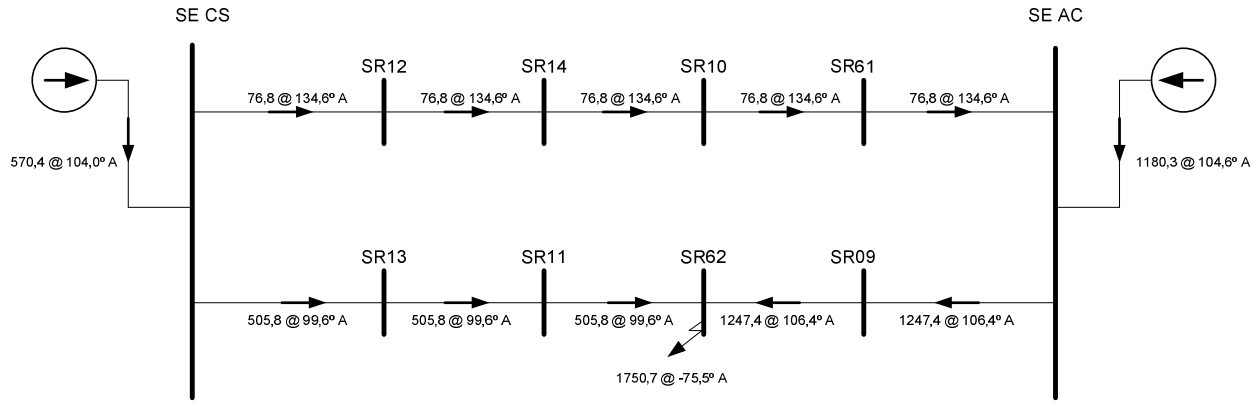


Figura Anexa 14 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 62

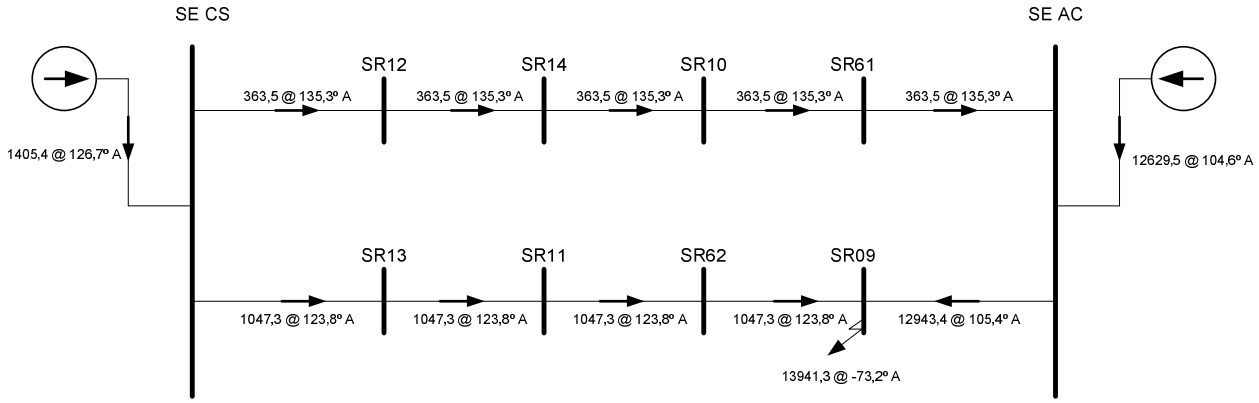


Figura Anexa 15 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 09

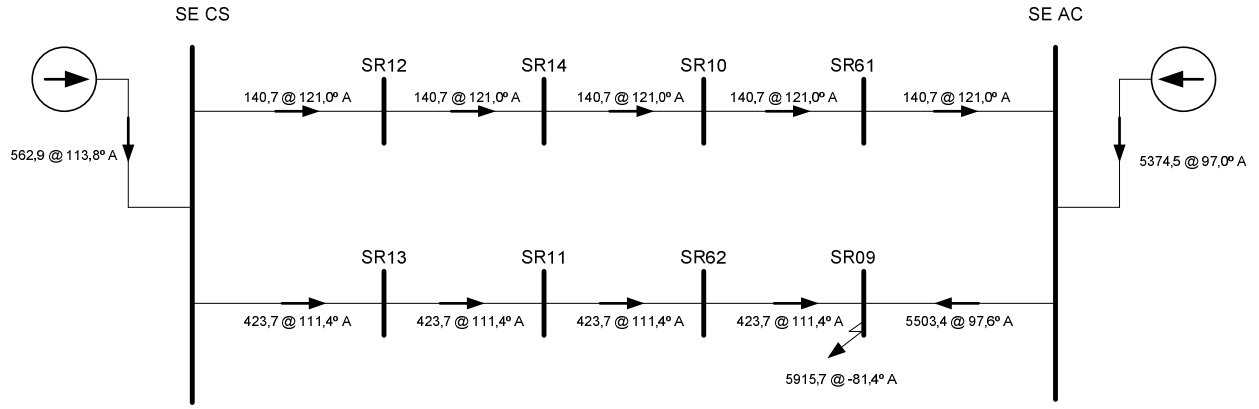


Figura Anexa 16 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 09

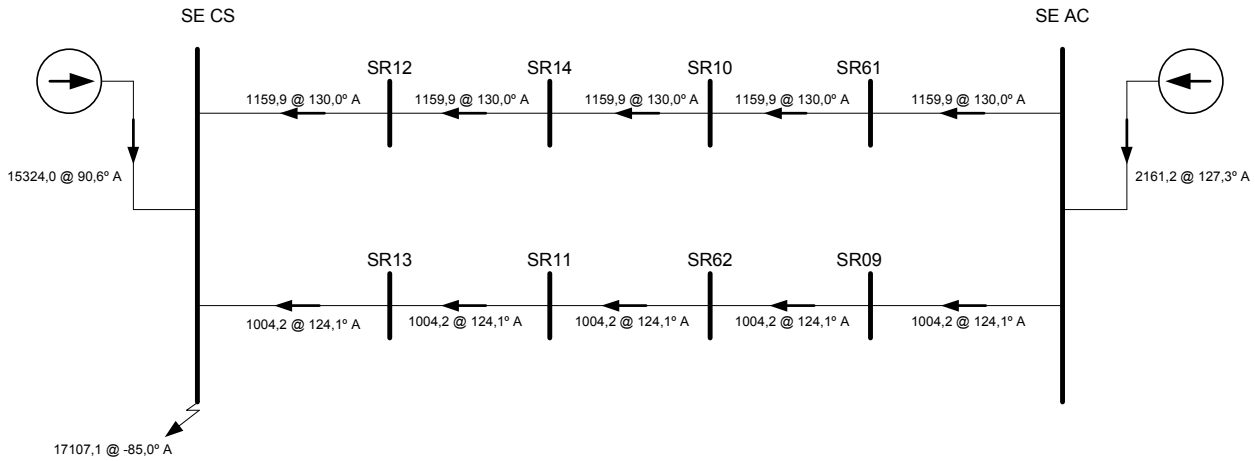


Figura Anexa 17 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SE CS

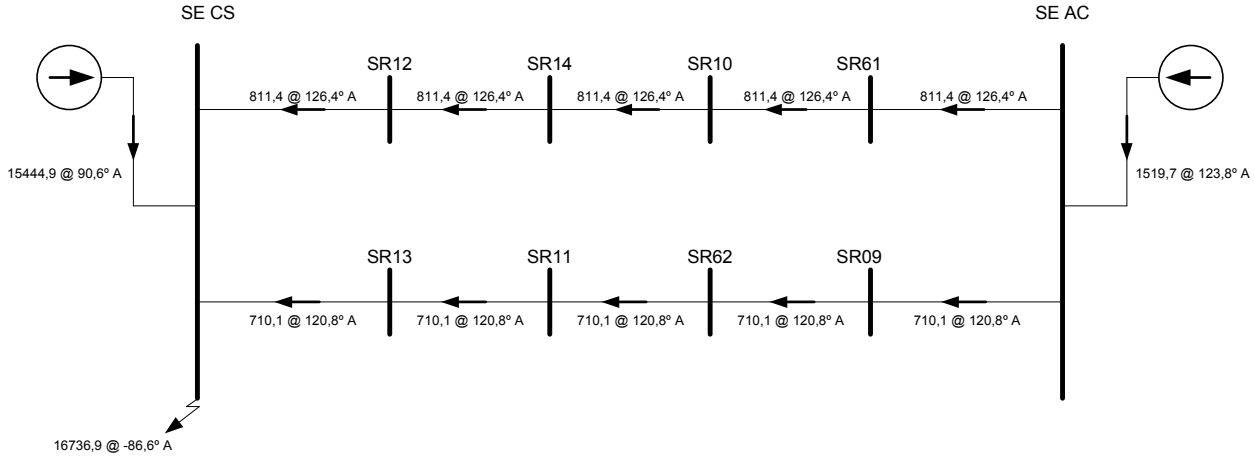


Figura Anexa 18 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SE CS

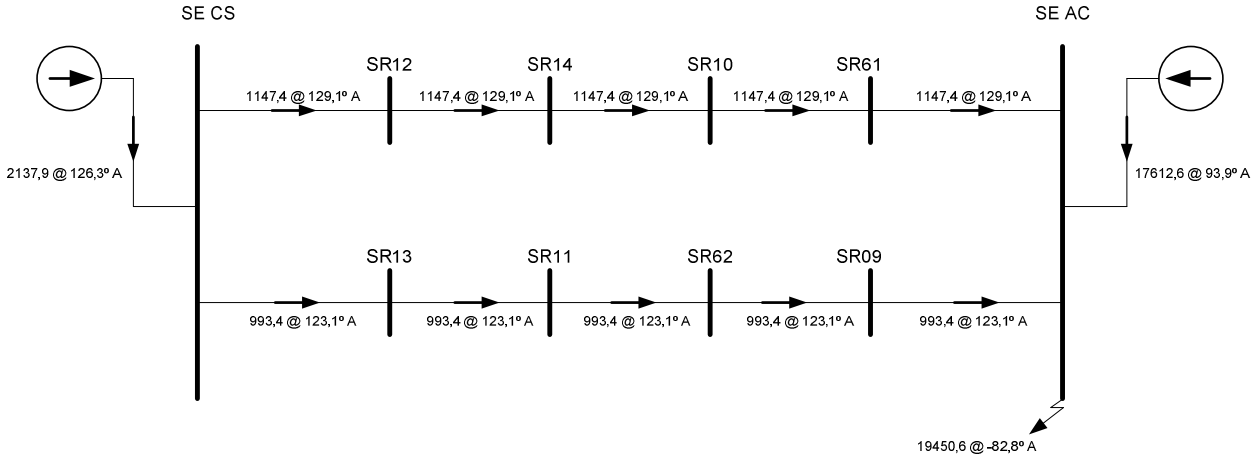


Figura Anexa 19 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SE AC

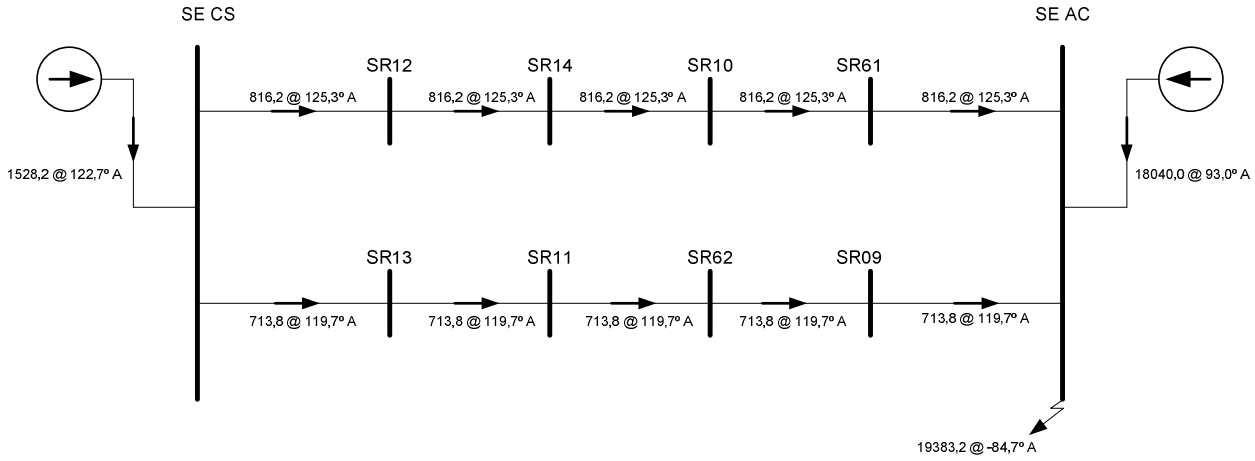


Figura Anexa 20 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SE AC

1.2 Anel Ceilândia Sul – Águas Claras (contingência trecho Ceilândia)

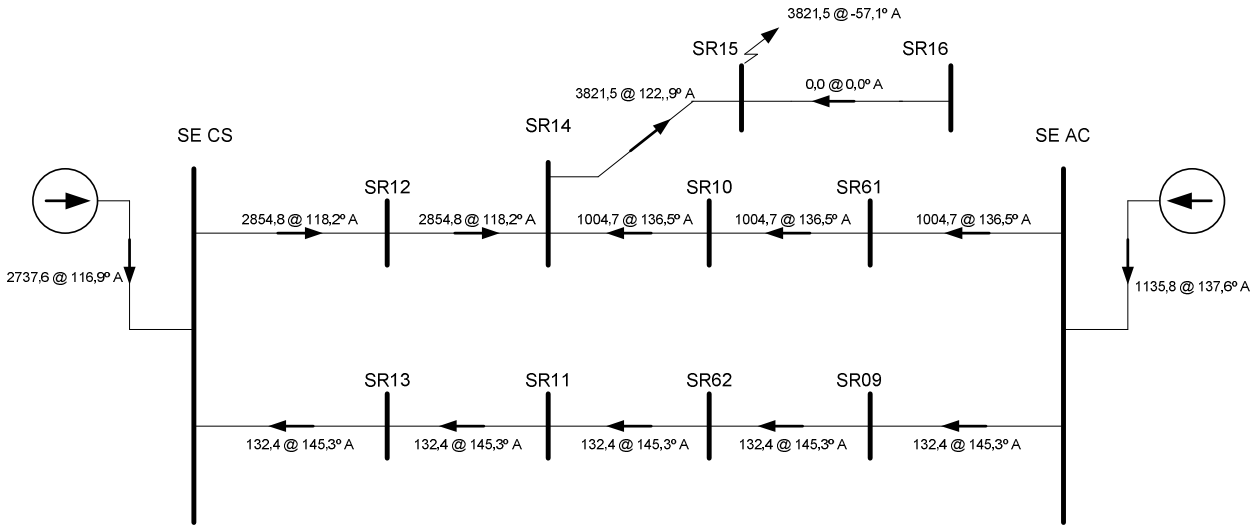


Figura Anexa 21 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 15

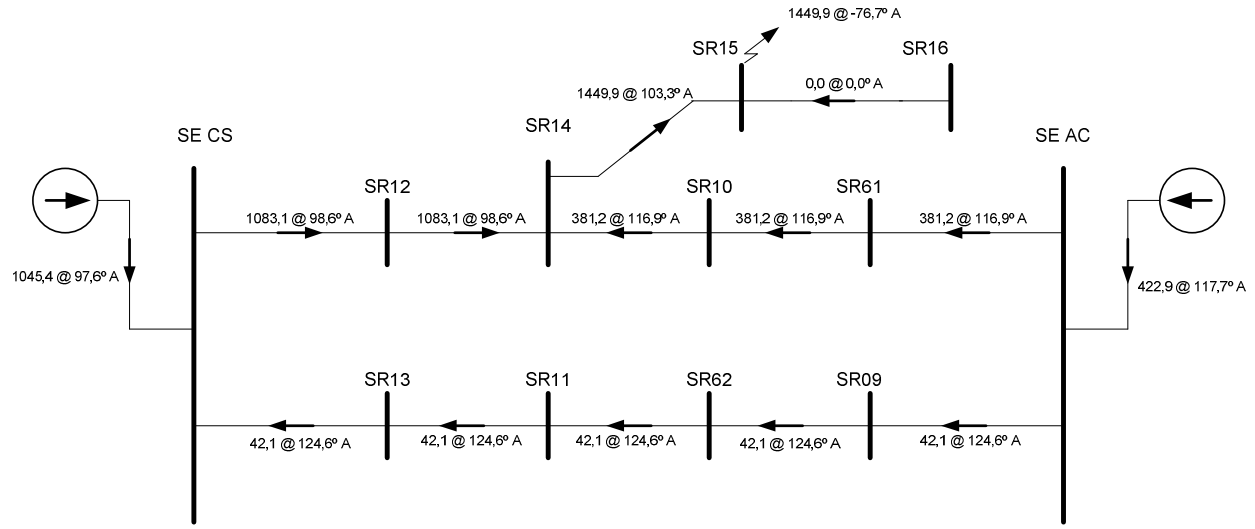


Figura Anexa 22 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 15

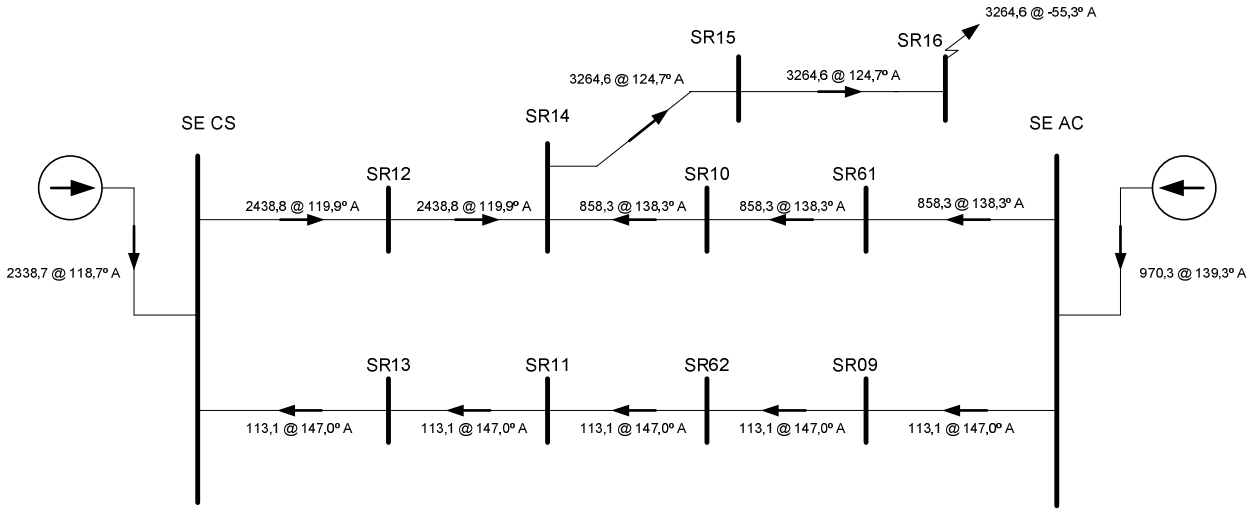


Figura Anexa 23 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 16

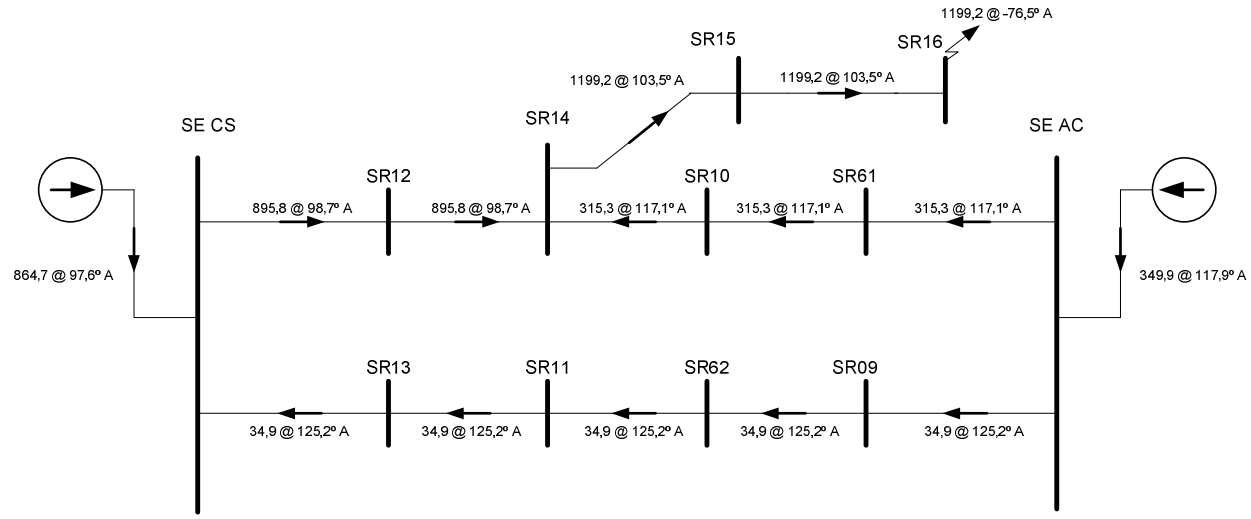


Figura Anexa 24 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 16

1.3 Anel Ceilândia Sul – Águas Claras (contingência trecho Samambaia)

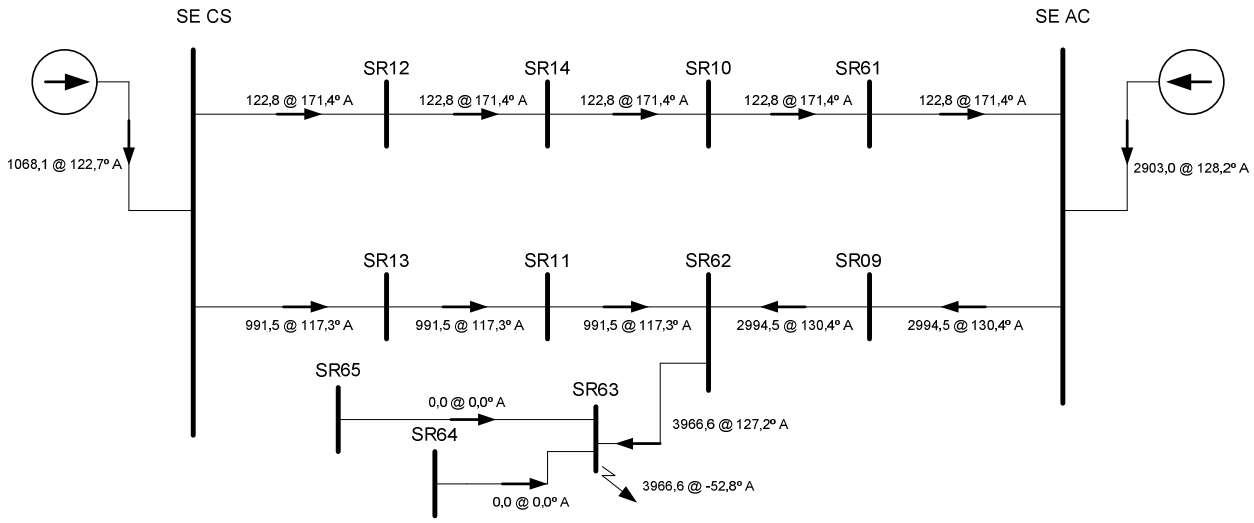


Figura Anexa 25 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 63

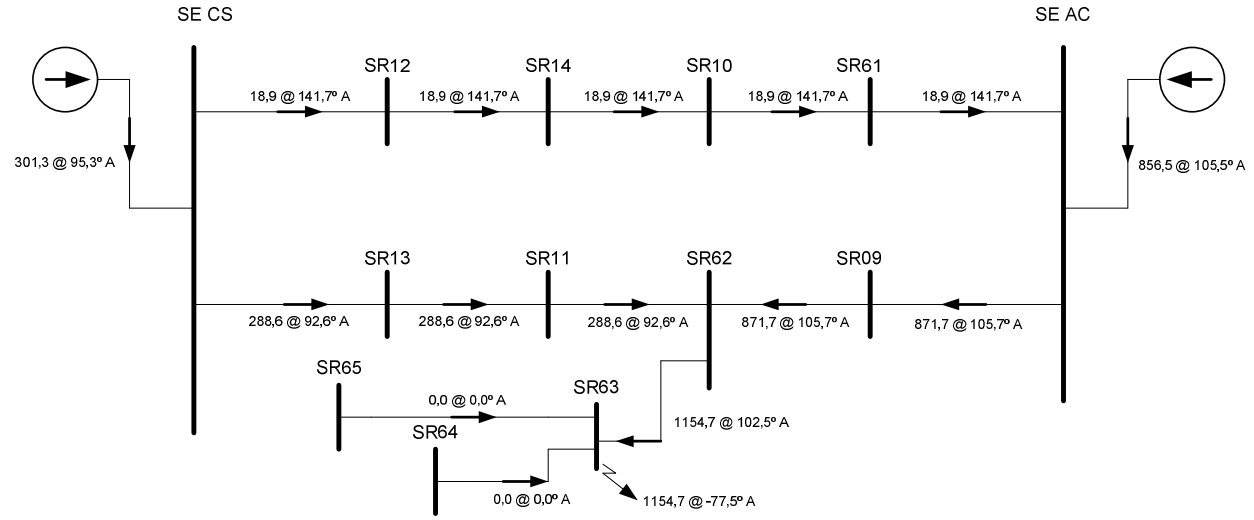


Figura Anexa 26 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 63

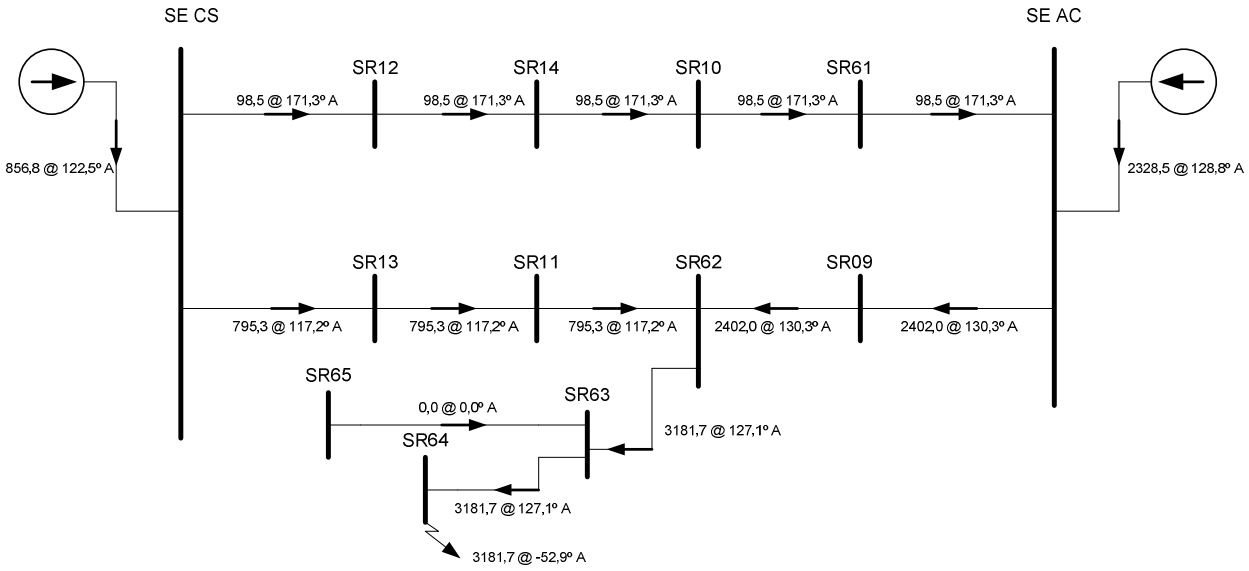


Figura Anexa 27 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 64

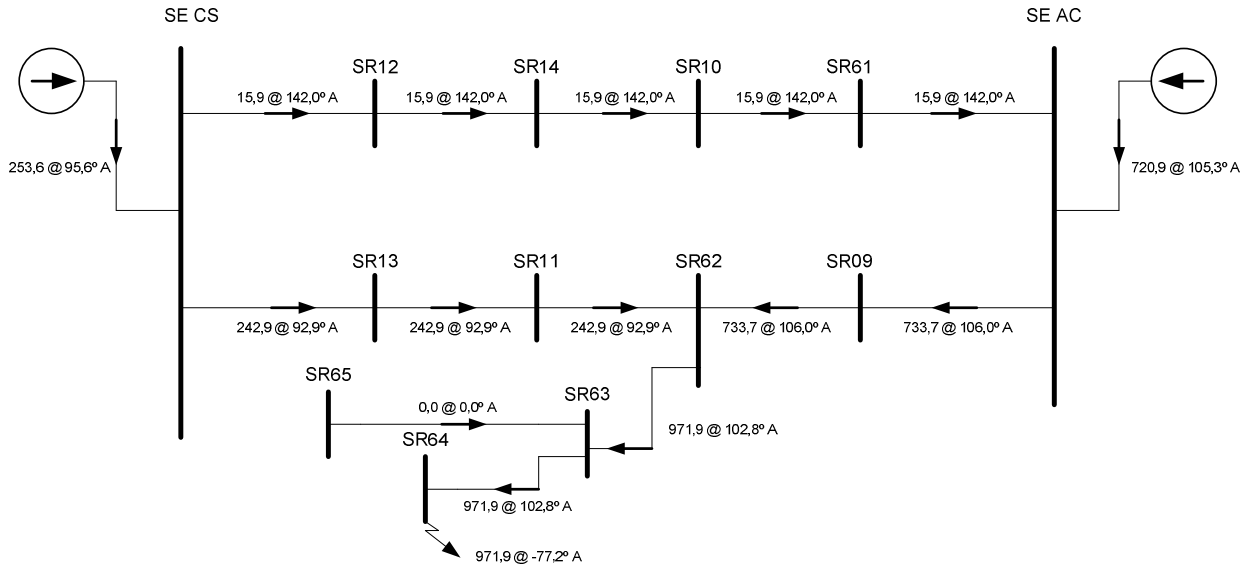


Figura Anexa 28 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 64

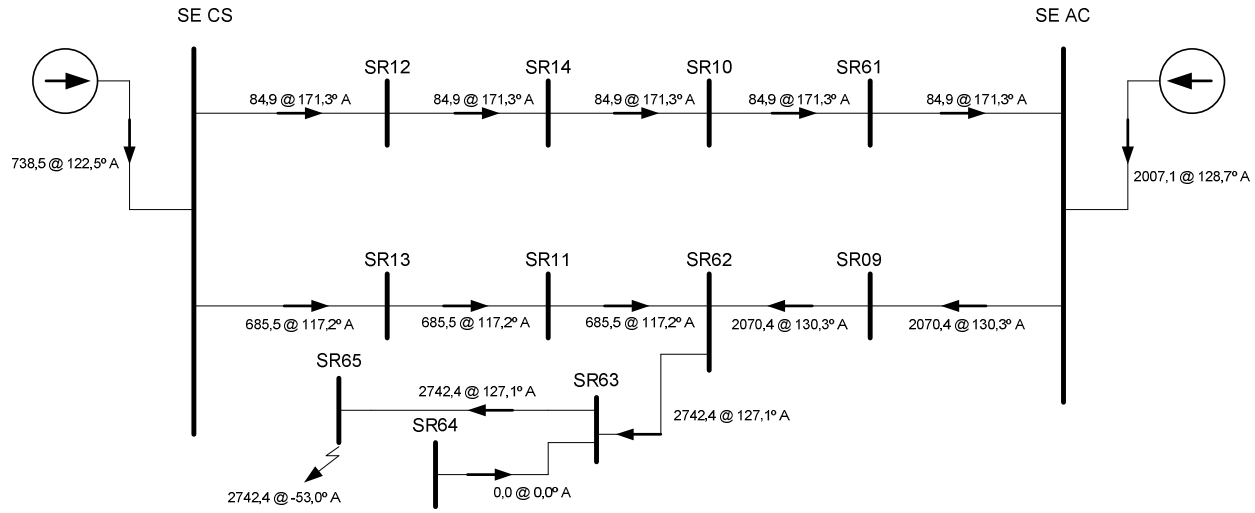


Figura Anexa 29 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 65

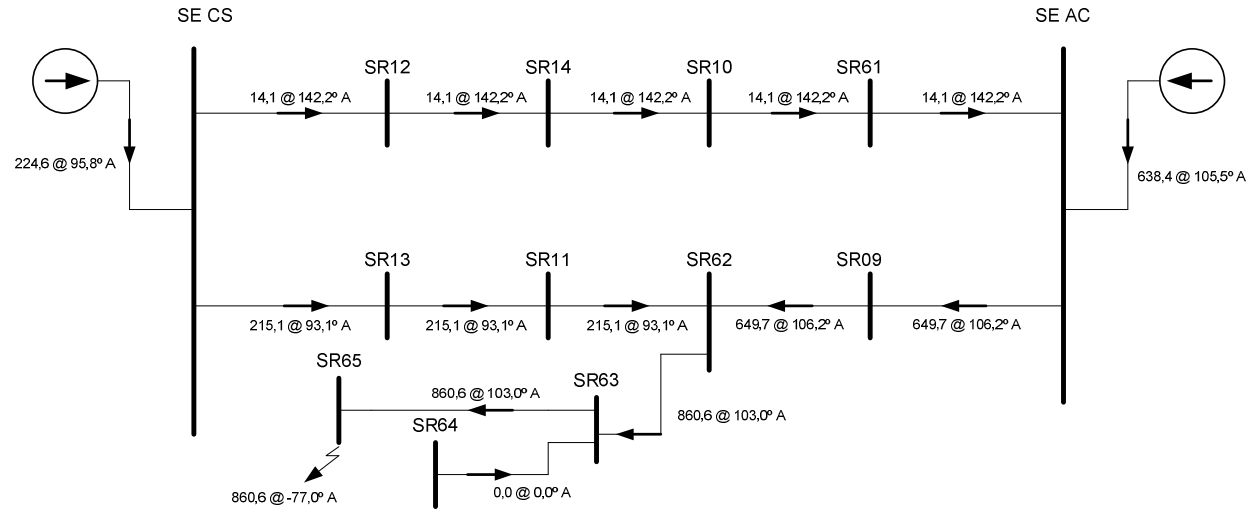


Figura Anexa 30 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 65

1.4 Anel PEE/HIP – Brasília Centro

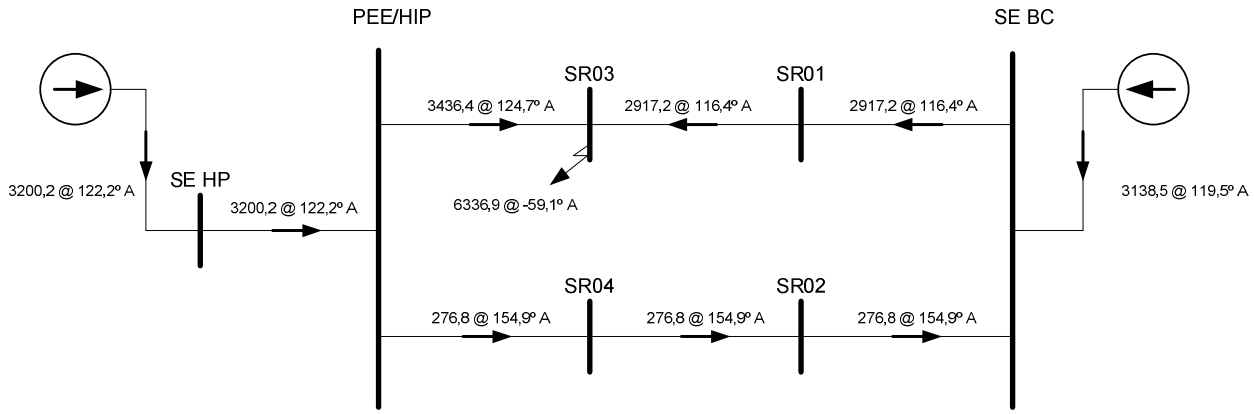


Figura Anexa 31 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 03

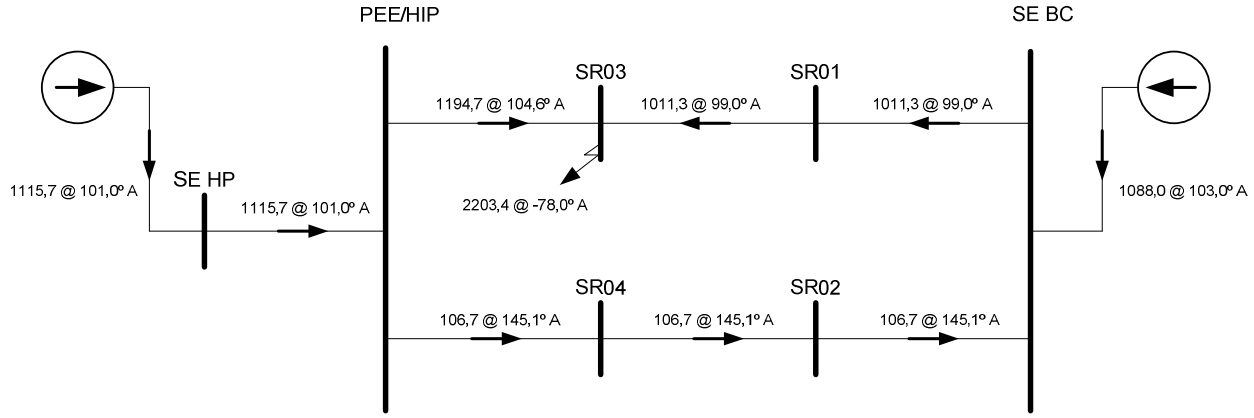


Figura Anexa 32 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 03

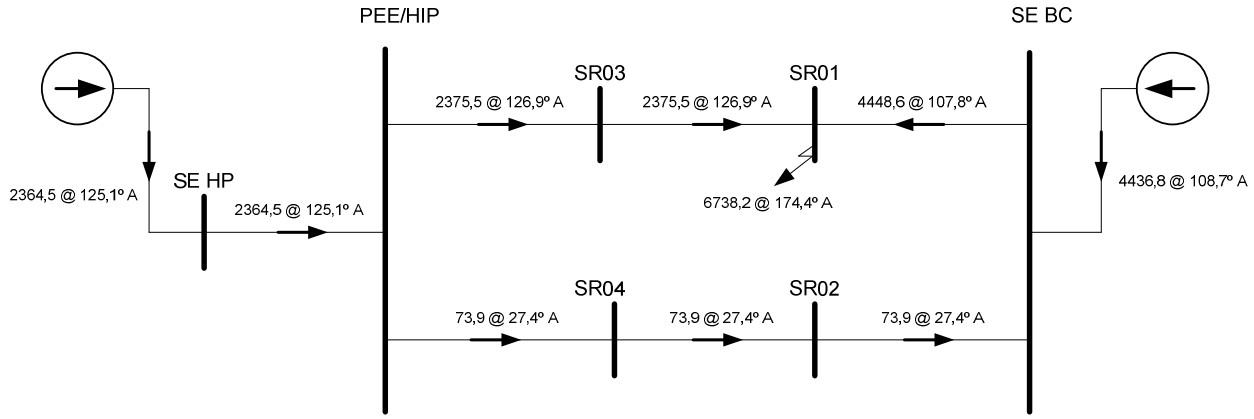


Figura Anexa 33 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 01

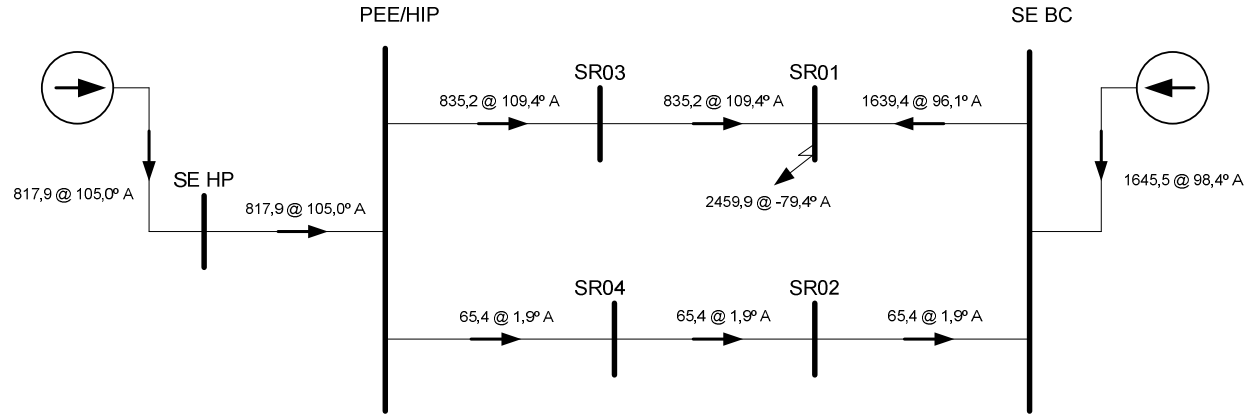


Figura Anexa 34 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 01

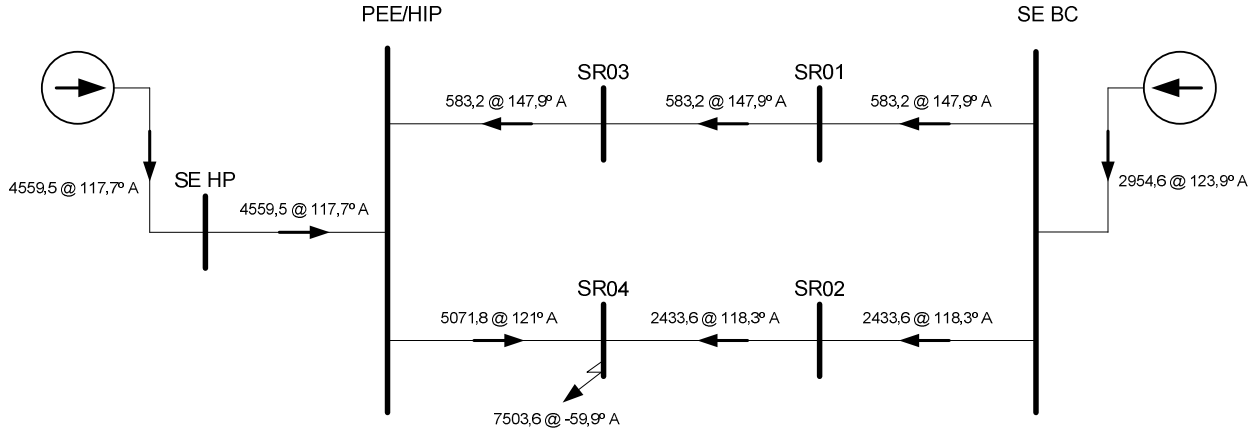


Figura Anexa 35 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 04

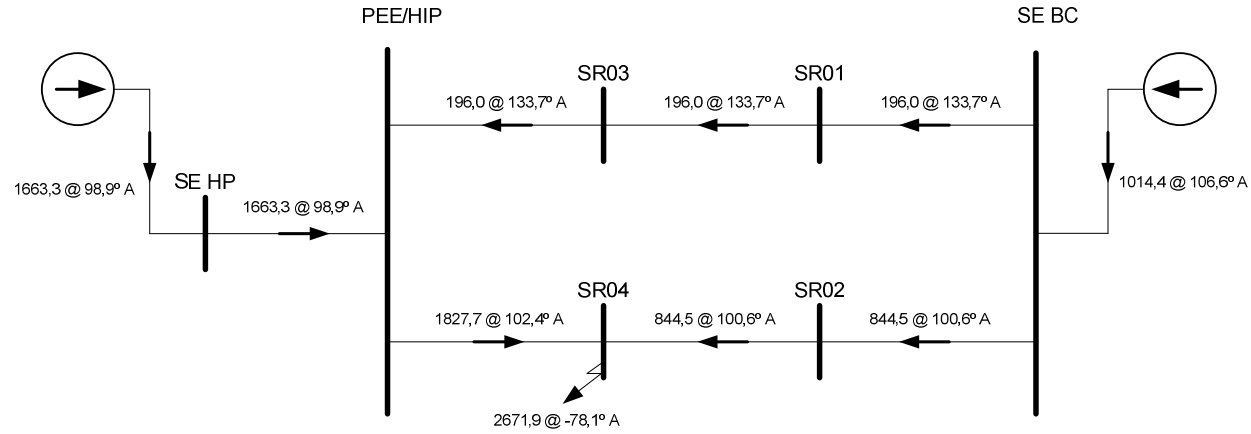


Figura Anexa 36 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 04

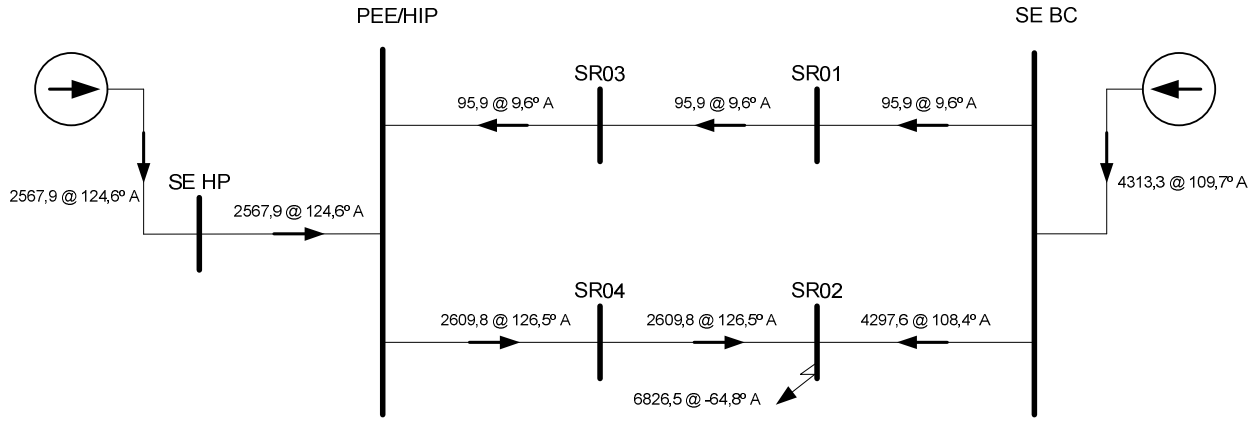


Figura Anexa 37 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 02

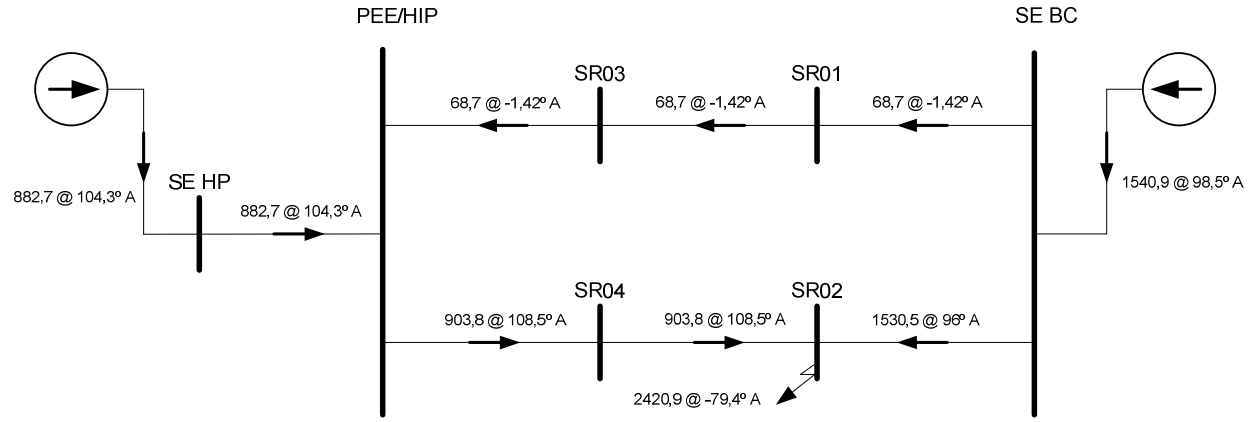


Figura Anexa 38 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 02

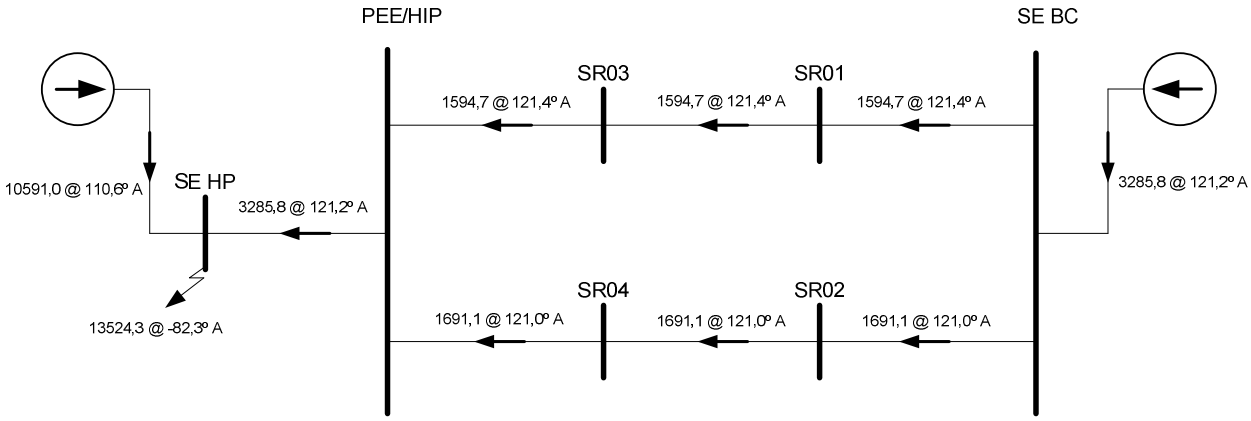


Figura Anexa 39 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SE HP

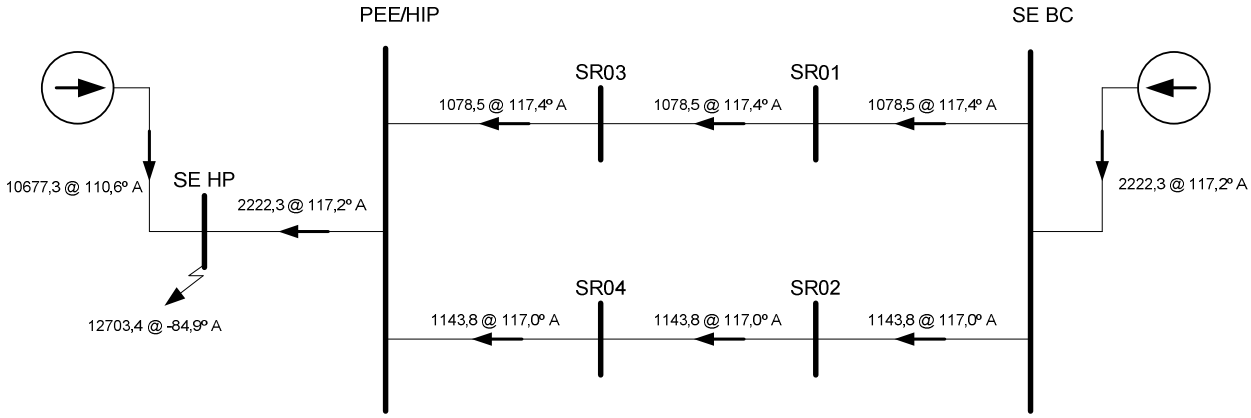


Figura Anexa 40 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SE HP

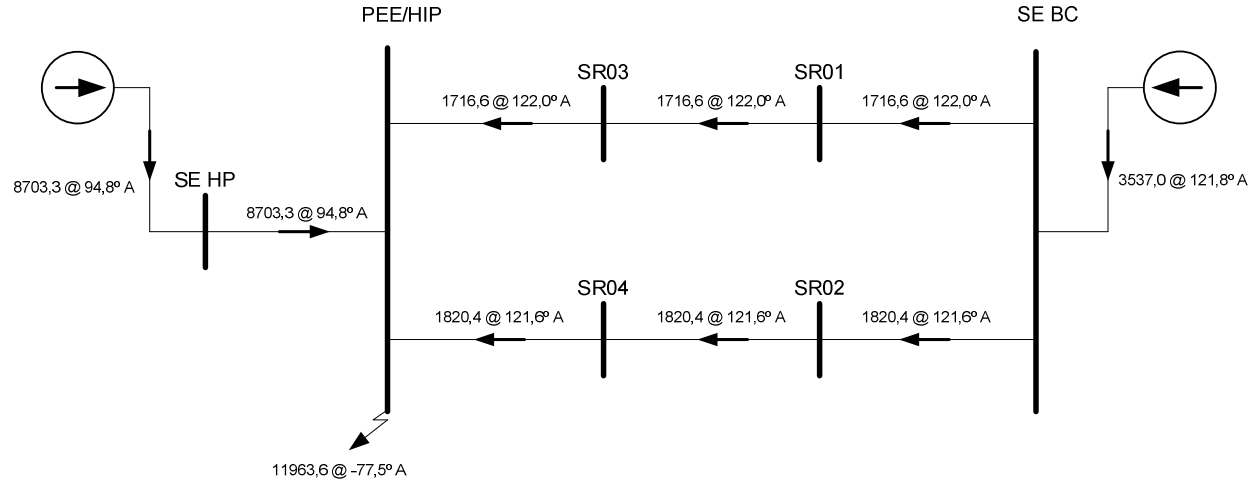


Figura Anexa 41 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico no PEE/HIP

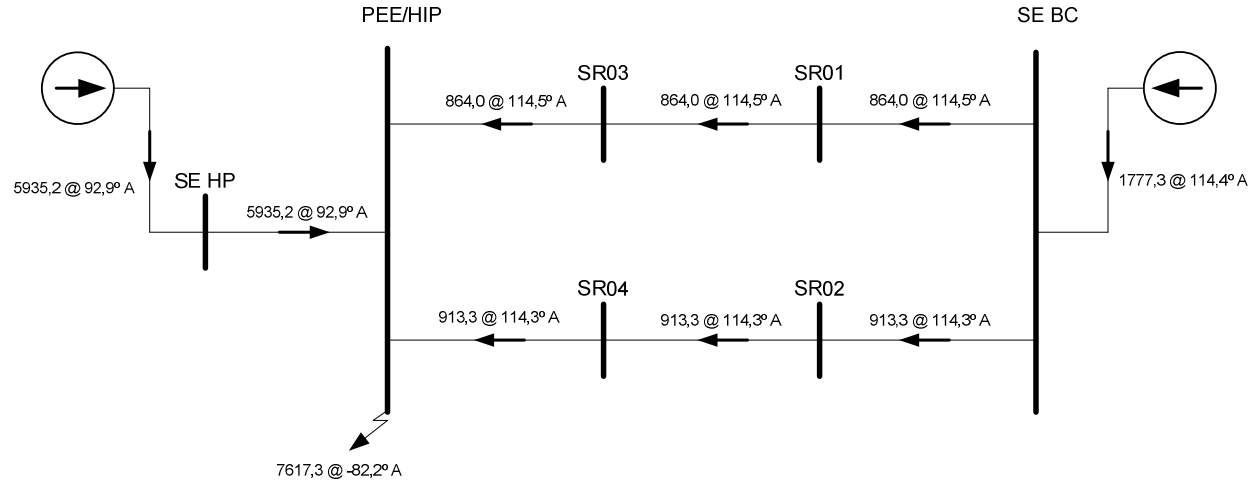


Figura Anexa 42 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra no PEE/HIP

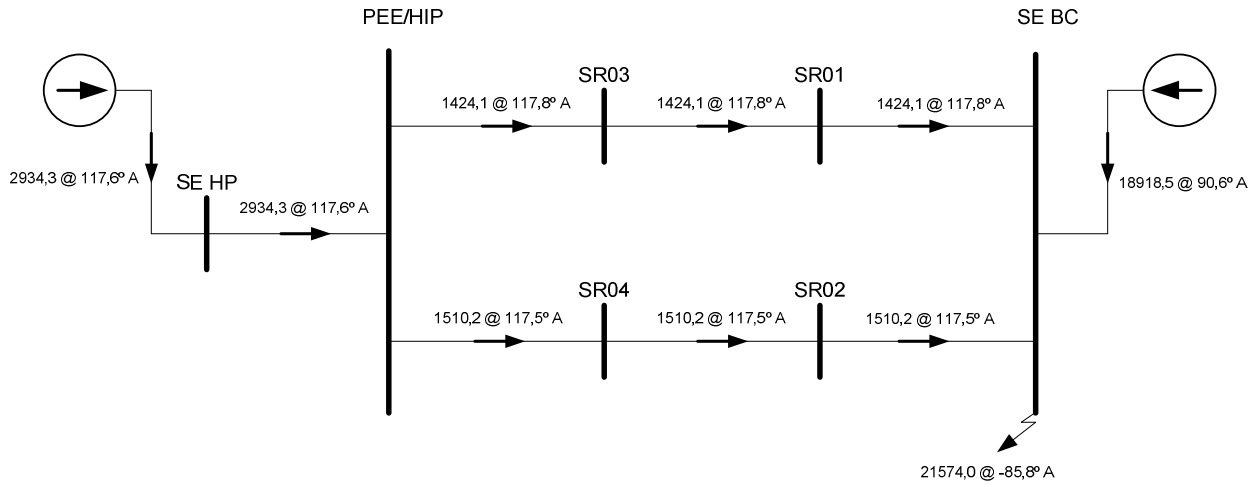


Figura Anexa 43 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SE BC

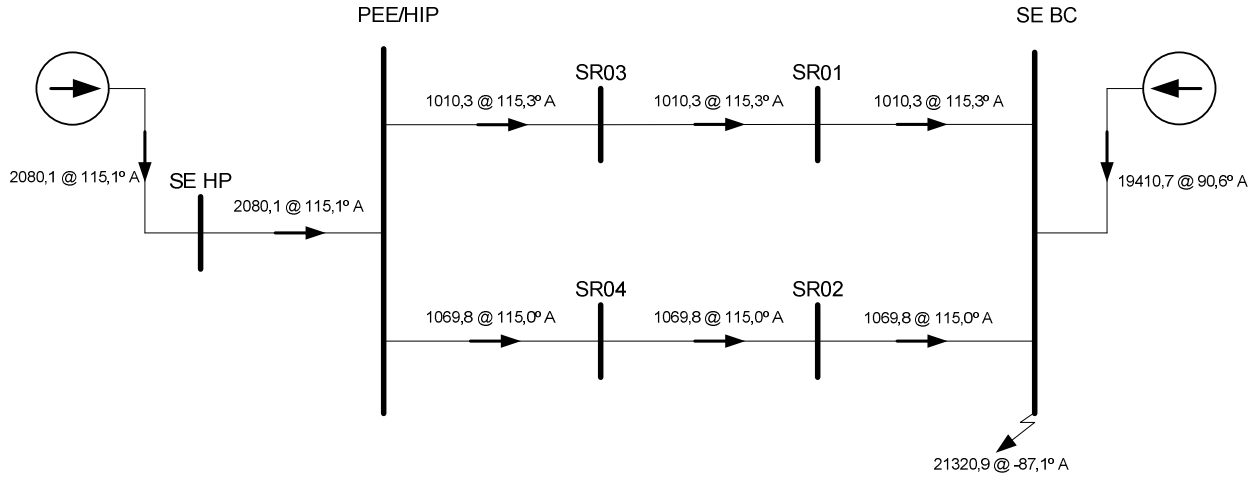


Figura Anexa 44 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SE BC

1.5 Radial Águas Claras

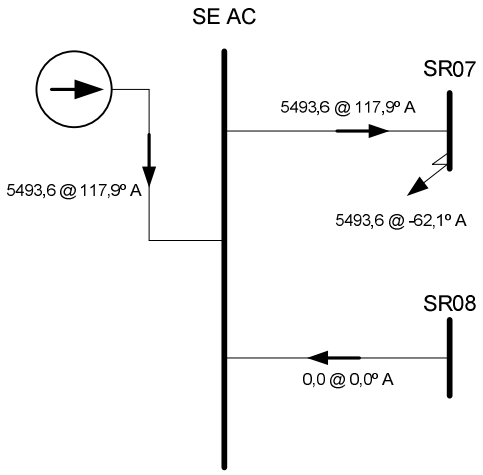


Figura Anexa 45 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 07

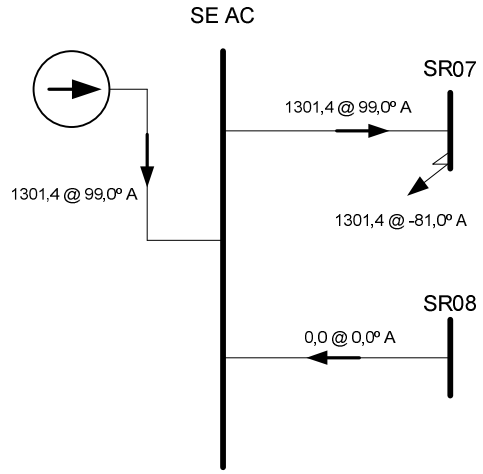


Figura Anexa 46 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 07

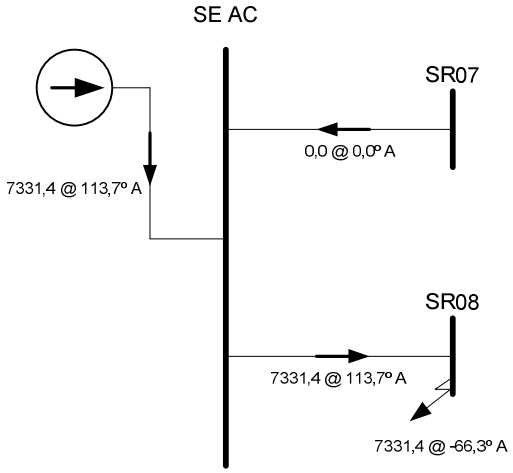


Figura Anexa 47 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 08

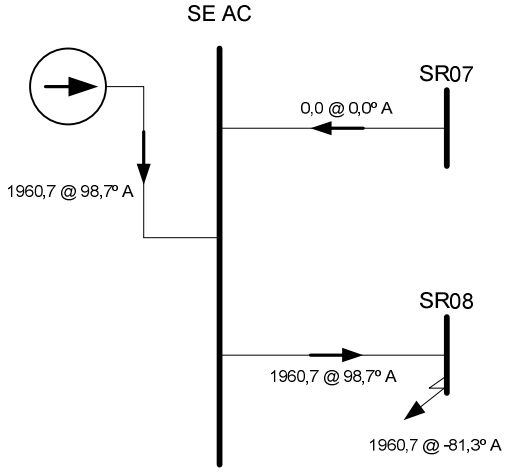


Figura Anexa 48 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 08

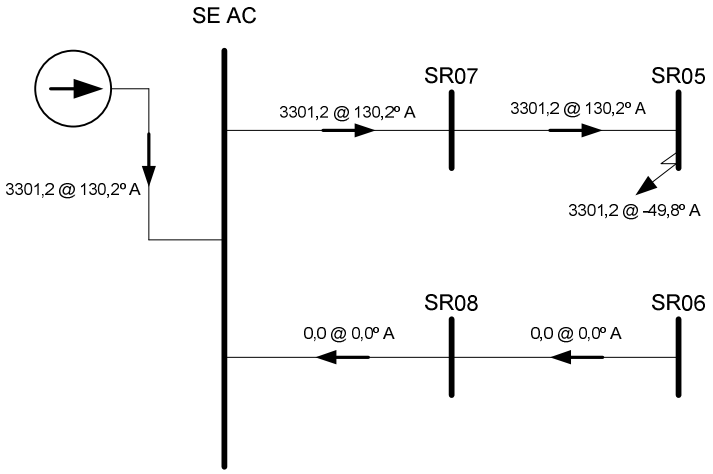


Figura Anexa 49 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 05 (contingência PEE/HIP)

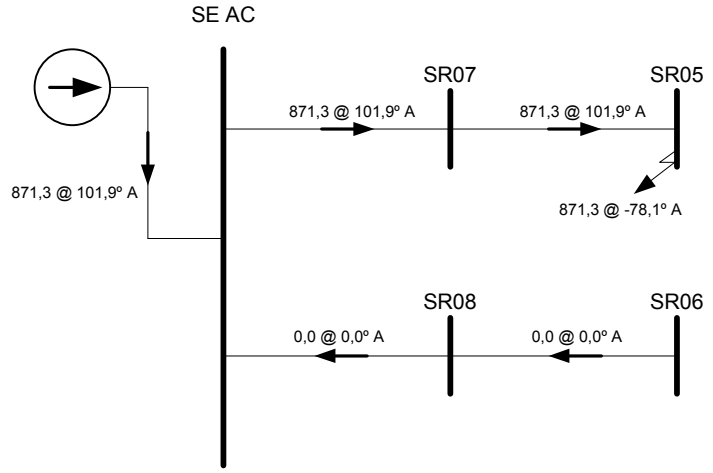


Figura Anexa 50 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 05 (contingência PEE/HIP)

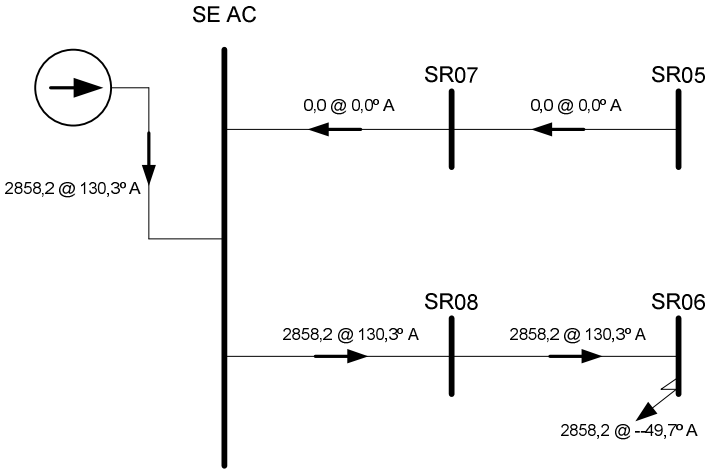


Figura Anexa 51 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 06 (contingência PEE/HIP)

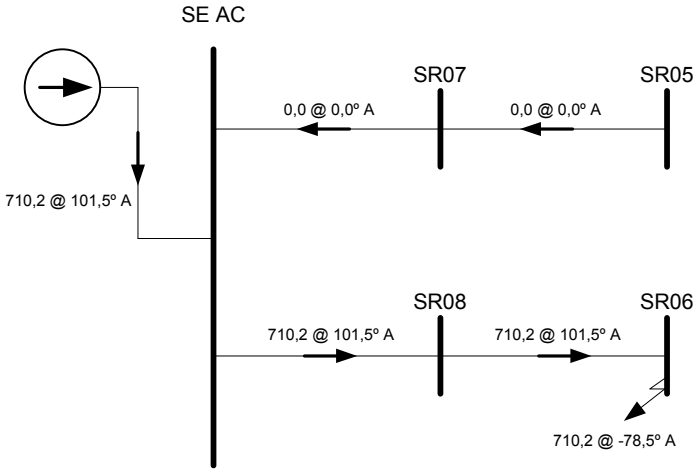


Figura Anexa 52 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 06 (contingência PEE/HIP)

1.6 Radial PEE/HIP

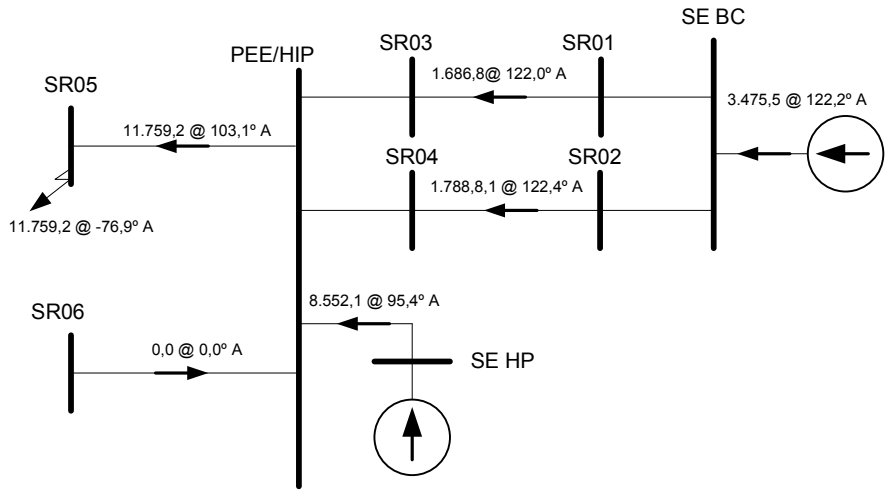


Figura Anexa 53 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 05

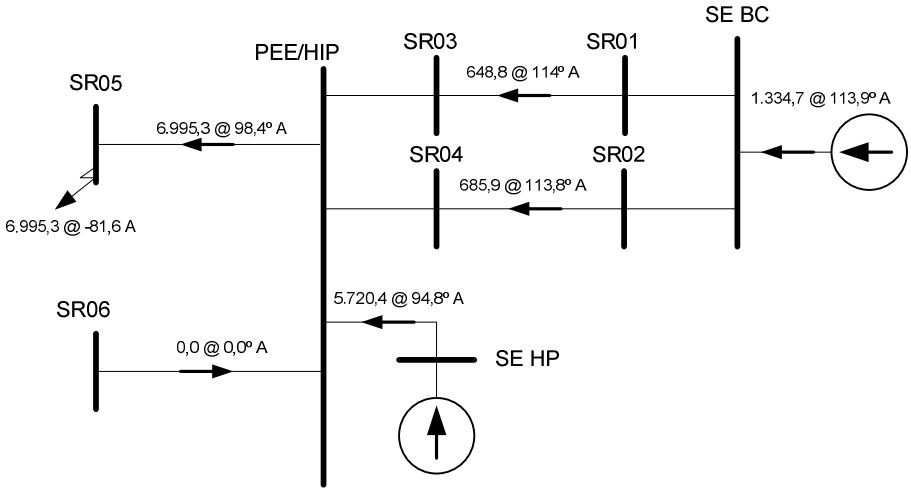


Figura Anexa 54 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 05

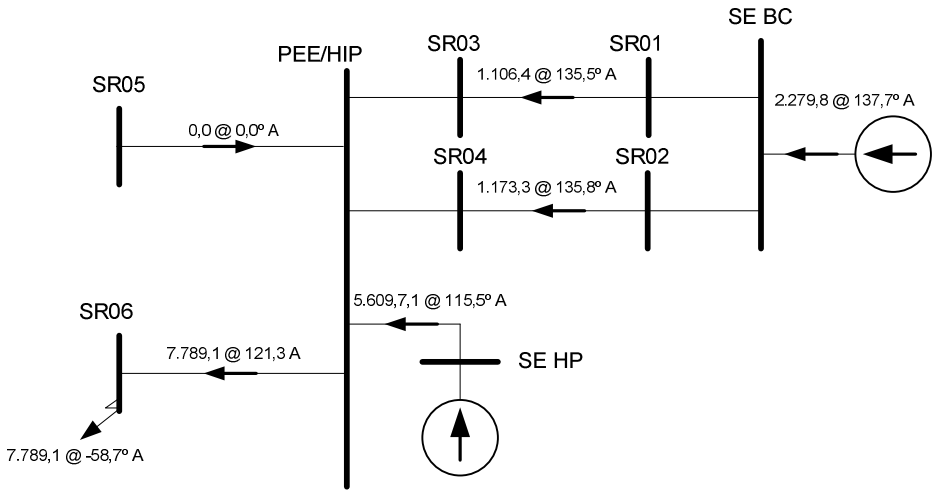


Figura Anexa 55 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 06

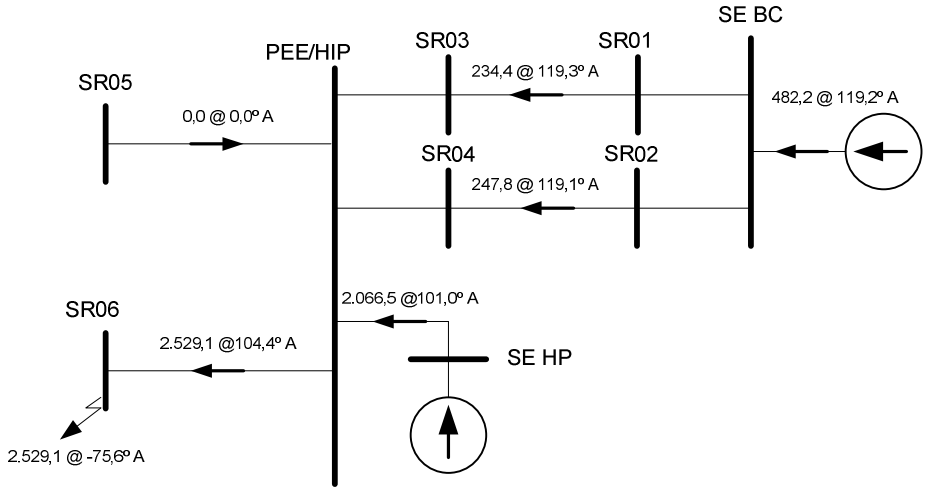


Figura Anexa 56 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 06

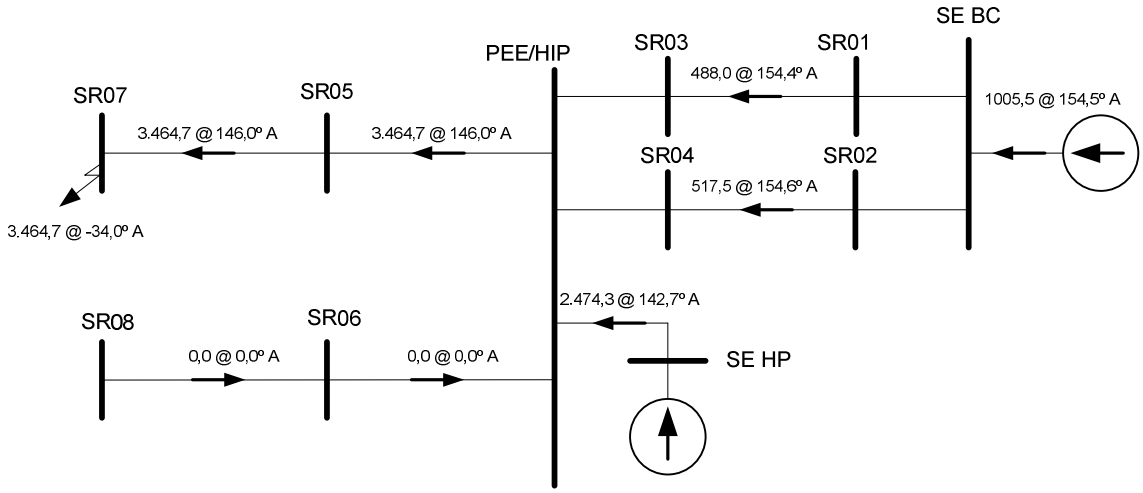


Figura Anexa 57 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 07 (contingência SE AC)

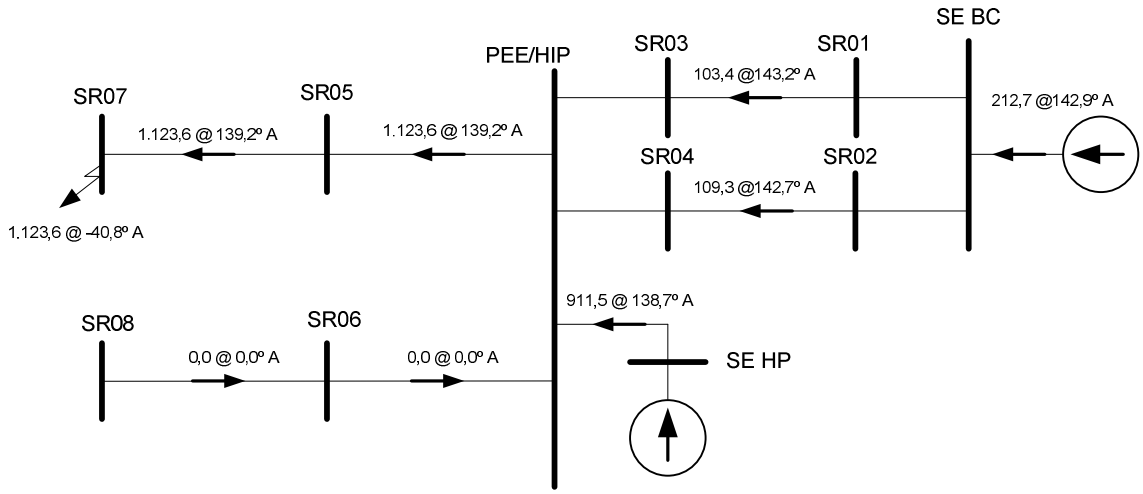


Figura Anexa 58 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 07 (contingência SE AC)

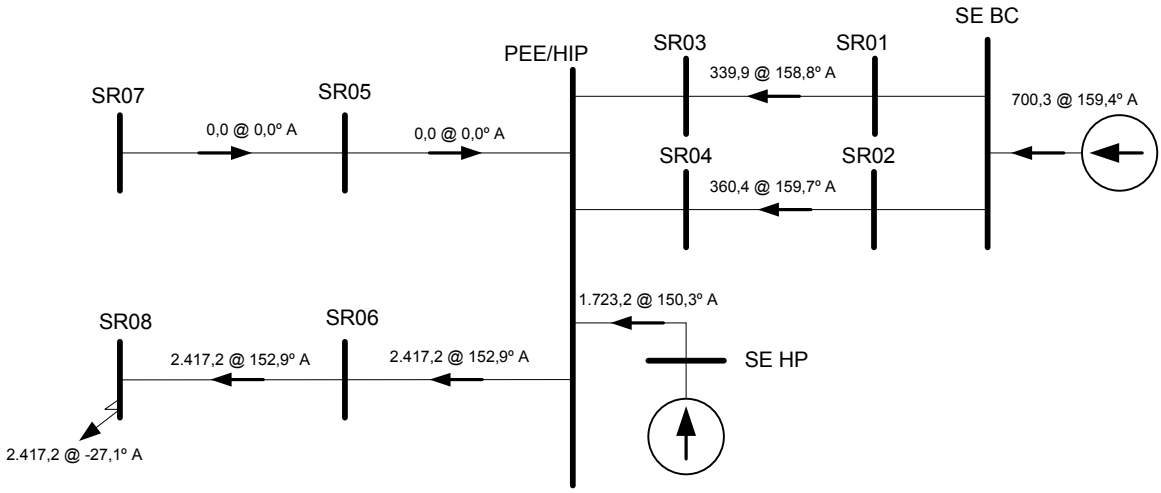


Figura Anexa 59 – Fluxo das correntes de curto-circuito trifásico na SR 08 (contingência SE AC)

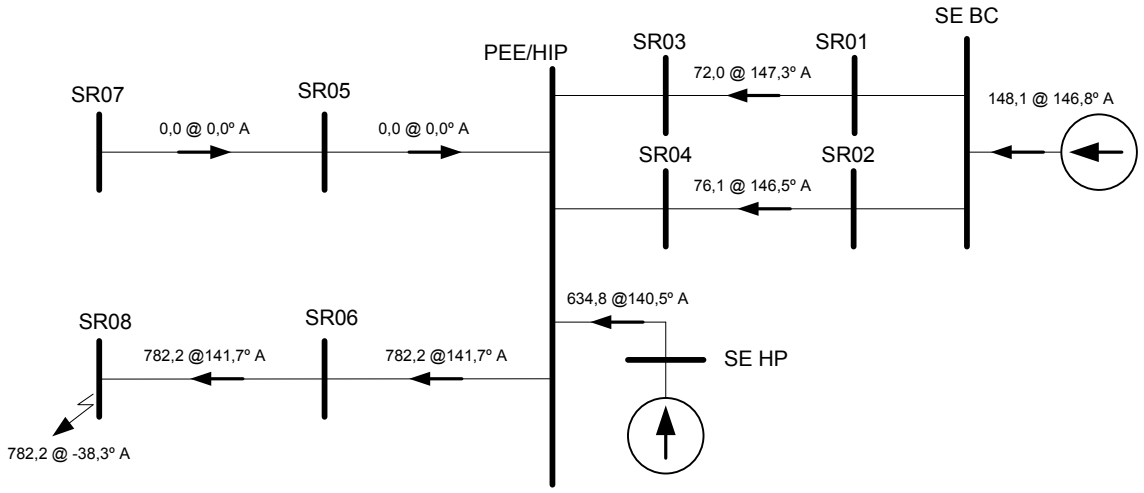


Figura Anexa 60 – Fluxo das correntes de curto-circuito fase-terra na SR 08 (contingência SE AC)

ANEXO VI

CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS EXISTENTES[1]

[1] Características dos equipamentos extraídas das listas de materiais do projeto construtivo dos cubículos de 15 kV.
Referência: LM.6/EB.XX/01.001.

CARACTERÍSTICAS DO EQUIPAMENTOS INSTALADOS NOS CUBÍCULOS DE 15 kV

1. EQUIPAMENTOS COMUNS PARA TODAS AS SUBESTAÇÕES RETIFICADORAS

1.1 DISJUNTOR DE MEDIA TENSAO

- MEIO ISOLANTE: A VACUO
- TENSAO NOMINAL: 15kV
- TENSAO DE OPERACAO: 13,8kV
- CORRENTE NOMINAL: 1250A
- CORRENTE NOM. DE INTERRUPCAO SIMETRICA: 21kA ATE 13.8kV
- CORRENTE NOM. DE ESTABELECIMENTO: 52.5kA EM 13.8kV
- CORRENTE SUPORTAVEL DE CURTA DURACAO: 20kA
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 36kV
- NBI: 95kV
- CICLO DE OPERACAO: O-0,3S-CO-3M-CO
- COMANDO MANUAL: SIM
- COMANDO MOTORIZADO: 125Vcc
- TENSAO NOMINAL MOTOR: 125Vcc
- BOBINA DE FECHAMENTO: 125Vcc
- BOBINA DE ABERTURA: 125Vcc
- BOBINA ANTI-PUMPING: 125Vcc
- BOBINA DE SUB-TENSAO: 125Vcc
- CONTADOR DE OPERACAO: SIM
- BLOQUEIO KIRK: SIM
- CONTATOS AUXILIARES DISPONIVEIS: 6NA + 6NF
- EXECUCAO: FIXA
- INDICADOR DE MOLA CARREGADA: CARREG./DESCARREG.
- TIPO: VAA 5012
- FABRICANTE: AEG
- LITERAIS: Q1, Q2, Q3, Q4

1.2 SECCIONADORA DE MEDIA TENSAO

- NUMERO DE POLOS: TRIPOLAR
- INSTALACAO: INTERNA
- OPERACAO DE ABERTURA: COM CARGA
- TENSAO NOMINAL: 15kV
- TENSAO DE OPERACAO: 13,8kV
- CORRENTE NOMINAL: 630A
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 36kV
- NBI: 95kV
- CORRENTE NOM. DE INTERRUPCAO SIMETRICA: 0,4
- CORRENTE DE INTERRUPCAO DINAMICA: 40kA

- CORRENTE SUPORTAVEL DE CURTA DURACAO: 16kA
- USO C/ BASE FUSIVEL: SIM [FUSIVEL 325mm]
- TIPO DE COMANDO: CIR DIRETO [1920049]
- CONTATO AUXILIAR DE SINALIZACAO-USO INTERNO: 2NA/2NF[1960440]
- POSICAO DE COMANDO: LADO ESQUERDO
- POSICAO DE MONTAGEM: VERTICAL/NORMAL
- HASTE DE ACIONAMENTO: PADRAO 1,5m [1920286]
- TIPO: MVOL-SEA
- FABRICANTE: INEPAR-DIVISAO ELETROMECANICA
- LITERAIS: Q71 , Q72

1.3 FUSIVEL LIMITADOR DE MEDIA TENSAO

- FINALIDADE: LIMITADOR DE CORRENTE
- TENSAO NOMINAL: 12/13,8kV
- TENSAO DE OPERACAO: 13,8kV
- CORRENTE NOMINAL: 4A
- CORRENTE NOMINAL DE INTERRUPCAO SIMETRICA: 20kA
- EQUIPADO COM: PINO PERCURSOR [P]
- INSTALACAO [USO]: INTERNA
- DIMENSOES [E/S]: 292/325 mm
- TIPO: IN21PI
- FABRICANTE: INEPAR-DIVISAO ELETROMECANICA
- LITERAIS: FF51, FF52, FF53, FF61, FF62, FF63

1.4 FUSIVEL LIMITADOR DE MEDIA TENSAO

- FINALIDADE: LIMITADOR DE CORRENTE
- TENSAO NOMINAL: 12/13,8kV
- TENSAO DE OPERACAO: 13,8kV
- CORRENTE NOMINAL: 100A
- CORRENTE NOMINAL DE INTERRUPCAO SIMETRICA: 40kA
- EQUIPADO COM: PINO PERCURSOR [P]
- INSTALACAO [USO]: INTERNA
- DIMENSOES [E/S]: 292/325 mm
- TIPO: IN23PI
- FABRICANTE: INEPAR-DIVISAO ELETROMECANICA
- LITERAIS: FF71, FF72, FF73, FF74, FF75, FF76

1.5 TRANSFORMADOR TRIFASICO

- APLICACAO: SERVICOS AUXILIARES
- ISOLAMENTO: EPOXI
- POTENCIA: 30kVA
- RELACAO: 13800+/-2x2.5% - 380/220V
- LIGACAO: TRIANGULO - ESTRELA
- IMPEDANCIA: 4%
- TENSAO APLICADA: 36kV

- NBI: 95kV
- CLASSE TEMPERATURA: B
- TIPO: TSA-30
- FABRICANTE: SOLTRAN
- LITERAIS: TF1, TF2

1.6 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL DE MEDIA TENSAO

- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TIPO DE ISOLAMENTO: EPOXI
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV
- GRUPO DE LIGACAO: 2
- TIPO DE SECUNDARIO: DUPLO SECUNDARIO
- RELACAO: 13800/R3-115/R3-115/3 V
- CLASSE DE EXATIDAO: 0,6P75-0,6P75
- POTENCIA TERMICA: 250VA
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: VIG-15
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TP21, TP22, TP23, TP31, TP32, TP33

1.7 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL DE MEDIA TENSAO

- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TIPO DE ISOLAMENTO: EPOXI
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV
- GRUPO DE LIGACAO: 1
- TIPO DE SECUNDARIO: SIMPLES
- RELACAO: 13800/115 V
- CLASSE DE EXATIDAO: 0,6P75
- POTENCIA TERMICA: 250VA
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: VIF-15
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TP51, TP52

2 EQUIPAMENTOS ESPECÍFICOS PARA CADA SUBESTAÇÕES RETIFICADORASSR 1

2.1 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- RELACAO: 800-5-5A
- PRECISAO [MED.]: 0,6C12,5
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC21, TC22, TC23

2.2 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 600-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC31, TC32, TC33

2.3 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE MEDIA TENSAO

- TIPO DE ISOLACAO: EPOXI
- CONSTRUCAO: BARRA
- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV

- LIGACAO: RELACAO SIMPLES
- RELACAO: 150-5-5A
- FREQUENCIA: 60Hz
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- LIMITE TERMICO: 80 x In
- LIMITE DINAMICO: 200 x In
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- PRECISAO [MED]: 0,6C25
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- TIPO: KIF-12
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC11, TC12, TC13, TC41, TC42, TC43

SR 2

2.4 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- RELACAO: 800-5-5A
- PRECISAO [MED.]: 0,6C12,5
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC21, TC22, TC23

2.5 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 600-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50

- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC31, TC32, TC33

2.6 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE MEDIA TENSAO

- TIPO DE ISOLACAO: EPOXI
- CONSTRUCAO: BARRA
- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV
- LIGACAO: RELACAO SIMPLES
- RELACAO: 150-5-5A
- FREQUENCIA: 60Hz
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- LIMITE TERMICO: 80 x In
- LIMITE DINAMICO: 200 x In
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- PRECISAO [MED]: 0,6C25
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- TIPO: KIF-12
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC11, TC12, TC13, TC41, TC42, TC43

SR 3

2.7 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 600-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In

- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC21, TC22, TC23

2.8 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 500-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC31, TC32, TC33

2.9 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE MEDIA TENSAO

- TIPO DE ISOLACAO: EPOXI
- CONSTRUCAO: BARRA
- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV
- LIGACAO: RELACAO SIMPLES
- RELACAO: 200-5-5A
- FREQUENCIA: 60Hz
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- LIMITE TERMICO: 80 x In
- LIMITE DINAMICO: 200 x In
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- PRECISAO [MED]: 0,6C25
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- TIPO: KIF-12
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC11, TC12, TC13, TC41, TC42, TC43

SR4

2.10 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 600-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC21, TC22, TC23

2.11 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 500-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC31, TC32, TC33

2.12 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE MEDIA TENSAO

- TIPO DE ISOLACAO: EPOXI
- CONSTRUCAO: BARRA
- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV
- LIGACAO: RELACAO SIMPLES

- RELACAO: 150-5-5A
- FREQUENCIA: 60Hz
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- LIMITE TERMICO: 80 x In
- LIMITE DINAMICO: 200 x In
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- PRECISAO [MED]: 0,6C25
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- TIPO: KIF-12
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC11, TC12, TC13, TC41, TC42, TC43

SR 5

2.13 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 600-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC21, TC22, TC23

2.14 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 500-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In

- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC31, TC32, TC33

2.15 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE MEDIA TENSAO

- TIPO DE ISOLACAO: EPOXI
- CONSTRUCAO: BARRA
- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV
- LIGACAO: RELACAO SIMPLES
- RELACAO: 150-5-5A
- FREQUENCIA: 60Hz
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- LIMITE TERMICO: 80 x In
- LIMITE DINAMICO: 200 x In
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- PRECISAO [MED]: 0,6C25
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- TIPO: KIF-12
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC11, TC12, TC13, TC41, TC42, TC43

SR6

2.16 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 600-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz

- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC21, TC22, TC23

2.17 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE BAIXA TENSAO

- TENSAO DE ISOLACAO: 600V
- TIPO DE ISOLAMENTO: EM BANDAGEM
- CONSTRUCAO: JANELA
- DIAMETRO: 138 +/- 5mm
- FINALIDADE: PROTECAO
- RELACAO: 500-5A
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- CORRENTE TERMICA NOMINAL: 80 x In
- CORRENTE DINAMICA NOMINAL: 200 x In
- FIXACAO: SEM BASE
- FREQUENCIA: 60Hz
- TIPO: BR-0,6
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC31, TC32, TC33

2.18 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE MEDIA TENSAO

- TIPO DE ISOLACAO: EPOXI
- CONSTRUCAO: BARRA
- CLASSE DE ISOLACAO: 15kV
- TENSAO APLICADA 1 MINUTO A FREQUENCIA INDUSTRIAL: 34kV
- NBI: 95kV
- LIGACAO: RELACAO SIMPLES
- RELACAO: 150-5-5A
- FREQUENCIA: 60Hz
- FATOR TERMICO NOMIN.: 1,2
- LIMITE TERMICO: 80 x In
- LIMITE DINAMICO: 200 x In
- FINALIDADE: MEDICAO E PROTECAO
- PRECISAO [MED]: 0,6C25
- PRECISAO [PROT.]: 10B50
- TIPO: KIF-12
- FABRICANTE: BALTEAU
- LITERAIS: TC11, TC12, TC13, TC41, TC42, TC43

SR 7