Metrô - DF	ENGEVIX	CODIFICAÇÃO ENGEVIX P00160/01-5F-ET-0703

SETOR	FILTRO DE HARMÔNICA
ENDEREÇO	GERAL
PROPRIETÁRIO	Metrô – DF
AUTOR DO PROJETO	IDYLIO THOMAZINNI FILHO / FLÁVIO RESENDE GARCIA
RESPONSÁVEL TÉCNICO	

Metrô - DF

IDYLIO THOMAZINNI FILHO CREA N° 5060007017

Metrô - DF

		SISTEMA **ENERGIA**	
		SUBSISTEMA **FILTRO DE HARMÔNICA**	
VISTO ELJ/ RJF	DATA 22/10/2014	LOCAL **GERAL**	
APROVADO RMP	DATA 09/12/2014	COMPONENTES /TIPO DE DOCUMENTO **FILTRO DE HARMONICA** **ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA** **MODERNIZAÇÃO**	AREA DE CONST. -
ESCALA **S/ESC.**	ETAPA DO PROJ. **BÁSICO**		
N MICROFILME	FOLHA 1/48	CODIFICAÇÃO **ET.4/EX.99/11.702**	REVISÃO **1**

1	APROVADO CONFORME PARECER Nº 0534/14-TEN	09/12/2014	FRG	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0A	ATENDENDO PARECER TÉCNICO 0515/14-TEN	10/11/2014	FRG	MS	ITF	ELJ/RJF	RMP
0	EMISSÃO INICIAL	22/10/2014	FRG	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
ET.4/EX.99/11.702

FILTRO DE HARMÔNICAS 13,8 kV

SISTEMA DE ENERGIA
PROJETO BÁSICO

SUMÁRIO

1 OBJETIVO 8

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA 8

3 REQUISITOS GERAIS 9

3.1 CONDIÇÕES DO LOCAL DE INSTALAÇÃO 9

3.2 NORMAS TÉCNICAS 9

3.3 DOCUMENTOS TÉCNICOS 10

3.4 PERMUTABILIDADE 11

3.5 CARACTERÍSTICAS DOS SERVIÇOS AUXILIARES 11

4 EXTENSÃO DO FORNECIMENTO 11

5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERATIVAS DO FILTRO DE HARMÔNICOS 11

5.1 CAPACITORES 12

5.2 REATORES 13

5.3 RESISTORES 13

5.4 CHAVE SECCIONADORA DE ATERRAMENTO TETRAPOLAR (CHAT) 13

5.5 CHAVE SECCIONADORA MONOPOLAR OU TRIPOLAR A VÁCUO PARA MANOBRA CAPACITIVA SOB CARGA POR FILTRO (CHV) 14

5.6 CHAVE SECCIONADORA MONOPOLAR OU TRIPOLAR SEM CARGA (CH) 14

5.7 TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE DESBALANÇO DE NEUTRO (TCD) E DE LINHA (TCL) 14

5.8 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL (TP) 14

5.9 PARA- RAIOS (PR) 15

5.10 DADOS TÉCNICOS DOS FILTROS HARMÔNICOS DEFINIDOS POR INSTALAÇÃO 15

5.11 SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE REMOTO 16

6 REQUISITOS CONSTRUTIVOS 17

6.1 ESTRUTURA SUPORTE 18

6.2 INVÓLUCRO E SUPORTES ISOLANTES 18

6.3 ARRANJO FÍSICO 18
6.4 COMPONENTES PADRONIZADOS 19
6.5 ACESSÓRIOS 19
6.6 FIAÇÃO E BLOCOS TERMINAIS 19
7 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO 20
8 PINTURA E ZINCAGEM 20
8.1 GENERALIDADES 20
8.2 SUPERFÍCIES EXTERNAS 20
8.3 PINTURA DAS SUPERFÍCIES INTERNAS DO EQUIPAMENTO 20
8.4 VERIFICAÇÃO DO PROCESSO DE PINTURA 20
8.5 ZINCAGEM POR IMERSÃO A QUENTE 21
8.6 RETOQUES 21
9 PROVISÕES TÉCNICAS PARA EMBALAGEM, TRANSPORTE E ARMAZENAGEM 21
10 INSPEÇÕES E ENSAIOS 21
10.1 GENERALIDADES 21
10.2 ENSAIOS DE ROTINA 22
10.3 ENSAIOS FINAIS DE RECEBIMENTO 22
10.4 FALHAS EM ENSAIOS 23
11 PENALIDADES POR DESEMPENHO INFERIOR AO GARANTIDO 23
11.1 PERDAS 23
12 INFORMAÇÕES TÉCNICAS APRESENTADAS COM A PROPOSTA 23
13 ANEXO I - FOLHA DE DADOS - FILTROS HARMÔNICOS POR SE/PEE 24
13.1 ANEXO I.1 – SUBESTAÇÃO BRASÍLIA CENTRO 24
13.2 ANEXO I.2 – SUBESTAÇÃO ÁGUAS CLARAS 29
13.3 ANEXO I.3 – SUBESTAÇÃO CEILÂNDIA SUL 35
13.4 ANEXO I.4 – PEE/HIP - HÍPICA 42

14 ANEXO II - LISTA DE DESVIOS E EXCEÇÕES À ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA 48

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Condições Climáticas 9

Tabela 2 - Características dos Serviços Auxiliares 11

1 OBJETIVO

A presente Especificação Técnica tem como objetivo definir as características principais e demais requisitos básicos para o fornecimento do Filtro de Harmônica do projeto de modernização do Metrô - DF.

Os dados técnicos apresentados são preliminares e serão confirmados após os estudos finais de verificação das Interferências das Componentes Harmônicas na Rede de Alimentação do Metrô - DF.

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Número	Descrição do Documento
RT.4/EX.99/00.014	Relatório Técnico– Estudo de Fluxo de Carga – Trecho Existente Modernizado
RT.4/EX.99/00.019	Relatório Técnico– Estudo de Compensação de Reativo e Filtro de Harmônicos - Trecho Expansão
RT.4/EX.99/00.022	Relatório Técnico– Estudo de Compensação de Reativo e Filtro de Harmônicos - Trecho Existente Modernizado
RT.4/EX.99/11.701	Relatório de Medições de Energia e Harmônicos – Metrô DF
DG.4/EX.99/11.701	Filtro de Harmônicas – Brasília Centro - Diagrama Unifilar Geral
DG.4/EX.99/11.702	Filtro de Harmônicas – Águas Claras – Diagrama Unifilar Geral
DG.4/EX.99/11.703	Filtro de Harmônicas – Ceilândia Sul – Diagrama Unifilar Geral
DG.4/EX.10/11.701	Filtro de Harmônicas – Hípica – Diagrama Unifilar Geral
MC.4/EX.99/11.701	Memorial de Cálculo – Filtro de Harmônicas

3 REQUISITOS GERAIS

3.1 Condições do Local de Instalação

Os equipamentos, objeto dessa especificação, serão instalados ao tempo nas subestações SE BC (Brasília Centro), SE AC (Águas Claras), SE CS (Ceilândia Sul) e PEE HIP (Hípica) em locais sujeito às seguintes condições climáticas (fonte: INMET).

Tabela 1 - Condições Climáticas

Condições Ambientais da região	
Altitude acima do nível do mar	1172 m
Clima	Tropical de Altitude
Temperatura máxima anual	40ºC
Temperatura mínima anual	10ºC
Temperatura média diária	20ºC
Umidade relativa, média anual	70%

3.2 Normas Técnicas

Para o projeto, construção e ensaios do equipamento e seus acessórios, bem como toda a terminologia e simbologia adotada deverá ser seguida da prescrição das seguintes normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, em sua última versão, menos do estabelecido de outro modo nesta Especificação Técnica, e nos documentos anexos à mesma:

IEEE 519	Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems
IEC 60099-4	Part. 4 - Metal oxide surge arresters without gaps for AC system
IEC 60282	High-voltage fuses
IEC 61243-1	Live working – Voltage detectors – Part 1: Capacitive type to be used for voltages exceeding 1 kV a.c.
IEC 61243-5	Live working – Voltage detectors – Part 1: Voltage detecting systems (VDS)
NBR 10253	Preparo de superfície de aço - carbono zincado para aplicação de sistema de pintura;
NBR 10443	Tintas e vernizes – Determinação da espessura de película seca;
NBR 11003	Ensaios de aderência em tinta e revestimentos similares - Método de ensaio;

NBR 11297	Pintura para estruturas e equipamentos de aço – carbono zincado - Especificação
NBR 11388	Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas – Especificação
NBR 14039	Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV
NBR 6323	Aço ou ferro fundido – Revestimento de zinco por imersão a quente
NBR 6855	Transformador de potencial – Especificação;
NBR 6856	Transformador de corrente – Especificação;
NBR/IEC 60694	Especificações comuns para normas de equipamentos de manobra de alta tensão e mecanismos de comando.
NR 10	Instalações e Serviços em Eletricidade
NR 15	Atividades e Operações Insalubres
NR 17	Ergonomia

3.3 Documentos Técnicos

A CONTRATADA deverá apresentar para aprovação no formato ABNT, 03 (três) cópias em papel sulfite e uma cópia em formato digital dos documentos técnicos do projeto relacionados abaixo, para análise:

- Folha de dados técnicos e características garantidas e informativas;
- Manual de instruções para montagem, operação e manutenção;
- Memorial de Cálculo do Dimensionamento dos Componentes;
- Memorial de Cálculo do Dimensionamento dos Barramentos
- Catálogo de acessórios;
- Desenho dimensional e placas de identificação;
- Detalhes da base, posição dos furos, esforços sobre a fundação, dimensões e recomendações para fixação;
- Lista de bornes e plaquetas, diagrama de fiação mostrando as ligações entre os diversos componentes entre si e as réguas terminais;
- Lista de sobressalentes;
- Cronograma de fabricação;
- Plano de inspeção e testes;
- Lista de Documentos.

3.4 Permutabilidade

Equipamentos do mesmo tipo e tensão nominal de um mesmo fornecimento devem ser permutáveis tanto física quanto eletricamente.

Peças e dispositivos com funções similares devem ser de projeto e construção idênticos, de modo que possam ser mutuamente permutáveis.

3.5 Características dos Serviços Auxiliares

No local de instalação terá disponibilidade fontes para alimentação dos serviços auxiliares nas seguintes tensões:

Tabela 2 - Características dos Serviços Auxiliares

Tensão	Frequência	Nº fases	∆V
380/220 Vca	60 Hz	3F+N	±10%
125 Vcc	-	-	+10 -20%

4 EXTENSÃO DO FORNECIMENTO

Os seguintes itens estão incluídos no fornecimento coberto por esta Especificação Técnica:

- Projeto de Fabricação;
- Equipamento completo com todos os componentes e acessórios necessários à sua perfeita instalação e operação, incluindo as ferragens, conectores e miscelâneas;
- Ensaios de rotina;
- Provisões para embalagem, transporte e armazenagem;
- Supervisão e Montagem;
- Data-Book.

5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERATIVAS DO FILTRO DE HARMÔNICOS

O Filtro de Harmônica tem como função filtrar as harmônicas provenientes do circuito de tração do Metrô-DF para a rede de corrente alternada da CEB, a fim de evitar problemas decorrentes dessas harmônicas na rede, bem como evitar ressonâncias indesejadas.

Em função de estudos preliminares o projeto dos Filtros de Harmônicas para expansão do Metrô-DF no trecho Anel Ceilândia Sul/Águas Claras e Anel Brasília Centro/Hípica devem filtrar três harmônicas diferentes, 5ª, 7ª e 11ª harmônicas, sendo denominado filtro de tripla sintonia que visam amortizar também os efeitos das harmônicas geradas pelas cargas não lineares existentes na CEB.

Apesar da presença dos Retificadores de 12 pulsos, os resultados obtidos em campo em várias destas aplicações têm mostrado que a resultante harmônica de 13° ordem, quando da instalação filtros de 11° ordem de forma amortecida, não ofende os limites prescritos na IEEE 519 (norma mais rígida referente ao controle das interferências harmônicas). Contudo, essa solução deverá ser confirmada pelo fornecedor dos

equipamentos de filtragem harmônica considerando a avaliação/medição de toda rede de alimentação das SE/PEEs do Metrô-DF em 13,8 kV, as impedâncias dos cabos da rede e as respectivas cargas aplicadas através da realização de novas simulações computacionais.

Cada um dos filtros de harmônicos acima será composto por um banco de capacitores em série com reatores sintonizados na frequência desejada. Apenas o filtro de harmônicos de 11ª ordem é que será amortecido com um resistor instalado em paralelo com o reator.

A operação dos sistemas sem um equipamento de filtragem de harmônicos pode comprometer o funcionamento do Metrô-DF, em virtude dos altos índices de distorção nos PEEs que estão acima dos limites recomendados pela norma IEEE 519/2014 (DHTv < 5%).

Recomenda-se a aplicação de filtros sintonizados na 5ª, 7ª e 11ª ordem, que reduz os níveis de distorção harmônica total de tensão dentro dos limites recomendados pela norma em 13,8 kV (IEEE 519/2014).

Os filtros de harmônicos serão controlados por FP e/ou tempo, através de um relé digital que receberá um sinal de TP e TC instalado nas barras das SEs/PEE.

Os filtros de harmônicos deverão possuir dispositivos (como TCs e multimedidores por fase) que limitem a distorção harmônica total de corrente (DHTi%) a ser drenada por fase devido às fortes influências das harmônicas advindas do sistema elétrico da CEB e que tendem a crescer com o aumento da demanda ao longo dos anos.

Os filtros deverão ter uma lógica crescente de entrada (5ª, 7ª e 11ª ordens) e decrescente de saída (11ª, 7ª e 5ª ordens) que estarão intertravados para evitar outros modos de operação. Os filtros de maior ordem não podem de forma alguma operar sem os filtros de menor ordem, ou seja, o filtro de 11ª ordem não pode operar sem os filtros de 5ª e 7ª ordem e o filtro de 7ª ordem não pode operar sem o filtro de 5ª ordem, para evitar problemas sérios de anti-ressonâncias.

5.1 Capacitores

Capacitor monofásico para exterior, com dielétrico em filme de polipropileno e eletrodos de alumínio com borda dobrada, ou corte a laser, impregnado sob vácuo com líquido isolante biodegradável, em caixa de aço inoxidável, provido de fusíveis internos ou externos, com bucha(s) para conexão externa, resistor de descarga interno, alças de fixação e olhais de suspensão. A capacitância dos capacitores será de responsabilidade de cada fornecedor embasada em estudos específicos que compatibilizem a característica do equipamento com a sintonia do filtro para filtragem das harmônicas nas respectivas ordens (5º, 7º e 11º)

Os capacitores deverão possuir caixas de isolamento que deverão ser confeccionadas em aço inoxidável ferrítico estabilizado para evitar a ocorrência de micro trincas na solda da caixa. Os procedimentos de soldagem devem ser compatíveis com o tipo de aço utilizado, não devendo apresentar estrutura martensítica na região da solda.

O Fornecedor deve informar o tipo de material utilizado na confecção da caixa e os processos utilizados para proteção contra corrosão.

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I.

5.2 Reatores

Reator monofásico, seco, sem núcleo magnético, para exterior, com montagem sobre isoladores de pedestal inclusos no fornecimento. Os reatores deverão possuir telas para proteção contra entrada de aves em ambas as extremidades. As telas deverão ser resistentes à ação de agentes ambientais.

Da mesma forma que para os capacitores a indutância dos reatores será de responsabilidade de cada fornecedor embasada em estudos específicos que compatibilizem a característica do equipamento com a sintonia do filtro para filtragem das harmônicas nas respectivas ordens (5º, 7º e 11º).

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I.

5.3 Resistores

Resistor monofásico, seco, para exterior, material NiCr ou Aço Inoxidável, com montagem sobre isoladores de pedestal inclusos no fornecimento. Os resistores deverão possuir telas para proteção contra entrada de aves em ambas as extremidades.

As telas deverão ser resistentes à ação de agentes ambientais. Da mesma forma que para os capacitores e reatores, a resistência dos resistores será de responsabilidade de cada fornecedor embasada em estudos específicos que compatibilizem a característica do equipamento com o grau de amortecimento desejado para apenas para o filtro de 11ª harmônica.

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I.

5.4 Chave Seccionadora de aterramento tetrapolar (CH_{AT})

A seccionadora de aterramento tetrapolar é utilizada como dispositivo de segurança que aterra o equipamento ao qual está instalada, quando deseja-se realizar manutenção no mesmo. Sua função é garantir o aterramento do equipamento das três fase e neutro, protegendo o trabalhador durante a execução de suas tarefas no equipamento.

A seccionadora de aterramento tetrapolar deve ser instalada em paralelo com o equipamento e possuir lógica de intertravamento com o dispositivo de manobra do mesmo, ou seja, se o dispositivo de manobra estiver fechado (equipamento energizado), a seccionadora deve estar aberta. Caso o dispositivo de manobra esteja aberto (equipamento desenergizado), a seccionadora deve estar fechada.

5.5 Chave Seccionadora monopolar ou tripolar a vácuo para manobra capacitiva sob carga por filtro (CH_V)

Chaves Seccionadoras é um dispositivo mecânico de manobra que na posição aberta assegura uma distância de isolamento, e na posição fechada mantém a continuidade do circuito elétrico nas condições especificadas.

A seccionadora monopolar ou tripolar a vácuo é um dispositivo de manobra que possui a função de conectar ou desconectar o equipamento da rede de energia.

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I

5.6 Chave Seccionadora monopolar ou tripolar sem carga (CH)

Chaves Seccionadoras é um dispositivo mecânico de manobra que na posição aberta assegura uma distância de isolamento, e na posição fechada mantém a continuidade do circuito elétrico nas condições especificadas.

A chave seccionadora sem carga só pode ser manobrada quando o sistema elétrico estiver fora de operação (sem carga). Deve ser configurada com lógica de intertravamento com a seccionadora de aterramento tetrapolar.

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I

5.7 Transformador de Corrente de Desbalanço de Neutro ($TC_{D)}$ e de Linha (TC_L)

Os transformadores de corrente são equipamentos que permitem aos instrumentos de medição e proteção funcionarem adequadamente sem que seja necessário possuírem correntes nominais de acordo com a corrente de carga do circuito ao qual estão ligados. Na sua forma mais simples eles possuem um primário, geralmente de poucas espiras, e um secundário, no qual a corrente nominal transformada é, na maioria das vezes, igual a 5A.

Os transformadores de corrente são utilizados para suprir aparelhos que apresentam baixa resistência elétrica, tais como amperímetros, relés, medidores de energia, etc.

O TC de desbalanço de neutro é instalado no condutor neutro do equipamento e tem a função de medir a corrente de neutro. Quando o ocorrer a falha de uma unidade capacitiva, haverá um desbalanço na tensão sobre o banco e consequentemente uma corrente circulando pelo neutro. O TC medirá a circulação de corrente pelo neutro e enviará tal valor para o relé de proteção que poderá enviar um sinal de trip para o dispositivo de manobra do equipamento.

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I

5.8 Transformador de Potencial (TP)

Os transformadores de potencial são equipamentos que permitem aos instrumentos de medição e proteção funcionarem adequadamente sem que seja necessário possui tensão de isolamento de acordo com a da rede à qual estão ligados. Na sua forma mais simples

eles possuem um enrolamento primário de muitas espiras, e um secundário normalmente padronizado em 115V ou 115/√3.

Os transformadores de potencial são utilizados para suprir aparelhos que apresentam elevada impedância, tais como voltímetros, relés de tensão, bobinas de tensão de medidores de energia, etc.

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I

5.9 Para- Raios (PR)

Para-raios é um equipamento que visa a proteção dos demais equipamentos elétricos conectados a rede de energia, utilizando a propriedades de não-linearidade dos elementos de que são fabricados para conduzir as correntes de descarga associadas às tensões induzidas nas redes.Dados Técnicos dos Filtros Harmônicos definidos por Instalação

Relacionam-se a seguir as soluções de filtragem harmônica definidas nos estudos computacionais de fluxo harmônico realizados para as diversas condições operativas previstas pelos estudos de fluxo de carga.

Observação: Vide especificação técnica no Anexo I

5.10 Dados Técnicos dos Filtros Harmônicos definidos por Instalação

Relacionam-se a seguir as soluções de filtragem harmônica definidas nos estudos computacionais de fluxo harmônico realizados para as diversas condições operativas previstas pelos estudos de fluxo de carga.

5.10.1 Subestação Brasília Centro:

✓ 01 Filtro de Tripla Sintonia Automático com controle por FP e/ou tempo composto de:

- 1º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 4,4H (264 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 2º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 6,5H (390 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 3º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 10,8H (264 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV

Observação: Ver especificação técnica dos filtros no Anexo I. 1

5.10.2 - Subestação Águas Claras:

✓ 01 Filtro de Tripla Sintonia Automático com controle por FP e/ou tempo composto de:

- 1º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 4,4H (264 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 2º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 6,5H (390 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 3º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 10,8H (648 Hz)– 900 kVAr / 13,8 kV

Observação: Ver especificação técnica dos filtros no Anexo I. 2.

5.10.3 - Subestação Ceilândia Sul:

✓ 01 Filtro de Tripla Sintonia Automático com controle por FP e/ou tempo composto de:

- 1º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 4,4H (264 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 2º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 6,5H (390 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 3º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 10,8H (648 Hz)– 900 kVAr / 13,8 kV

Observação: Ver especificação técnica dos filtros no Anexo I. 3

5.10.4 – PEE/HIP - Hípica:

✓ 01 Filtro de Tripla Sintonia Automático com controle por FP e/ou tempo composto de:

- 1º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 4,4H (264 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 2º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 6,5H (390 Hz) – 900 kVAr / 13,8 kV
- 3º Estágio: Filtro Harmônico Sintonizado em 10,8H (648 Hz)– 900 kVAr / 13,8 kV

Observação: Ver especificação técnica dos filtros no Anexo I. 4

Notas Técnicas para todas as Subestações:

a) Os filtros de harmônicos serão controlados por FP e/ou tempo, através de um relé digital que receberá um sinal de TP e TC instalados nas barras dos Painéis de Entrada de Energia.

b) Os filtros deverão ter uma lógica crescente de entrada (5ª, 7ª e 11ª ordens) e decrescente de saída (11ª, 7ª e 5ª ordens) que estarão inter-travados para evitar outros modos de operação.

c) Cada filtro deverá dispor de sistema limitador de distorção harmônica total de corrente que circulará pelo mesmo tendo em vista que grande parte das harmônicas são injetadas pelas cargas residenciais, comerciais e industriais instaladas no sistema elétrico da CEB.

5.11 Sistema de comando e controle remoto

Os filtros de harmônicos poderão ser comandados localmente através do IED de Proteção e Controle que fará o controle por fator de potência (com sinal de tensão e corrente obtidos de TPs e TCs instalados no secundário dos transformadores 138/13,8 kV dos PEEs) e/ou à distância com a função de liga/desliga.

Os equipamentos de controle e supervisão dos filtros de harmônicos devem atender ao protocolo contido na norma IEC 61850.

A entrada dos filtros dar-se-á na ordem crescente de sintonia, ou seja, da menor ordem para a maior ordem (5ª, 7ª e 11ª ordens) e a saída dos mesmos se dará na ordem decrescente de sintonia, da maior ordem para a menor ordem (11ª, 7ª e 5ª ordens).

O projeto de comando e controle deverá prever o intertravamento conforme operação dos filtros supracitada, evitando assim outros modos de operação.

Os filtros de harmônicos deverão ser controlados por FP e/ou tempo, através de relé digital que receberá um sinal de TP e TC instalado na barra de alimentação das SEs.

Os filtros de harmônicos deverão possuir dispositivos (com TCs e multimedidores por fase) que limitem a distorção harmônica total de corrente (DHTi%) por fase devido às fortes influências das harmônicas advindas do sistema elétrico da CEB e que tendem a crescer com o aumento da demanda ao longo dos anos.

Os filtros deverão ter uma lógica crescente de entrada (5ª, 7ª e 11ª ordens) e decrescente de saída (11ª, 7ª e 5ª ordens) que estarão intertravados para evitar outros modos de operação.

6 REQUISITOS CONSTRUTIVOS

As dimensões máximas da área para instalação dos filtros de harmônicas ao tempo é 6500x10000x6000 mm (altura x largura x profundidade) As dimensões do conjunto deverão respeitar as dimensões mínimas de locomoção ao redor do mesmo no local da instalação. Essas dimensões máximas poderão ser modificadas de acordo com as limitações dos locais de instalação em acordo com as normas vigentes.

Para filtros que serão modernizados nas subestações SE BC (Brasília Centro), SE AC (Águas Claras), SE CS (Ceilândia Sul), deverá ser consultada a CEB sobre a área disponível de instalação. Para o filtro de harmônica da PEE HIP (Hípica) não há necessidade desta consulta, pois será instalado dentro das instalações do Metrô-DF.

Os desenhos de Disposição de Equipamentos disponibilizados no projeto básico apresentam as dimensões e arranjo orientativos para os quatros pontos de instalação.

Deverão ser previstas facilidades para içamento do equipamento, adequadamente projetadas, podendo ser do tipo olhal ou cantoneiras removíveis.

Para evitar problemas nas montagens do conjunto a CONTRATADA deverá escolher o melhor método de nivelamento do piso para a perfeita montagem dos cubículos.

Qualquer equipamento deverá ser facilmente identificado através de uma identificação adequada e indelével que permitirá, inclusive, determinar sem dificuldades as suas características elétricas.

Deverão ser gravadas pela CONTRATADA em língua portuguesa, após a apresentação dos arranjos físicos das instalações e a aprovação das listas de gravações.

Deverá ser providenciada pela CONTRATADA a devida sinalização de segurança para atender a norma NR 10.

Todos os componentes necessários para um perfeito desempenho e operação do Filtro deverão estar incluídos no fornecimento.

6.1 Estrutura suporte

Estrutura metálica auto-portante para instalação ao tempo, construída com perfilados de aço galvanizados ou alumínio, em forma de prateleiras ajustadas para acomodar as unidades capacitivas e isoladas entre si por meio de isoladores pedestal, se necessários.

O fornecimento deverá incluir todos os parafusos, porcas, arruelas e chumbadores necessários à montagem da estrutura, acrescidos de cinco por cento.

O banco de capacitores deverá ser projetado para suportar barramento tubular passante, cobre de diâmetro 1" IPS (suporte e conexão incluídos neste fornecimento), que fará interconexão com os componentes do filtro.

6.2 Invólucro e suportes isolantes

O invólucro dos transformadores de corrente, buchas dos capacitores e isoladores suporte, quando de porcelana, deverá ser homogêneo, livre de laminações, cavidades e escorrimentos, bem vitrificado e impenetrável à umidade. A vitrificação deverá ser isenta de imperfeições tais como bolhas ou queimaduras.

Todas as porções de um invólucro ou suporte de porcelana, que possam de algum modo ser expostas à atmosfera, com exceção das juntas ou gaxetas, deverão ser compostas de material não higroscópico, tal como metal ou porcelana vitrificada.

São também aceitáveis buchas ou suportes executados em epóxi cicloalifático adequados ao uso externo ou em borracha EPM.

As peças deverão ser projetadas de maneira a não produzirem esforços indevidos causados pela variação da temperatura e serem adequados para absorver as expansões ou deflexões dos condutores ou partes do circuito principal, resultantes de sobrecargas ou condições transitórias.

A CONTRATADA deverá considerar o nível de poluição na escolha dos invólucros e da distância de escoamento.

6.3 Arranjo Físico

O arranjo físico do conjunto reatores e bancos de capacitores deverá permitir facilidades, durante a intervenção da manutenção, para retirada e colocação de capacitores em qualquer fase. Caso o arranjo do banco tenha racks superpostos ou sem acesso direto do solo, o fornecimento deverá incluir um dispositivo de içamento para retirada e colocação de capacitores da estrutura com roldana e deslocamento longitudinal.

Durante curtos-circuitos os barramentos rígidos com suportes isolantes transmitem esforços aos isoladores com ocorrência de frequentes trincas nos isoladores, principalmente nas extremidades. O Fornecedor deverá dimensionar isoladores que resistam aos esforços ou adotar, por exemplo, conexões passantes nos isoladores ou barramentos seccionados com interligação através de cordoalhas flexíveis com soldas exotérmicas para evitar a ocorrência de pontos quentes nessas conexões.

6.4 Componentes Padronizados

Para padronizar pequenos componentes acessórios e reduzir o número de partes disponíveis de reserva a ser mantido em estoque, o Fornecimento deverá considerar que:

- As lâmpadas deverão usar base com rosca Edson E-27, exceto no caso de lâmpadas especiais de sinalização;
- Os mini disjuntores utilizados nos circuitos de aquecimento e comando, supervisão e controle deverão ter frame único e capacidade compatível com a proteção dos cabos de controle.
- Devem ser utilizado trilhos padrão DIN para fixação dos disjuntores e mini disjuntores.

6.5 Acessórios

Além dos acessórios mencionados anteriormente, o equipamento deverá ser fornecido, no mínimo, com os listados a seguir:

- Provisões para içamento;
- Terminais e conectores para cabos;
- Anilhas para identificação de cabos;
- Bornes terminais;
- Calhas para cabos.

6.6 Fiação e Blocos Terminais

Os bornes terminais deverão ser do tipo moldado com barreiras entre terminais adjacentes, isolamento 750 V, capacidade de condução mínima 30 A e:

- Seção nominal até 16 mm² para circuitos de alimentação de força para motores de acionamento e aquecimento e iluminação;
- Seção nominal até 4 mm² para circuitos de comando e controle e supervisão;
- Para condutores com seções superiores a 16 mm^2, as conexões deverão ser realizadas através de terminais em barra.

Deverão ser incluídos 10% de bornes terminais reservas de cada tipo utilizado, porém não menos que 5 (cinco) reservas em cada régua. Os bornes terminais deverão ser montados e sequenciados de modo que facilite a entrada, a instalação e a identificação dos cabos. Os circuitos deverão ser projetados de modo que não existam mais de dois condutores em qualquer borne terminal.

Os bornes terminais destinados aos diversos circuitos deverão ser agrupados e separados de outras funções deverão ser do tipo prensa fio para acomodar terminais tipo agulha

Todos os condutores da fiação deverão ser do tipo flexíveis, formados por fios de cobre eletrolítico tempera mole, revestidos , isolamento 750 V, antichamas, livre de halogênio, encordoamento classe 4, temperatura 70 ºC.

A fiação deverá correr sempre em calhas apropriadas com tampas removíveis, instaladas no interior do equipamento. As calhas e tampas deverão ser de material não propagador de chama. A fiação fora das calhas deverá ser mínima e, quando utilizada, deverá ser em grupos de cabos amarrados (chicotes), dispostos horizontal e verticalmente e fixados à estrutura. O dobramento do grupo de cabos deverá ter raio de curvatura adequado. A fiação deverá ser contínua, sem emendas ou junções, e ser perfeitamente identificada em ambas as extremidades, por meio de anilhas plásticas, com o mesmo código alfanumérico utilizado na confecção dos desenhos de controle. A anilha de cada condutor deverá identificar o componente e o terminal no qual o condutor estiver ligado.

6.6.1 Padrão de Cores

O padrão de cores para fiação interna e externa deverá seguir o padrão existente atualmente no Metrô - DF.

7 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

A placa de identificação deverá ser de aço inoxidável e fixada por meio de parafusos nas estruturas e fixada por adesivo nos equipamentos, em posição perfeitamente visível, com dizeres em português, gravados em baixo relevo e marcados com tinta indelével.

8 PINTURA E ZINCAGEM

8.1 Generalidades

- Todas as partes metálicas ferrosas deverão ser pintadas ou zincadas conforme esquema abaixo;
- Partes metálicas não ferrosas ou zincadas não serão pintadas.

8.2 Superfícies Externas

8.2.1 Pintura das superfícies ferrosas não zincadas

- A pintura das superfícies ferrosas deverá ser executada em sistema epóxi/poliuretano, conforme NBR-11388.

8.2.2 Cor de acabamento

- Todas as partes metálicas pintadas deverão ter cor de acabamento cinza claro referência Munsell N 6,5.

8.3 Pintura das Superfícies Internas do Equipamento

- A pintura das superfícies internas do equipamento deverá ser executada conforme NBR-11388;
- Não deverá ser utilizado esmalte poliuretano modificado;

8.4 Verificação do Processo de Pintura

- A espessura total da película seca das superfícies pintadas será medida de acordo com as prescrições da NBR 10443;

- A aderência da camada de tinta das superfícies pintadas será verificada de acordo com as prescrições da NBR 11003;
- A aderência requerida para a pintura das superfícies ferrosas será grade zero (GR "0") e para as superfícies não ferrosas ou zincadas deverá ser grade um (GR "1").

8.5 Zincagem por Imersão a Quente

- Toda a zincagem e respectivos ensaios sobre as estruturas metálicas, as chapas, partes roscadas, cantos vivos, parafusos, porcas, arruelas, contra-porcas e ferragens similares deverão ser executados de acordo com a NBR-6323.

8.6 Retoques

- Os veículos, tanto das tintas de fundo como das tintas de acabamento, deverão ser do tipo cuja polimerização para eventuais retoques no campo, não necessite do uso de aparelhagem e materiais especiais tais como aquecedores, preparados químicos, etc.;
- Deverá ser fornecida tinta do mesmo tipo da usada na fábrica, para eventual reparo e manutenção no campo, no mínimo 01 litro por unidade.

9 PROVISÕES TÉCNICAS PARA EMBALAGEM, TRANSPORTE E ARMAZENAGEM

Aplicam-se as disposições NBR IEC 60694.

A embalagem deve ser adequada para transporte que envolva embarques, desembarques e transporte por rodovias não pavimentadas e/ou por via marítima/fluvial. Todas as peças devem ser embaladas em invólucro impermeável, selado, contendo em seu interior meios de absorção de umidade e acondicionadas em caixas totalmente fechadas.

Na embalagem dos quadros e caixas elétricas, componentes e sobressalentes, para evitar problemas de oxidação, deverão ser indicados, quando aplicável:

- Tipo de armazenagem (ao tempo ou abrigado);
- Ligar resistência de aquecimento;
- Potência requerida.

10 INSPEÇÕES E ENSAIOS

10.1 Generalidades

Os componentes deste fornecimento serão submetidos a inspeções e ensaios na fábrica, de acordo com esta especificação e conforme contrato, na presença do inspetor do Metrô - DF

Caso o laboratório de ensaios do Fornecedor não seja suficientemente equipado para execução dos ensaios solicitados, o Fornecedor deverá providenciar a execução em instalações de terceiros.

Certificados dos ensaios de tipo para equipamento de características iguais ou similares às especificadas, deverão ser apresentados com a proposta. Quando a similaridade não for evidente, o Fornecedor deverá apresentar o relatório de similaridade, ficando a critério do Metrô - DF sua aceitação.

Serão aceitos os relatórios que atenderem os seguintes itens:

- Resultados satisfatórios;
- Equipamento igual ou similar ao especificado;
- Datas, dados e características legíveis;
- Ensaios realizados conforme normas específicas.

Todos os ensaios executados após a data da adjudicação do contrato serão testemunhados pelo Metrô - DF.

A execução de ensaios sem a presença do Metrô - DF deverá feita somente com autorização por escrito.

10.2 Ensaios de Rotina

10.2.1 Capacitores

- Ensaio de estanqueidade, conforme NBR5282, item 6.3.1;
- Tensão aplicada entre terminais;
- Tensão aplicada entre terminais e caixa;
- Medição da capacitância;
- Medição do fator de perdas;
- Medição da resistência ôhmica do dispositivo interno de descarga;
- Pintura: espessura, conforme NBR 10443;
- Aderência, conforme anexo D, NBR 12479.

10.2.2 Reatores

- Resistência elétrica do enrolamento;
- Perdas;
- Corrente;
- Impedância.

10.3 Ensaios Finais de Recebimento

- O equipamento deverá ser submetido aos ensaios de aceitação do equipamento em campo;
- Caso os valores atingidos não correspondam aos obtidos na fábrica, o custo desse reparo ficará por conta da CONTRATADA.

10.4 Falhas em Ensaios

- No caso de repetição da falha, o Inspetor do Metrô - DF deverá ter acesso às instalações da CONTRATADA, desenhos, cálculos, resultados de ensaios em protótipos e qualquer outra informação que a Metrô - DF possa utilizar para orientação;
- Em caso de falha do dielétrico durante um ensaio, todos os ensaios dielétricos serão repetidos, tão logo a falha seja localizada e superada;
- Todos os procedimentos e materiais necessários ao reparo do equipamento decorrentes de falhas nos ensaios não acarretarão quaisquer ônus para a Metrô-DF.

11 PENALIDADES POR DESEMPENHO INFERIOR AO GARANTIDO

11.1 Perdas

No caso os valores garantidos não serem atendidos, o Metrô - DF se reserva o direito de rejeitar ou não o equipamento.

12 INFORMAÇÕES TÉCNICAS APRESENTADAS COM A PROPOSTA

O PROPONENTE deverá anexar a todas as vias de sua proposta, os documentos relacionados a seguir e de outros que julgar necessários para melhor caracterizar o equipamento ofertado:

- Desenho preliminar do equipamento, indicando as dimensões principais, massa e localização dos componentes e acessórios;
- Se possível, apresentar catálogos e descrições preliminares de todos os componentes, acessórios e dispositivos do equipamento, de modo a possibilitar a verificação do atendimento aos requisitos especificados;
- Lista de desvios e exceções à Especificação Técnica (anexo II);
- Tabela de Características Garantidas e Informativas Anexas a presente Especificação Técnica, devidamente preenchida;
- Lista contendo as quantidades adquiridas por outros clientes, seus nomes, datas da compra do equipamento, contendo tipo ou modelo e características principais dos mesmos

13 ANEXO I - FOLHA DE DADOS - FILTROS HARMÔNICOS POR SE/PEE

13.1 ANEXO I.1 – SUBESTAÇÃO BRASÍLIA CENTRO

ANEXO I.1 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE FILTROS DE HARMÔNICOS PARA O METRO - DF								
Subestação: Brasília Centro		**Quantidade => 01 Conjunto de tripla sintonia**						
Item	**Descrição**	**Un.**	**Filtro Harmônico Especificado**			**Filtro Harmônico Propostos**		
	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	-	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**
1	Temperatura máxima do ambiente	°C	40	40	40			
2	Altitude	m	<1200	<1200	<1200			
3	Umidade relativa	%	70	70	70			
4	Proximidade do mar	-	não	não	não			
5	Atmosfera corrosiva (sim /não)	-	não	não	não			
	SISTEMA ELÉTRICO	-						
6	Tensão nominal para alimentação do filtro	kV	13,8	13,8	13,8			
7	Sobretensão máxima de operação prevista	%	10	10	10			
8	Tensão de controle	Vcc	125	125	125			
9	Tensão auxiliar	Vca	220	220	220			
10	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
11	Neutro do sistema solidamente aterrado (sim /não)	-	sim	sim	sim			
	Nível de curto-circuito no barramento do cubículo de alimentação	-						
12	Assimétrico de pico (1/2 ciclo)	kA	62,5	62,5	62,5			
13	Simétrico (4 ciclos)	kA	25	25	25			
	FILTRO DE HARMÔNICOS	**-**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**			
14	Quantidade	-	01	01	01			
15	Potência Efetiva em 13,8 kV	kVAr	915,7	889,46	875,92			
16	Corrente de trabalho a 60 Hz	A	38,19	37,21	36,65			
17	Conteúdo harmônico máximo previsto	%	120	120	120			
18	Ordem Harmônica de sintonia	Hz	264 (4,4H)	390 (6,5H)	648 (10,8H)			
19	Tensão máxima de Operação contínua	kV	15,18	15,18	15,18			
	BANCO DE CAPACITORES							
20	Quantidade	-	1	1	1			

21	Tipo de ligação	-	Estrela Isolada	Estrela Isolada	Estrela Isolada			
22	Potência trifásica nominal	kVAr	2850	2850	2850			
23	Tensão de linha nominal	kV	25,0	25,0	25,0			
24	Corrente nominal	A	65,8	65,8	65,8			
25	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
	Capacitância	-						
26	Valor nominal por fase	µF	12,06	12,06	12,06			
27	Tolerância de cada unidade individual	%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%			
28	Tolerância por fase do banco	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
29	Tolerância de capacitância entre fases	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
30	Perdas a 20 °C (inferiores a)	W/kVAr	0,3	0,3	0,3			
	Nível de isolação contra terra	-						
31	TSI (1,2 x 50 µs)	kV	110	110	110			
32	À freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
	REATOR							
33	Quantidade	-	03	03	03			
34	Tensão nominal do sistema	kV	13,8	13,8	13,8			
35	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	Ar natural	Ar natural	Ar natural			
	Indutância	-						
36	Valor nominal	mH	30,05	13,77	4,99			
37	Tolerância por fase	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
38	Tolerância entre fases	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
39	Corrente nominal (incluindo harmônicos)	A	90,0	90,0	90,0			
40	Fator de qualidade do reator na freqüência de sintonia	-	>50	>50	>50			
41	*Taps* (quantidade /%)	%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%			
	Corrente de curto-circuito	-						
42	Térmica (1 s)	kA	25,0	25,0	25,0			
43	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
44	Perdas ativas por fase (inferior a)	W	Informar	Informar	Informar			
	Temperatura máxima	-						
45	Ambiente	°C	40	40	40			

46	Sobrelevação Máxima	°C	50	50	50			
	Nível de isolação contra terra	- D16sim						
47	TSI	kV	110	110	110			
48	À freqüência industrial	kV	34	34	34			
	RESISTOR							
49	Quantidade	-	-	-	03 unidade / filtro			
50	Tensão nominal do sistema	kV	-	-	13,8			
51	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	-	-	Ar natural			
52	Tipo de material utilizado		-	-	NiCr ou Aço Inoxidável			
53	**Resistência**	-	-	-				
54	Valor nominal	Ω	-	-	93,2			
55	Tolerância por fase	%	-	-	+ou- 5%			
56	Tolerância entre fases	%	-	-	+ou- 5%			
57	Corrente nominal	A	-	-	10,0			
58	**Corrente de curto-circuito**	-	-	-				
59	Térmica (1 s)	kA	-	-	25			
60	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	-	-	62,5			
	Temperatura máxima	-	-	-				
61	Ambiente	°C	-	-	40			
62	Sobrelevação	°C	-	-	Favor informar			
	Nível de isolação contra terra	-	-	-				
63	TSI	kV	-	-	110			
64	À freqüência industrial	kV	-	-	34			
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR SEM CARGA							
65	Quantidade	-	01	01	01			
66	Classe de tensão	kV	15	15	15			
67	Corrente nominal (mínimo)	A	>=200	>=200	>=200			
68	Corrente suportável de curta duração (1 s)	kA	20	20	20			
69	Corrente suportável dinâmica (crista)	kA pico	50	50	50			

70	TSI (1,2 x 50 µs)	kV	110	110	110			
71	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
72	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
73	Classe de isolação	kV	15	15	15			
74	Número de pólos	-	3	3	3			
75	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	2NA + 2NF	2NA + 2NF	2NA + 2NF			
	CHAVE DE ATERRAMENTO TETRAPOLAR							
76	Quantidade	-	01	01	01			
77	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
78	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
79	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
80	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	25	25	25			
81	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
82	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	4NA + 4NF	4NA + 4NF	4NA + 4NF			
83	**CHAVE DE MANOBRA A VÁCUO**							
84	Quantidade	-	03	03	03			
85	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
86	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
87	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
88	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	>9 (9)	>9 (9)	>9 (9)			
89	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	>22,5	>22,5	>22,5			
	TC DE DESEQUILIBRIO DE NEUTRO							
90	Quantidade	-	01	01	01			
91	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
92	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
93	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
94	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			

95	Classe de isolação	kV	15	15	15			
96	Corrente primária nominal	A	15	15	15			
97	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			
98	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	1,2(9)	1,2(9)	1,2(9)			
99	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	3	3	3			
100	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	PARÁ-RAIOS							
101	Quantidade	-	03					
102	Tipo	-	ZnO					
103	Instalação		Externa					
104	Tensão nominal	kV	15					
105	Máxima tensão contínua de operação (MCOV)	kV	12					
106	Energia para um impulso com duração de 4ms	kJ/kV	4,1					
107	Corrente nominal de descarga (onda 8/20 µs)	kA	10					
108	Classificação descarga de linha (1 a 5)	-	2					
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE LINHA							
109	Quantidade	-	01	01	01			
110	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
111	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
112	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
113	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
114	Classe de isolação	kV	15	15	15			
115	Corrente primária nominal	A	80	80	80			
116	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			
117	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	6,4(9)	6,4(9)	6,4(9)			
118	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	16	16	16			
119	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	SISTEMA DE CONTROLE DE REATIVOS							
120	Tipo	-	Tempo / FP					
121	Quantidade	-	1 (ver Nota 7)					

	SISTEMA DE LIMITAÇÃO DE HARMÔNICOS							
122	Quantidade	-	01 / fase	01 / fase	01 / fase			
123	Grandezas que devem ser limitadas	-	DHTi(%)	DHTi(%)	DHTi(%)			
124	Outras grandezas que devem ser monitoradas no filtro	-	A, V, kvar	A, V, kvar	A, V, kvar			
125	Limite máximo de distorção de corrente previsto	%	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)			
	Inspeção e Testes							
126	Ensaios de Rotina	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)			
127	Ensaios de Tipo	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)			
128	NBR-5289-ABNT Capacitores de Potência - Método de Ensaio.		SIM	SIM	SIM			
129	NBR-7569 Reatores para Sistemas de Potência - Método de Ensaio		SIM	SIM	SIM			
130	NBR-6821-ABNT Transformadores de Corrente - Ensaios;		SIM	SIM	SIM			
131	NBR-6936-ABNT Técnicas de Ensaios Elétricos de Alta Tensão - Padronização.		SIM	SIM	SIM			

Notas Explicativas

(1) O PROPONENTE deverá indicar / informar na espaço "PROPOSTO" todas as características do equipamento.

(2) É indispensável a apresentação, pelo PROPONENTE, da relação dos desvios da especificação relativos ao equipamento proposto.

(3) Fornecer preço em separado para os ensaios de tipo.

(4) Os ensaios de rotina são destinados a detectarem falhas em materiais e na fabricação. Eles devem ser executados de acordo com as prescrições das normas técnicas de cada equipamento, indicadas neste documento, e devem ser feitos em todas as unidades.

(5) O Fornecedor deve fornecer um certificado de ensaios de tipo realizados em equipamentos de mesmas características dos utilizados no fornecimento.

(6) O multimedidor de grandezas elétricas tem a função de monitorar as tensões e correntes circulantes no filtro de harmônicos e retirar de operação os filtros caso a distorção harmônica máxima exceda aos limites previstos de projeto.

(7) O sistema de controle de reativos será por fator de potência e/ou tempo e receberá os sinais de corrente e tensão de TCs e TPs instalados na barra de alimentação do Metrô-DF visando evitar o pagamento de multas por baixo FP, indutivo (<0,92ind) ou capacitivo (<0,92cap).

(8) O fornecedor deverá realizar medições e estudos comprobatórios nas SEs onde deverão instalados os filtros de harmônicos visando garantir as condições de contornos propostas nesta especificação técnica. O Metrô - DF deverá disponibilizar um cubículo com disjuntor para manobra e proteção para o filtro de tripla sintonia de no mínimo 630 A - 15,0 kV - 25 kA.
(9) Os níveis de curto circuito dos equipamentos instalados abaixo do reator são limitados pela presença do mesmo.

13.2 ANEXO I.2 – SUBESTAÇÃO ÁGUAS CLARAS

ANEXO I.2 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE FILTROS DE HARMÔNICOS PARA O METRO - DF								
Subestação: Águas Claras		**Quantidade => 01 Conjunto de tripla sintonia**						
Item	**Descrição**	**Un.**	**Filtro Harmônico Especificado**			**Filtro Harmônico Propostos**		
	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	-	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**
1	Temperatura máxima do ambiente	°C	40	40	40			
2	Altitude	m	<1200	<1200	<1200			
3	Umidade relativa	%	70	70	70			
4	Proximidade do mar	-	não	não	não			
5	Atmosfera corrosiva (sim /não)	-	não	não	não			
	SISTEMA ELÉTRICO	-						
6	Tensão nominal para alimentação do filtro	kV	13,8	13,8	13,8			
7	Sobretensão máxima de operação prevista	%	10	10	10			
8	Tensão de controle	Vcc	125	125	125			
9	Tensão auxiliar	Vca	220	220	220			
10	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
11	Neutro do sistema solidamente aterrado (sim /não)	-	sim	sim	sim			
	Nível de curto-circuito no barramento do cubículo de alimentação	-						
12	Assimétrico de pico (1/2 ciclo)	kA	62,5	62,5	62,5			
13	Simétrico (4 ciclos)	kA	25	25	25			
	FILTRO DE HARMÔNICOS	**-**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**			
14	Quantidade	-	01	01	01			
15	Potência Efetiva em 13,8 kV	kVAr	915,7	889,46	875,92			
16	Corrente de trabalho a 60 Hz	A	38,19	37,21	36,65			
17	Conteúdo harmônico máximo previsto	%	120	120	120			
18	Ordem Harmônica de sintonia	Hz	264 (4,4H)	390 (6,5H)	648 (10,8H)			
19	Tensão máxima de Operação contínua	kV	15,18	15,18	15,18			
	BANCO DE CAPACITORES							
20	Quantidade	-	1	1	1			
21	Tipo de ligação	-	Estrela Isolada	Estrela Isolada	Estrela Isolada			
22	Potência trifásica nominal	kVAr	2850	2850	2850			

23	Tensão de linha nominal	kV	25,0	25,0	25,0			
24	Corrente nominal	A	65,8	65,8	65,8			
25	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
	Capacitância	-						
26	Valor nominal por fase	µF	12,06	12,06	12,06			
27	Tolerância de cada unidade individual	%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%			
28	Tolerância por fase do banco	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
29	Tolerância de capacitância entre fases	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
30	Perdas a 20 °C (inferiores a)	W/kVAr	0,3	0,3	0,3			
	Nível de isolação contra terra	-						
31	TSI (1,2 x 50 µs)	kV	110	110	110			
32	À freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
	REATOR							
33	Quantidade	-	03	03	03			
34	Tensão nominal do sistema	kV	13,8	13,8	13,8			
35	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	Ar natural	Ar natural	Ar natural			
	Indutância	-						
36	Valor nominal	mH	30,05	13,77	4,99			
37	Tolerância por fase	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
38	Tolerância entre fases	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
39	Corrente nominal (incluindo harmônicos)	A	90,0	90,0	90,0			
40	Fator de qualidade do reator na freqüência de sintonia	-	>50	>50	>50			
41	*Taps* (quantidade /%)	%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%			
	Corrente de curto-circuito	-						
42	Térmica (1 s)	kA	25,0	25,0	25,0			
43	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
44	Perdas ativas por fase (inferior a)	W	Informar	Informar	Informar			
	Temperatura máxima	-						
45	Ambiente	°C	40	40	40			
46	Sobrelevação Máxima	°C	50	50	50			
	Nível de isolação contra terra	-						

		D16sim						
47	TSI	kV	110	110	110			
48	À freqüência industrial	kV	34	34	34			
	RESISTOR							
49	Quantidade	-	-	-	03 unidade / filtro			
50	Tensão nominal do sistema	kV	-	-	13,8			
51	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	-	-	Ar natural			
52	Tipo de material utilizado		-	-	NiCr ou Aço Inoxidável			
53	**Resistência**	-	-	-				
54	Valor nominal	Ω	-	-	93,2			
55	Tolerância por fase	%	-	-	+ou- 5%			
56	Tolerância entre fases	%	-	-	+ou- 5%			
57	Corrente nominal	A	-	-	10,0			
58	**Corrente de curto-circuito**	-	-	-				
59	Térmica (1 s)	kA	-	-	25			
60	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	-	-	62,5			
	Temperatura máxima	-	-	-				
61	Ambiente	°C	-	-	40			
62	Sobrelevação	°C	-	-	Favor informar			
	Nível de isolação contra terra	-	-	-				
63	TSI	kV	-	-	110			
64	À freqüência industrial	kV	-	-	34			
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR SEM CARGA							
65	Quantidade	-	01	01	01			
66	Classe de tensão	kV	15	15	15			
67	Corrente nominal (mínimo)	A	>=200	>=200	>=200			
68	Corrente suportável de curta duração (1 s)	kA	20	20	20			
69	Corrente suportável dinâmica (crista)	kA pico	50	50	50			
70	TSI (1,2 x 50 μs)	kV	110	110	110			

71	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
72	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
73	Classe de isolação	kV	15	15	15			
74	Número de pólos	-	3	3	3			
75	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	2NA + 2NF	2NA + 2NF	2NA + 2NF			
	CHAVE DE ATERRAMENTO TETRAPOLAR							
76	Quantidade	-	01	01	01			
77	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
78	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
79	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
80	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	25	25	25			
81	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
82	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	4NA + 4NF	4NA + 4NF	4NA + 4NF			
83	**CHAVE DE MANOBRA A VÁCUO**							
84	Quantidade	-	03	03	03			
85	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
86	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
87	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
88	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	>9 (9)	>9 (9)	>9 (9)			
89	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	>22,5	>22,5	>22,5			
	TRANSFORMADOR DESEQUILIBRIO DE NEUTRO							
90	Quantidade	-	01	01	01			
91	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
92	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
93	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
94	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
95	Classe de isolação	kV	15	15	15			

96	Corrente primária nominal	A	15	15	15			
97	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			
98	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	1,2(9)	1,2(9)	1,2(9)			
99	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	3	3	3			
100	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	PARÁ-RAIOS							
101	Quantidade	-	03					
102	Tipo	-	ZnO					
103	Instalação		Externa					
104	Tensão nominal	kV	15					
105	Máxima tensão contínua de operação (MCOV)	kV	12					
106	Energia para um impulso com duração de 4ms	kJ/kV	4,1					
107	Corrente nominal de descarga (onda 8/20 µs)	kA	10					
108	Classificação descarga de linha (1 a 5)	-	2					
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE LINHA							
109	Quantidade	-	01	01	01			
110	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
111	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
112	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
113	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
114	Classe de isolação	kV	15	15	15			
115	Corrente primária nominal	A	80	80	80			
116	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			
117	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	6,4(9)	6,4(9)	6,4(9)			
118	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	16	16	16			
119	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	SISTEMA DE CONTROLE DE REATIVOS							
120	Tipo	-	Tempo / FP					
121	Quantidade	-	1 (ver Nota 7)					
	SISTEMA DE LIMITAÇÃO DE HARMÔNICOS							

122	Quantidade	-	01 / fase	01 / fase	01 / fase			
123	Grandezas que devem ser limitadas	-	DHTi(%)	DHTi(%)	DHTi(%)			
124	Outras grandezas que devem ser monitoradas no filtro	-	A, V, kvar	A, V, kvar	A, V, kvar			
125	Limite máximo de distorção de corrente previsto	%	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)			
	Inspeção e Testes							
126	Ensaios de Rotina	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)			
127	Ensaios de Tipo	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)			
128	NBR-5289-ABNT Capacitores de Potência - Método de Ensaio.		SIM	SIM	SIM			
129	NBR-7569 Reatores para Sistemas de Potência - Método de Ensaio		SIM	SIM	SIM			
130	NBR-6821-ABNT Transformadores de Corrente - Ensaios;		SIM	SIM	SIM			
131	NBR-6936-ABNT Técnicas de Ensaios Elétricos de Alta Tensão - Padronização.		SIM	SIM	SIM			

Notas Explicativas

(1) O PROPONENTE deverá indicar / informar na espaço "PROPOSTO" todas as características do equipamento.

(2) É indispensável a apresentação, pelo PROPONENTE, da relação dos desvios da especificação relativos ao equipamento proposto.

(3) Fornecer preço em separado para os ensaios de tipo.

(4) Os ensaios de rotina são destinados a detectarem falhas em materiais e na fabricação. Eles devem ser executados de acordo com as prescrições das normas técnicas de cada equipamento, indicadas neste documento, e devem ser feitos em todas as unidades.

(5) O Fornecedor deve fornecer um certificado de ensaios de tipo realizados em equipamentos de mesmas características dos utilizados no fornecimento.

(6) O multimedidor de grandezas elétricas tem a função de monitorar as tensões e correntes circulantes no filtro de harmônicos e retirar de operação os filtros caso a distorção harmônica máxima exceda aos limites previstos de projeto.

(7) O sistema de controle de reativos será por fator de potência e/ou tempo e receberá os sinais de corrente e tensão de TCs e TPs instalados na barra de alimentação do Metrô-DF visando evitar o pagamento de multas por baixo FP, indutivo (<0,92ind) ou capacitivo (<0,92cap).

(8) O fornecedor deverá realizar medições e estudos comprobatórios nas SEs onde deverão instalados os filtros de harmônicos visando garantir as condições de contornos propostas nesta especificação técnica. O Metrô - DF deverá disponibilizar um cubículo com disjuntor para manobra e proteção para o filtro de tripla sintonia de no mínimo 630 A - 15,0 kV - 25 kA.

(9) Os níveis de curto circuito dos equipamentos instalados abaixo do reator são limitados pela presença do mesmo.

13.3 ANEXO I.3 – SUBESTAÇÃO CEILÂNDIA SUL

ANEXO I.3 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE FILTROS DE HARMÔNICOS PARA O METRO - DF

Subestação: Ceilândia Sul		Quantidade => 01 Conjunto de tripla sintonia					
Item	Descrição	Un.	Filtro Harmônico Especificado			Filtro Harmônico Propostos		
	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	-	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**
1	Temperatura máxima do ambiente	°C	40	40	40			
2	Altitude	m	<1200	<1200	<1200			
3	Umidade relativa	%	70	70	70			
4	Proximidade do mar	-	não	não	não			
5	Atmosfera corrosiva (sim /não)	-	não	não	não			
	SISTEMA ELÉTRICO	-						
6	Tensão nominal para alimentação do filtro	kV	13,8	13,8	13,8			
7	Sobretensão máxima de operação prevista	%	10	10	10			
8	Tensão de controle	Vcc	125	125	125			
9	Tensão auxiliar	Vca	220	220	220			
10	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
11	Neutro do sistema solidamente aterrado (sim /não)	-	sim	sim	sim			
	Nível de curto-circuito no barramento do cubículo de alimentação	-						
12	Assimétrico de pico (1/2 ciclo)	kA	62,5	62,5	62,5			
13	Simétrico (4 ciclos)	kA	25	25	25			
	FILTRO DE HARMÔNICOS	**-**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**			
14	Quantidade	-	01	01	01			
15	Potência Efetiva em 13,8 kV	kVAr	915,7	889,46	875,92			
16	Corrente de trabalho a 60 Hz	A	38,19	37,21	36,65			
17	Conteúdo harmônico máximo previsto	%	120	120	120			
18	Ordem Harmônica de sintonia	Hz	264 (4,4H)	390 (6,5H)	648 (10,8H)			
19	Tensão máxima de Operação contínua	kV	15,18	15,18	15,18			
	BANCO DE CAPACITORES							
20	Quantidade	-	1	1	1			
21	Tipo de ligação	-	Estrela Isolada	Estrela Isolada	Estrela Isolada			
22	Potência trifásica nominal	kVAr	2850	2850	2850			
23	Tensão de linha nominal	kV	25,0	25,0	25,0			

24	Corrente nominal	A	65,8	65,8	65,8			
25	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
	Capacitância	-						
26	Valor nominal por fase	µF	12,06	12,06	12,06			
27	Tolerância de cada unidade individual	%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%			
28	Tolerância por fase do banco	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
29	Tolerância de capacitância entre fases	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
30	Perdas a 20 °C (inferiores a)	W/kVAr	0,3	0,3	0,3			
	Nível de isolação contra terra	-						
31	TSI (1,2 x 50 µs)	kV	110	110	110			
32	À freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
	REATOR							
33	Quantidade	-	03	03	03			
34	Tensão nominal do sistema	kV	13,8	13,8	13,8			
35	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	Ar natural	Ar natural	Ar natural			
	Indutância	-						
36	Valor nominal	mH	30,05	13,77	4,99			
37	Tolerância por fase	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
38	Tolerância entre fases	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
39	Corrente nominal (incluindo harmônicos)	A	90,0	90,0	90,0			
40	Fator de qualidade do reator na freqüência de sintonia	-	>50	>50	>50			
41	*Taps* (quantidade /%)	%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%			
	Corrente de curto-circuito	-						
42	Térmica (1 s)	kA	25,0	25,0	25,0			
43	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
44	Perdas ativas por fase (inferior a)	W	Informar	Informar	Informar			
	Temperatura máxima	-						
45	Ambiente	°C	40	40	40			
46	Sobrelevação Máxima	°C	50	50	50			
	Nível de isolação contra terra	- D16sim						

47	TSI	kV	110	110	110			
48	À freqüência industrial	kV	34	34	34			
	RESISTOR							
49	Quantidade	-	-	-	03 unidade / filtro			
50	Tensão nominal do sistema	kV	-	-	13,8			
51	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	-	-	Ar natural			
52	Tipo de material utilizado		-	-	NiCr ou Aço Inoxidável			
53	**Resistência**	-	-	-				
54	Valor nominal	Ω	-	-	93,2			
55	Tolerância por fase	%	-	-	+ou- 5%			
56	Tolerância entre fases	%	-	-	+ou- 5%			
57	Corrente nominal	A	-	-	10,0			
58	**Corrente de curto-circuito**	-	-	-				
59	Térmica (1 s)	kA	-	-	25			
60	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	-	-	62,5			
	Temperatura máxima	-	-	-				
61	Ambiente	°C	-	-	40			
62	Sobrelevação	°C	-	-	Favor informar			
	Nível de isolação contra terra	-	-	-				
63	TSI	kV	-	-	110			
64	À freqüência industrial	kV	-	-	34			
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR SEM CARGA							
65	Quantidade	-	01	01	01			
66	Classe de tensão	kV	15	15	15			
67	Corrente nominal (mínimo)	A	>=200	>=200	>=200			
68	Corrente suportável de curta duração (1 s)	kA	20	20	20			
69	Corrente suportável dinâmica (crista)	kA pico	50	50	50			
70	TSI (1,2 x 50 µs)	kV	110	110	110			
71	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			

72	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
73	Classe de isolação	kV	15	15	15			
74	Número de pólos	-	3	3	3			
75	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	2NA + 2NF	2NA + 2NF	2NA + 2NF			
	CHAVE DE ATERRAMENTO TETRAPOLAR							
76	Quantidade	-	01	01	01			
77	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
78	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
79	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
80	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	25	25	25			
81	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
82	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	4NA + 4NF	4NA + 4NF	4NA + 4NF			
83	**CHAVE DE MANOBRA A VÁCUO**							
84	Quantidade	-	03	03	03			
85	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
86	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
87	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
88	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	>9 (9)	>9 (9)	>9 (9)			
89	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	>22,5	>22,5	>22,5			
	TRANSFORMADOR DESEQUILIBRIO DE NEUTRO							
90	Quantidade	-	01	01	01			
91	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
92	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
93	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
94	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
95	Classe de isolação	kV	15	15	15			
96	Corrente primária nominal	A	15	15	15			
97	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			

98	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	1,2(9)	1,2(9)	1,2(9)			
99	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	3	3	3			
100	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	PARÁ-RAIOS							
101	Quantidade	-	03					
102	Tipo	-	ZnO					
103	Instalação		Externa					
104	Tensão nominal	kV	15					
105	Máxima tensão contínua de operação (MCOV)	kV	12					
106	Energia para um impulso com duração de 4ms	kJ/kV	4,1					
107	Corrente nominal de descarga (onda 8/20 µs)	kA	10					
108	Classificação descarga de linha (1 a 5)	-	2					
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE LINHA							
109	Quantidade	-	01	01	01			
110	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
111	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
112	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
113	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
114	Classe de isolação	kV	15	15	15			
115	Corrente primária nominal	A	80	80	80			
116	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			
117	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	6,4(9)	6,4(9)	6,4(9)			
118	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	16	16	16			
119	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	SISTEMA DE CONTROLE DE REATIVOS							
120	Tipo	-	Tempo / FP					
121	Quantidade	-	1 (ver Nota 7)					
	SISTEMA DE LIMITAÇÃO DE HARMÔNICOS							
122	Quantidade	-	01 / fase	01 / fase	01 / fase			
123	Grandezas que devem ser limitadas	-	DHTi(%)	DHTi(%)	DHTi(%)			

124	Outras grandezas que devem ser monitoradas no filtro	-	A, V, kvar	A, V, kvar	A, V, kvar			
125	Limite máximo de distorção de corrente previsto	%	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)			
	Inspeção e Testes							
126	Ensaios de Rotina	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)			
127	Ensaios de Tipo	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)			
128	NBR-5289-ABNT Capacitores de Potência - Método de Ensaio.		SIM	SIM	SIM			
129	NBR-7569 Reatores para Sistemas de Potência - Método de Ensaio		SIM	SIM	SIM			
130	NBR-6821-ABNT Transformadores de Corrente - Ensaios;		SIM	SIM	SIM			
131	NBR-6936-ABNT Técnicas de Ensaios Elétricos de Alta Tensão - Padronização.		SIM	SIM	SIM			

Notas Explicativas

(1) O PROPONENTE deverá indicar / informar na espaço "PROPOSTO" todas as características do equipamento.

(2) É indispensável a apresentação, pelo PROPONENTE, da relação dos desvios da especificação relativos ao equipamento proposto.

(3) Fornecer preço em separado para os ensaios de tipo.

(4) Os ensaios de rotina são destinados a detectarem falhas em materiais e na fabricação. Eles devem ser executados de acordo com as prescrições das normas técnicas de cada equipamento, indicadas neste documento, e devem ser feitos em todas as unidades.

(5) O Fornecedor deve fornecer um certificado de ensaios de tipo realizados em equipamentos de mesmas características dos utilizados no fornecimento.

(6) O multimedidor de grandezas elétricas tem a função de monitorar as tensões e correntes circulantes no filtro de harmônicos e retirar de operação os filtros caso a distorção harmônica máxima exceda aos limites previstos de projeto.

(7) O sistema de controle de reativos será por fator de potência e/ou tempo e receberá os sinais de corrente e tensão de TCs e TPs instalados na barra de alimentação do Metrô-DF visando evitar o pagamento de multas por baixo FP, indutivo (<0,92ind) ou capacitivo (<0,92cap).

(8) O fornecedor deverá realizar medições e estudos comprobatórios nas SEs onde deverão instalados os filtros de harmônicos visando garantir as condições de contornos propostas nesta especificação técnica. O Metrô - DF deverá disponibilizar um cubículo com disjuntor para manobra e proteção para o filtro de tripla sintonia de no mínimo 630 A - 15,0 kV - 25 kA.

(9) Os níveis de curto circuito dos equipamentos instalados abaixo do reator são limitados pela presença do mesmo.

13.4 ANEXO I.4 – PEE/HIP - HÍPICA

ANEXO I.4 - ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE FILTROS DE HARMÔNICOS PARA O Metrô - DF								
Subestação: Hípica		**Quantidade => 01 Conjunto de tripla sintonia**						
Item	**Descrição**	**Un.**	**Filtro Harmônico Especificado**			**Filtro Harmônico Propostos**		
	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	-	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**	**Sintonia 01**	**Sintonia 02**	**Sintonia 03**
1	Temperatura máxima do ambiente	°C	40	40	40			
2	Altitude	m	<1200	<1200	<1200			
3	Umidade relativa	%	70	70	70			
4	Proximidade do mar	-	não	não	não			
5	Atmosfera corrosiva (sim /não)	-	não	não	não			
	SISTEMA ELÉTRICO	-						
6	Tensão nominal para alimentação do filtro	kV	13,8	13,8	13,8			
7	Sobretensão máxima de operação prevista	%	10	10	10			
8	Tensão de controle	Vcc	125	125	125			
9	Tensão auxiliar	Vca	220	220	220			
10	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
11	Neutro do sistema solidamente aterrado (sim /não)	-	sim	sim	sim			
	Nível de curto-circuito no barramento do cubículo de alimentação	-						
12	Assimétrico de pico (1/2 ciclo)	kA	62,5	62,5	62,5			
13	Simétrico (4 ciclos)	kA	25	25	25			
	FILTRO DE HARMÔNICOS	**-**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**	**(ver Nota 8)**			
14	Quantidade	-	01	01	01			
15	Potência Efetiva em 13,8 kV	kVAr	915,7	889,46	875,92			
16	Corrente de trabalho a 60 Hz	A	38,19	37,21	36,65			
17	Conteúdo harmônico máximo previsto	%	120	120	120			
18	Ordem Harmônica de sintonia	Hz	264 (4,4H)	390 (6,5H)	648 (10,8H)			
19	Tensão máxima de Operação contínua	kV	15,18	15,18	15,18			
	BANCO DE CAPACITORES							
20	Quantidade	-	1	1	1			

21	Tipo de ligação	-	Estrela Isolada	Estrela Isolada	Estrela Isolada			
22	Potência trifásica nominal	kVAr	2850	2850	2850			
23	Tensão de linha nominal	kV	25,0	25,0	25,0			
24	Corrente nominal	A	65,8	65,8	65,8			
25	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
	Capacitância	-						
26	Valor nominal por fase	µF	12,06	12,06	12,06			
27	Tolerância de cada unidade individual	%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%	-5,0% a +10,0%			
28	Tolerância por fase do banco	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
29	Tolerância de capacitância entre fases	%	0 a +5,0%	0 a +5,0%	0 a +5,0%			
30	Perdas a 20 °C (inferiores a)	W/kVAr	0,3	0,3	0,3			
	Nível de isolação contra terra	-						
31	TSI (1,2 x 50 µs)	kV	110	110	110			
32	À freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
	REATOR							
33	Quantidade	-	03	03	03			
34	Tensão nominal do sistema	kV	13,8	13,8	13,8			
35	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	Ar natural	Ar natural	Ar natural			
	Indutância	-						
36	Valor nominal	mH	30,05	13,77	4,99			
37	Tolerância por fase	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
38	Tolerância entre fases	%	+ou- 2	+ou- 2	+ou- 2			
39	Corrente nominal (incluindo harmônicos)	A	90,0	90,0	90,0			
40	Fator de qualidade do reator na freqüência de sintonia	-	>50	>50	>50			
41	*Taps* (quantidade /%)	%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%	-3,0%,0% e +3,0%			
	Corrente de curto-circuito	-						
42	Térmica (1 s)	kA	25,0	25,0	25,0			
43	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
44	Perdas ativas por fase (inferior a)	W	Informar	Informar	Informar			
	Temperatura máxima	-						
45	Ambiente	°C	40	40	40			

46	Sobrelevação Máxima	°C	50	50	50			
	Nível de isolação contra terra	- D16sim						
47	TSI	kV	110	110	110			
48	À freqüência industrial	kV	34	34	34			
	RESISTOR							
49	Quantidade	-	-	-	03 unidade / filtro			
50	Tensão nominal do sistema	kV	-	-	13,8			
51	Ventilação (ar natural /ar forçado)	-	-	-	Ar natural			
52	Tipo de material utilizado		-	-	NiCr ou Aço Inoxidável			
53	**Resistência**	-	-	-				
54	Valor nominal	Ω	-	-	93,2			
55	Tolerância por fase	%	-	-	+ou- 5%			
56	Tolerância entre fases	%	-	-	+ou- 5%			
57	Corrente nominal	A	-	-	10,0			
58	**Corrente de curto-circuito**	-	-	-				
59	Térmica (1 s)	kA	-	-	25			
60	Dinâmica (pico assimétrico)	kA pico	-	-	62,5			
	Temperatura máxima	-	-	-				
61	Ambiente	°C	-	-	40			
62	Sobrelevação	°C	-	-	Favor informar			
	Nível de isolação contra terra	-	-	-				
63	TSI	kV	-	-	110			
64	À freqüência industrial	kV	-	-	34			
	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR SEM CARGA							
65	Quantidade	-	01	01	01			
66	Classe de tensão	kV	15	15	15			
67	Corrente nominal (mínimo)	A	>=200	>=200	>=200			
68	Corrente suportável de curta duração (1 s)	kA	20	20	20			
69	Corrente suportável dinâmica (crista)	kA pico	50	50	50			

70	TSI (1,2 x 50 µs)	kV	110	110	110			
71	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
72	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
73	Classe de isolação	kV	15	15	15			
74	Número de pólos	-	3	3	3			
75	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	2NA + 2NF	2NA + 2NF	2NA + 2NF			
	CHAVE DE ATERRAMENTO TETRAPOLAR							
76	Quantidade	-	01	01	01			
77	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
78	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
79	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
80	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	25	25	25			
81	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	62,5	62,5	62,5			
82	Contatos auxiliares (NA + NF)	-	4NA + 4NF	4NA + 4NF	4NA + 4NF			
83	**CHAVE DE MANOBRA A VÁCUO**							
84	Quantidade	-	03	03	03			
85	Tensão máxima para o equipamento	kV	15	15	15			
86	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
87	Tensão suportável à freqüência nominal a seco (1 minuto)	kV	34	34	34			
88	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	>9 (9)	>9 (9)	>9 (9)			
89	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	>22,5	>22,5	>22,5			
	TRANSFORMADOR DESEQUILIBRIO DE NEUTRO							
90	Quantidade	-	01	01	01			
91	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
92	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
93	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
94	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			

95	Classe de isolação	kV	15	15	15			
96	Corrente primária nominal	A	15	15	15			
97	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			
98	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	1,2(9)	1,2(9)	1,2(9)			
99	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	3	3	3			
100	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	PARÁ-RAIOS							
101	Quantidade	-	03					
102	Tipo	-	ZnO					
103	Instalação		Externa					
104	Tensão nominal	kV	15					
105	Máxima tensão contínua de operação (MCOV)	kV	12					
106	Energia para um impulso com duração de 4ms	kJ/kV	4,1					
107	Corrente nominal de descarga (onda 8/20 µs)	kA	10					
108	Classificação descarga de linha (1 a 5)	-	2					
	TRANSFORMADOR DE CORRENTE DE LINHA							
109	Quantidade	-	01	01	01			
110	Fator térmico	-	1,2	1,2	1,2			
111	Tensão suportável de impulso atmosférico (1,2 x 50 microssegundos)	kV	110	110	110			
112	Tensão suportável à freqüência industrial (1 minuto)	kV	34	34	34			
113	Freqüência nominal	Hz	60	60	60			
114	Classe de isolação	kV	15	15	15			
115	Corrente primária nominal	A	80	80	80			
116	Corrente secundária nominal	A	5	5	5			
117	Corrente térmica de curta duração (1 s)	kA	6,4(9)	6,4(9)	6,4(9)			
118	Corrente dinâmica (crista)	kA pico	16	16	16			
119	Classe de exatidão	-	10B100	10B100	10B100			
	SISTEMA DE CONTROLE DE REATIVOS							
120	Tipo	-	Tempo / FP					
121	Quantidade	-	1 (ver Nota 7)					

	SISTEMA DE LIMITAÇÃO DE HARMÔNICOS							
122	Quantidade	-	01 / fase	01 / fase	01 / fase			
123	Grandezas que devem ser limitadas	-	DHTi(%)	DHTi(%)	DHTi(%)			
124	Outras grandezas que devem ser monitoradas no filtro	-	A, V, kvar	A, V, kvar	A, V, kvar			
125	Limite máximo de distorção de corrente previsto	%	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)	120 (Nota 6)			
	Inspeção e Testes							
126	Ensaios de Rotina	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 4)			
127	Ensaios de Tipo	-	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)	Conforme Normas Abaixo (Ver nota 5)			
128	NBR-5289-ABNT Capacitores de Potência - Método de Ensaio.		SIM	SIM	SIM			
129	NBR-7569 Reatores para Sistemas de Potência - Método de Ensaio		SIM	SIM	SIM			
130	NBR-6821-ABNT Transformadores de Corrente - Ensaios;		SIM	SIM	SIM			
131	NBR-6936-ABNT Técnicas de Ensaios Elétricos de Alta Tensão - Padronização.		SIM	SIM	SIM			

Notas Explicativas

(1) O PROPONENTE deverá indicar / informar na espaço "PROPOSTO" todas as características do equipamento.

(2) É indispensável a apresentação, pelo PROPONENTE, da relação dos desvios da especificação relativos ao equipamento proposto.

(3) Fornecer preço em separado para os ensaios de tipo.

(4) Os ensaios de rotina são destinados a detectarem falhas em materiais e na fabricação. Eles devem ser executados de acordo com as prescrições das normas técnicas de cada equipamento, indicadas neste documento, e devem ser feitos em todas as unidades.

(5) O Fornecedor deve fornecer um certificado de ensaios de tipo realizados em equipamentos de mesmas características dos utilizados no fornecimento.

(6) O multimedidor de grandezas elétricas tem a função de monitorar as tensões e correntes circulantes no filtro de harmônicos e retirar de operação os filtros caso a distorção harmônica máxima exceda aos limites previstos de projeto.

(7) O sistema de controle de reativos será por fator de potência e/ou tempo e receberá os sinais de corrente e tensão de TCs e TPs instalados na barra de alimentação do Metrô-DF visando evitar o pagamento de multas por baixo FP, indutivo (<0,92ind) ou capacitivo (<0,92cap).

(8) O fornecedor deverá realizar medições e estudos comprobatórios nas SEs onde deverão instalados os filtros de harmônicos visando garantir as condições de contornos propostas nesta especificação técnica. O Metrô - DF deverá disponibilizar um cubículo com disjuntor para manobra e proteção para o filtro de tripla sintonia de no mínimo 630 A - 15,0 kV - 25 kA.

(9) Os níveis de curto circuito dos equipamentos instalados abaixo do reator são limitados pela presença do mesmo.

14 ANEXO II - LISTA DE DESVIOS E EXCEÇÕES À ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Quaisquer características ou exigências que diferirem da Especificação Técnica deverão ser indicadas clara e detalhadamente abaixo. A não indicação implicará no reconhecimento por parte do PROPONENTE de que todos os requisitos especificados serão atendidos. A constatação durante a fabricação ou inspeção de desvios ou exceções não indicados na proposta, implicará na rejeição automática do material sem quaisquer ônus ou obrigações por parte do Metrô-DF.

O Metrô-DF se reserva o direito de aceitar ou não os desvios e exceções apresentadas.

ITEM	DESVIOS E EXCEÇÕES