

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0086	REATOR DE ATERRAMENTO DE NEUTRO PARA LIMITAÇÃO DE CURTO-CIRCUITO	1/42

1. FINALIDADE

O objetivo essencial do projeto é o de reduzir a corrente de curto-círcuito contra o terra em barramentos de 13,8 kV, 24,15 kV e 34,5 kV das subestações da Celesc Distribuição S.A., doravante denominada de Celesc.

Esta Especificação estabelece os quesitos para reatores monofásicos com núcleo de ar para aterramento do neutro de enrolamentos secundários de transformadores de potência, que possuem o seguinte grupo de ligação:

Tabela 1 – Grupo de Ligação dos Transformadores

<i>Transformadores</i>	<i>Primário</i>	<i>Secundário</i>	<i>Terciário</i>	<i>Classe de Isolação do Neutro do Secundário</i>
138/34,5/4,16 kV	Estrela aterrado	Estrela aterrado	Delta	15 kV
138/24,15/4,16 kV	Estrela aterrado	Estrela aterrado	Delta	15 kV
138/13,8/4,16 kV	Estrela aterrado	Estrela aterrado	Delta	15 kV

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às áreas de engenharia, licitação, projeto, fabricação, testes, inspeção, montagem, operação e manutenção. Válido para clientes internos e externos da Celesc.

3. ASPECTOS LEGAIS

Na aplicação desta Especificação, é necessário consultar:

Tabela 2 – Normas de Referência

<i>Alínea</i>	<i>Nº do Documento</i>	<i>Nome do Documento</i>
a	NBR 5356-6	Transformadores de Potência – Parte 6: Reatores
b	IEC 60076-6: 2007	Power transformers – Part 6: Reactors
c	ANSI C57.16/96	IEEE Standard for Requirements, Terminology, and Test Code for Dry-Type Air-Core Series-Connected Reactors
d	Celesc: E-313.0045	Certificação de Homologação de Produtos. Disponível
e	Celesc: E-313.0055	Isoladores Suporte para Subestação.
f	Celesc: E-141.0001	Padrão de Embalagens. Disponível
g	Celesc: E-141.0010	Garantia para Materiais e Equipamentos do Sistema Elétrico de Potência.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão compatíveis com a NBR 5456 e a NBR 5458.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Objeto da Licitação

5.1.1. Fazem Parte da Proposta e Contrato de Fornecimento

Será de responsabilidade do proponente/contratado o fornecimento dos equipamentos/materiais e serviços listados a seguir. A proposta terá que ser feita em bloco, ou seja, aquela que não incluir todos os itens será objeto de desclassificação.

- a) reatores monofásicos nas quantidades requeridas na Licitação e Pedido de Compra, devidamente inspecionados e ensaiados, prontos para entrar em operação:

Tabela 3 – Código da Celesc do Reator

<i>Tipo</i>	<i>“Tensão indicativa do Reator”</i>	<i>Classe de Isolação do Reator</i>	<i>Texto Resumido SAP</i>	<i>Código Celesc (SAP)</i>
I	“13,8 kV”	15 kV	Reator Aterr Lim ICC Monof 13,8 kV	38357
II	“23 kV”	15 kV	Reator Lim Corrente 1F Aterr TF 23 kV	38359
III	“34,5 kV”	15 kV	Reator Aterr Lim ICC Monof 34,5 kV	41204

- b) Isoladores Suporte de Porcelana tipo cilíndrico que sustentarão os reatores; em número de **4 por reator**:

Tabela 4 – Isoladores Suporte

<i>Tipo do Reator</i>	<i>“Tensão indicativa do Reator”</i>	<i>Classe do isolador suporte</i>	<i>Código Celesc (SAP) do Isolador</i>	<i>Resistência à flexão</i>	<i>NBI</i>	<i>Similar da Norma Nema</i>	<i>Nº de furos (1)</i>	<i>Rosca dos furos (1)</i>	<i>Diâmetro do círculo de furação do isolador suporte (1)</i>
Tipo I	“13,8 kV”	23 kV	5048	8 kN	150 kV	TR-208	4	M12	76 mm
Tipo II	“23 kV”	23 kV	5048	8 kN	150 kV	TR-208			
Tipo III	“34,5 kV”	23 kV	5048	8 kN	150 kV	TR-208			

⁽¹⁾Na base e no topo

- c) 2 conectores terminais bimetálicos padrão Nema 2 furos (para conexão ao reator que serão feitas com cabo de cobre com seção de 120 mm²); 4 espaçadores ou pedestais suporte (para correção angular entre os furos dos isoladores suporte e a placa de adaptação da Celesc); parafusos, arruelas lisas e arruelas de pressão (para fixação do conjunto reator, isoladores suporte, pedestal e placa de adaptação da Celesc);
- d) Ensaios de Rotina, conforme inciso 5.23.2. Por definição da Especificação, é por conta do fabricante (sem custo para a Celesc);
- e) Ensaios de Tipo – Ensaio de elevação de temperatura sob corrente nominal. Conforme inciso 5.23.3., será realizado em uma única unidade dentre os lotes de fabricação. **Preço embutido na proposta** (sem custo adicional para a Celesc);
- f) acondicionamento e transporte dos equipamentos/materiais até o local definido pela Celesc;
- g) programa de treinamento (sem custo adicional para a Celesc, **preço embutido na proposta**) para uma equipe da Celesc, conforme subitem 5.26. Esse item será dispensado se o proponente já tiver fornecido à Celesc o mesmo equipamento em processos de compra anteriores.

5.1.2. Não estão Incluídos na Proposta e Fornecimento

Não fazem parte do fornecimento os seguintes materiais e serviços, cuja responsabilidade será da Celesc:

- a) a Base-Padrão de Equipamento, que sustentará o reator, composta por: estrutura montante inferior, estrutura montante superior e placa de adaptação (com o montante superior), confeccionadas com chapas e perfis de aço zinkado;
- b) os serviços de instalação, supervisão de montagem e comissionamento do equipamento/material.

Foto 1: Estruturas Montantes Inferior e Superior encaixadas. Foto 2: Placa de Adaptação.



5.2. Necessidade do Certificado de Homologação de Produto (CHP)

Pode assinar o Contrato de Fornecimento do Reator, o Fornecedor que dispuser na Celesc do Certificado de Homologação de Produto (CHP).

5.3. Termos de Garantia

O contratado deverá garantir que equipamento/material fornecido está em conformidade com esta Especificação.

Os procedimentos essenciais de garantia são regidos pela Instrução Normativa da Celesc: I-144.0010 – Garantia para Materiais e Equipamentos do Sistema Elétrico de Potência.

O equipamento/material deverá ser garantido pelo contratado contra falhas ou defeitos de projeto ou fabricação que venham a se registrar no **período de 5 anos** a partir da data de entrega no local indicado no Pedido de Compra.

No caso de reparos, substituição de peças ou de equipamentos/materiais defeituosos, o prazo de garantia deve ser estendido por mais 24 meses, abrangendo inclusive todas as unidades do lote.

A aceitação do equipamento/material pela Celesc, com base nos resultados dos ensaios ou nos relatórios apresentados que os substituam, não eximirá o contratado de sua responsabilidade em fornecer o equipamento/material em plena concordância com esta Especificação, Pedido de Compra ou Contrato. Também não invalidará reclamações que a Celesc venha a fazer, baseado na posterior constatação de equipamento/material defeituoso ou inadequado.

A rejeição do equipamento/material, em virtude de discordância com as especificações, falhas apresentadas na inspeção e nos ensaios, ou valores de ensaio fora das tolerâncias (estabelecidas nesta Especificação, nos documentos normativos relacionados ou outros relatórios apresentados que os substituam) não eximirá o contratado de sua responsabilidade em fornecimento na data de entrega prometida. Se, na avaliação da Celesc, a rejeição tornar impraticável a entrega naquela data ou se tudo indicar que o contratado será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a Celesc reserva-se o direito de adquirir o equipamento/material de outro fabricante. O contrato então será rescindido com todas as suas obrigações, sendo o contratado considerado infrator e sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

Dentro do período de garantia, ocorrendo defeito no material/equipamento, este deverá ser retirado do Almoxarifado Central da Celesc no prazo de 30 dias, contados a partir do aceite da garantia por parte do contratado. Após a retirada, em até 120 dias, o contratado deverá sanar todos os defeitos, imperfeições, falhas de materiais/fabricação que venham a se manifestar, efetuando os devidos reparos, correções, reformas, reconstruções, substituição de componentes, e até substituição do equipamento/material completo por novo, sob pena das sanções administrativas previstas na Lei nº 13.303, de 30.6.2016.

Correrão por conta do contratado os custos decorrentes para a reparação dos defeitos ou substituição do equipamento/material, incluído material, mão de obra, inspeção e transporte.

O contratado se obriga a proceder à substituição de todo o lote do equipamento/material se a falha constatada em uma unidade for oriunda de erro de projeto ou produção.

É de responsabilidade do contratado defeito ou dano que venha a ocorrer no transporte entre o local de embarque e o destino.

5.4. Exigências de Moeda, Idioma, Unidades

Tabela 5 – Moeda – Idioma – Unidades

<i>Alínea</i>	<i>Objeto</i>	<i>Exigência</i>
a	Moeda	Somente serão aceitas propostas formuladas em Reais , do Brasil
b	Idioma	Propostas, desenhos, instruções, relatórios dos ensaios, e demais documentos deverão ser apresentados exclusivamente em idioma português do Brasil
c	Unidades	Deverá ser usado como padrão o Sistema Internacional de Unidades (SI)

5.5. Divergências às Especificações

Caso existam, o proponente deve apresentar informações adicionais que contribuam para melhor avaliação do equipamento.

Caso o equipamento/componente ofertado apresente características que divirjam desta Especificação, o proponente deve apresentar em sua proposta a relação destas na seção específica “Divergências às Especificações”, esclarecendo e justificando tecnicamente.

Caso a Celesc não aceite as divergências apresentadas, irá desclassificar a proposta por não atender as especificações técnicas.

5.6. Quesitos Gerais do Projeto

O projeto deverá considerar que o reator é:

Tabela 6 – Quesitos de Projeto

<i>Alínea</i>	
a	Monofásico
b	Tipo seco
c	Com núcleo de ar
d	Para instalação externa
e	Encapsulado para fornecer proteção total nas condições de serviço estipuladas no subitem 5.7.
f	Sustentado por 4 isoladores suporte ‘TR-208’
g	Fabricado com tecnologia que ofereça <i>maintenance free</i>

5.7. Condições de Serviço

São condições normais de serviço do reator:

Tabela 7 – Condições de Serviço

<i>Alínea</i>	<i>Condições de Serviço</i>	<i>Grandeza</i>	<i>Unidade</i>
a	Instalação ao tempo em subestações		
b	Atmosfera sujeita a poeira, fumaça e salinidade		
c	Intensa radiação de raios ultravioleta (UV)		
d	Altitude de até	1000	m
e	Umidade relativa do ar de até	100	%
f	Temperaturas ambiente	máxima	40
g		média diária	30
h		mínima	-15
			°C

5.8. Características Elétricas/Mecânicas Requeridas

As características especificadas para o reator são as mínimas aceitáveis e de crucial importância para a operação do sistema elétrico.

Tabela 8 – Características Elétricas/Mecânicas/Dimensionais

<i>Características Elétricas/Mecânicas/Dimensionais</i>	<i>Unidade</i>	<i>Reator “13,8 kV” (Tipo I)</i>	<i>Reator “23 kV” (Tipo II)</i>	<i>Reator “34,5 kV” (Tipo III)</i>
Frequência Nominal	Hz	60	60	60
Indutância Nominal	mH	1,54	2,94	6,63
Reatância Nominal	Ω	0,58	1,11	2,50
Corrente Nominal de Regime Contínuo	A(eficaz)	180	140	86
Corrente Térmica de Curto-Circuito	kA(eficaz)	9,0	7,1	4,3
Duração da Corrente Térmica de Curto-Circuito	seg	2	2	2
Tensão nos Terminais do Reator durante o Curto-Circuito	kV(eficaz)	5,2	7,9	10,8
Corrente Mecânica de Curto-Circuito (Dinâmica) – <i>Valor Esperado no Sist. Elétrico</i>	kA(crista)	23,0	18,1	11,0
Corrente Mecânica de Curto-Circuito (Dinâmica) – <i>Valor Requerido para Projeto</i>	kA(crista)	25,3	19,9	12,1
Nível de Isolamento do Reator	kV(eficaz)	15	15	15
Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Pleno	kV(crista)	110	110	110
Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Cortado	kV(crista)	121	121	121
Temperatura Ambiente – <i>Valor Requerido para Projeto</i>	°C	40	40	40
Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Nominal de Regime Contínuo do Reator – <i>Máxima Aceitável para Projeto</i>	°C	55	55	55
Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com duração = 2 seg – <i>Máxima Aceitável para Projeto</i>	°C	75	75	75
Temperatura Admissível no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com t = 2s e Ta = 40°C – <i>Máxima Aceitável para Projeto</i>	°C	170	170	170
Classe de Temperatura do Isolante dos Condutores – <i>Requerida para Projeto</i>	classe	“F”	“F”	“F”
Perdas Elétricas sob Corrente Nominal	kW	N/E	N/E	N/E
Peso do Reator	kg	N/E	N/E	N/E
Área do Condutor	mm²	N/E	N/E	N/E
Diâmetro Externo do Reator	mm	N/E	N/E	N/E
Altura Total do Reator, incluindo cruzetas	mm	N/E	N/E	N/E
Diâmetro do Círculo que passa nos Centros dos Círculos de Furação dos Isoladores – <i>Valor Mínimo Aceitável – Valor Máximo Aceitável</i> ⁽¹⁾	mm	680 - 910	680 - 910	680 - 910

N/E= Dado Não Especificado pela Celesc ⁽¹⁾São as medidas possíveis na Chapa de Adaptação nº 3 da Celesc (Vide Desenho 3)

5.9. Condutor

Devem ser especificados quanto ao condutor: o tipo escolhido, a seção equivalente em mm² e o material da sua isolação elétrica.

5.10. Espaçador (Pedestal Suporte)

O desenho do projeto deverá prever perfeito encaixe do conjunto reator/isoladores com a placa de adaptação da Celesc (Desenho 3). Como não existe alinhamento entre os parafusos da base do reator e os parafusos que prendem os isoladores à placa de adaptação, o fabricante deverá prover um espaçador (pedestal suporte) que compatibilize a condição desejada.

A placa de adaptação permite instalar reatores que tenham diâmetro do círculo que passa nos centros dos círculos de furação dos isoladores entre 680 e 910 mm.

5.11. Distanciamento Elétrico e Magnético

As distâncias mínimas elétricas e magnéticas requeridas devem ser apresentadas no projeto.

5.12. Estrutura Mecânica

Um dos itens mais importantes no projeto do reator é a sua capacidade de suportar as forças mecânicas que sobre ele atuam durante o curto-circuito.

Os encapsulamentos dos enrolamentos, os espaçadores, as cruzetas e demais componentes de fixação deverão ser projetados para suportar esses esforços eletrodinâmicos.

O tipo de material utilizado deverá ser descrito pelo proponente na ocasião da oferta.

5.13. Cruzetas

O material e a forma construtiva das cruzetas deverão ser descritas pelo proponente.

5.14. Terminais do Reator

Os terminais do reator, linha e aterramento, deverão ser na forma de barra chata, saída vertical, com **2 furos padrão NEMA**.

5.15. Conectores do Reator com Cabos de Cobre e Ferragens de Fixação

O proponente deverá fornecer:

PADRONIZAÇÃO	APROVAÇÃO	ELABORAÇÃO	VISTO
DVGD	RES. DDI Nº 159/2025 - 15/12/2025	DVEN	DPEP

- a) 2 conectores terminais bimetálicos de boa qualidade de liga cobre-estanho padrão Nema 2 furos, apropriados para a junção bimetálica reator-cabo. A ligação de entrada e saída do reator será feita com cabo de cobre ou aço cobreado com seção de 120 mm²;

Fotos 3 e 4: Conector terminal bimetálico



- b) os parafusos, porcas, arruelas lisas e arruelas de pressão confeccionados em aço inoxidável austenítico AISI-304 necessários para a fixação de todo o conjunto reator/isoladores suporte/pedestal (espaciador)/placa de adaptação da Celesc. A placa de adaptação tem espessura de 5 mm e rasgo com largura de 18 mm para a inserção dos parafusos. Para a fixação na face inferior da placa de adaptação deverão ser fornecidas 8 arruelas quadradas de aço zinkado por imersão a quente de 45 x 14 x 5 mm [lado x diâmetro da furação interna x espessura].

5.16. Isolador Suporte Intermediário entre a Bucha de Neutro do Transformador e o Reator

Entre a bucha de neutro do transformador e o terminal de entrada do reator deverá ser instalado um isolador suporte intermediário fixado no radiador do transformador.

Fotos 5 e 6: Isolador suporte intermediário.



5.17. Requisitos para a Fabricação

O proponente, após se tornar contratado, deve atender aos seguintes requisitos:

Veda-se a utilização de matéria-prima inédita. Somente serão aceitos materiais de uso tradicional, de reconhecida qualidade, adequados, novos, padronizados e sem defeitos de fabricação.

O projeto, a matéria-prima, a mão de obra, a fabricação e o acabamento devem incorporar os melhoramentos que a técnica moderna sugerir, mesmo quando não detalhados nesta Especificação. Também é prioridade a fácil substituição de peças.

O equipamento/material deve ser fabricado com mão de obra especializada.

Quando mais de uma unidade for solicitada sob um mesmo item da encomenda, todas devem possuir o mesmo projeto e ser essencialmente idênticas, elétrica e mecanicamente.

Independentemente dos níveis de ensaios exigidos e/ou exequíveis, os reatores devem ser projetados para resistir aos valores de ensaio especificados na Norma ABNT NBR5356-1.

5.18. Apresentação da Proposta pelo Proponente

Para a melhor avaliação do equipamento/material, a proposta deve apresentar a **seguinte documentação:**

Tabela 9 – Documentos Necessários

<i>Alínea</i>	<i>Documentos Necessários</i>	<i>Exigido/ Conforme subitem</i>
a	Declaração de Concordância com os “Termos de Garantia”	5.3.
b	“Divergências às Especificações”	5.5.
c	Condutor, Espaçador (Pedestal Suporte), Distanciamento Elétrico e Magnético, Estrutura Mecânica, Cruzetas, Terminais do Reator, Conectores entre o Reator e os Cabos de Cobre	5.9., 5.10., 5.11., 5.12., 5.13., 5.14. e 5.15.
d	Indicação do(s) nome(s) do(s) laboratório(s) onde pretende realizar os Ensaios de Rotina e Ensaios de Tipo	
e	“Folha de Dados Garantidos na Oferta”	Tabela 22, 23 ou 24
f	Desenhos do contorno do reator (planta, perfil, vistas laterais, e legendas) indicando cotas, dimensões, peso e cargas na fundação	
g	Desenho de contorno da base do reator e fixação aos isoladores	
h	Desenho dos terminais, conectores, ferragens, acessórios e furação	
i	Desenho dos isoladores e detalhes de fixação	
j	Catálogos Técnicos	
k	Manuais de Instruções Técnicas e de Manutenção	

5.19. Cronograma de Fabricação e Entrega

Depois de esclarecidos os detalhes técnicos e comerciais, dentro de 15 dias após o recebimento do Contrato ou do Pedido de Compra (para fornecedores nacionais) ou Guias de Importação (para fornecedores estrangeiros), o contratado deverá enviar à Celesc, em mídia digital, um Cronograma Detalhado (fabricação testes, inspeção e entrega) e um Plano de Inspeção de Testes (PIT).

Após examinado, o material será aprovado ou devolvido com as modificações julgadas necessárias.

Os cronogramas devem ser confirmados ou atualizados a cada 30 dias.

5.20. Desenhos e Documentos para Aprovação

O contratado deverá submeter em mídia digital os seguintes desenhos e documentos:

Tabela 10 – Desenhos/Documentos a Serem Apresentados

Alínea	<i>Desenho/Documento a ser apresentado</i>
a	Os mesmos Desenhos da Tabela 9 na condição do <i>proponente</i> , agora na condição de <i>contratado</i>
b	Desenho da Placa de Identificação
c	Desenhos adicionais que proporcionem melhor conhecimento do equipamento/material, caso venha a ser requerido pela Celesc
d	Manuais de Instruções Técnicas e de Manutenção

Os desenhos devem observar os preceitos das Normas ABNT, tanto para a simbologia como para a forma de apresentação das vistas dos equipamentos/materiais.

Os desenhos devem apresentar título e selo que permitam clara identificação para efeito de arquivo. O título de cada desenho deverá ter clara correspondência com o objeto do desenho na parte superior do selo. No selo deverão constar:

Tabela 11 – Inserções no Selo do Desenho

Alínea	<i>Inserção no Selo</i>
a	Descrição sucinta do equipamento/material que está sendo fornecido
b	Que o fornecimento é para a Celesc
c	Número do desenho
d	Número do Pedido de Compra (e do seu item do mesmo, se for o caso)
e	Ordem de Fabricação do Contratado

5.21. Aprovação de Documentos

A Celesc comunicará ao contratado sua análise quanto aos documentos recebidos conforme abaixo:

Tabela 12 – Aprovação dos Documentos

Alínea	<i>Carimbado com:</i>	<i>Neste caso, o contratado pode:</i>
a	<i>Liberado</i>	proceder à fabricação
b	<i>Liberado com restrições</i>	proceder à fabricação desde que feitas as correções indicadas, submetendo novamente os documentos à aprovação da Celesc
c	<i>Não Liberado</i>	-

Os desenhos com carimbo "*Liberado*" serão a referência para a inspeção e aceitação dos equipamentos/materiais.

A aprovação do documento pela Celesc não exime o contratado de sua responsabilidade quanto ao funcionamento correto do equipamento/material, nem de sua obrigação de fornecê-lo de acordo com os requisitos do Pedido de Compra, desta Especificação e das Normas.

O requisito exigido nas especificações e não indicado nos desenhos, ou vice-versa, tem validade como se exigido em ambos.

Na eventualidade de discrepância entre desenhos e especificações, vigorarão as especificações, excetos para os desenhos de fabricação já aprovados.

5.22. Placa de Identificação

O equipamento deverá ser fornecido com uma placa de identificação, resistente a intempéries, em aço inoxidável, alumínio anodizado ou latão niquelado e fixada em posição visível. Os dados requeridos são os dos **campos sombreados**, conforme segue:

Tabela 13 – Placa de Identificação

<i>Dados a serem gravados</i>		<i>Unidade</i>	<i>Nº de casas decimais</i>
Fabricante	(Nome do Fabricante)		
Designação	REATOR DE ATERRAMENTO (13,8 kV) ⁽¹⁾		
Nº Série	(nº série do Fabricante)		
L	(valor da Indutância)	mH	2
f	(valor da Freq. Nominal)	Hz	0
I _N	(valor da Corrente Nominal)	A	0
Icc Térm/2 s	(valor da Corrente Térmica)	kA /2 s	1
Icc Dinâm	(valor da Corrente Dinâmica)	kAp	1
Q _N	(valor da Potência Q _N)	kVAr	1
Perdas 75°C/I _N	(valor das Perdas)	kW	2
V _{ISOL}	15	kV	0
NBI	(valor do NBI)	kVp	0
Resfriam.	AN		
Instal.	Externa		
Norma	(Número da Norma NBR ABNT)		
Temp, Amb.	40	°C	0
Classe Temp. Isol.	F		
Nº fases	1		0
Peso	(valor do Peso)	kg	0
Nº Pedido Compra	(Número do Pedido Compra)		
Código material (SAP)	Código da Celesc do material (Código SAP)		
Data Fabr.	(Mês/Ano de fabricação)		
Garantia	5 anos		
Dist. Mín. Centro Reator-Transf.	(Distância Magnética Radial do centro do reator para partes metálicas formando laços fechados)	mm	0

⁽¹⁾ou REATOR DE ATERRAMENTO (23 kV) ou REATOR DE ATERRAMENTO (34,5 kV)

5.23. Requisitos para os Ensaios

5.23.1. Critérios para Execução dos Ensaios

Os Ensaios de Rotina e Ensaios de Tipo devem ser realizados conforme a Norma ABNT NBR5356-1.

Para os ensaios, requer-se a montagem dos componentes do reator de acordo com as suas condições usuais de serviço, incluindo isoladores, estruturas metálicas de suporte e acessórios.

5.23.2. Ensaios de Rotina

Antes e depois dos Ensaios de Tipo, devem ser executados os Ensaios de Rotina no reator. Os valores de impedâncias e perdas devem se apresentar consistentemente dentro dos limites das tolerâncias das medições. Deverão ser realizados os seguintes Ensaios de Rotina:

Tabela 14 – Ensaios de Rotina

<i>Alínea</i>	<i>Relação dos Ensaios</i>
a	Medição de resistência do enrolamento
b	Medição da impedância na corrente nominal contínua
c	Medição das perdas na temperatura ambiente
d	Ensaio de sobre tensão no enrolamento

Os Ensaios de Rotina serão realizados, por conta do Fornecedor, em **todos** os reatores.

5.23.3. Ensaios de Tipo (Custos Embutidos no Fornecimento dos Reatores)

Deverão ser executados os seguintes Ensaios de Tipo:

Tabela 15 – Ensaios de Tipo

<i>Subitem</i>	<i>Relação dos Ensaios</i>
a	Ensaio de elevação de temperatura na corrente nominal

O Ensaio de Tipo (Elevação de Temperatura) será realizado em **uma única unidade**, sorteada dentre os lotes de fabricação dos reatores.

5.23.4. Certificação dos Equipamentos do Laboratório

Os instrumentos e equipamentos utilizados nos ensaios devem possuir os certificados de aferição e calibração emitidos por entidade credenciada e dentro do prazo de validade. Os certificados de aferição deverão estar à disposição do inspetor da Celesc.

5.24. Procedimentos para os Ensaios e Inspeção

5.24.1. Condições Gerais

A Celesc se reserva o direito de inspecionar o equipamento em qualquer etapa que julgar necessário, desde a fabricação até a embalagem e embarque.

O contratado deve disponibilizar fácil acesso às dependências da fábrica, aos laboratórios e ao local de embalagem, além de providenciar pessoal qualificado para prestação de informações e execução dos ensaios.

Quando o equipamento estiver pronto para inspeção e ensaios, a Celesc deverá ser informada com antecedência mínima de 15 dias úteis. Se a inspeção for no exterior, esse prazo será de 30 dias úteis.

O equipamento deverá ser submetido a inspeção e ensaios funcionais pelo contratado, na presença do inspetor da Celesc ou seu representante, com base em: Plano de Inspeção de Testes-PIT (subitem 5.19.); esta Especificação; Pedido de Compra; Contrato; Desenhos Aprovados; Norma NBR 5356-6; e ainda outras normas pertinentes.

Mediante resultados satisfatórios nos ensaios e inspeção e aprovação do acondicionamento, o inspetor da Celesc emitirá documento liberando o equipamento para embarque.

Se o equipamento for rejeitado durante os ensaios de recebimento do lote, todas as despesas de reinspeção para os inspetores da Celesc correrão por conta do fabricante.

Outras decorrências do ensaio estão expressas na “Garantia de Fornecimento”, conforme subitem 5.3.

5.24.2. Relatório de Ensaios

Concluídos os ensaios, deverá ser remetido à Celesc relatório sem mídia digital e em papel, com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão, como: condições do ensaio/ métodos/instrumentos e constantes utilizados.

Adicionalmente, o contratado deverá apresentar uma garantia da autenticidade dos resultados, atestando que o equipamento está de acordo com os requisitos desta Especificação, Pedido de Compra ou Contrato, incluindo os documentos de modificações ou acréscimos.

PADRONIZAÇÃO	APROVAÇÃO	ELABORAÇÃO	VISTO
DVGD	RES. DDI Nº 159/2025 - 15/12/2025	DVEN	DPEP

Essa garantia será assinada por um funcionário categorizado do contratado, ou poderá ser dada em um item do próprio relatório de ensaios. A garantia deverá ser emitida independentemente de a Celesc dispensar a presença do inspetor na inspeção e ensaios.

Os nomes Celesc e contratado deverão constar em todas as folhas do relatório.

Todas as vias do referido relatório serão assinadas pelo encarregado dos ensaios por uma pessoa categorizada do contratado e pelo inspetor da Celesc.

Depois de examinados o certificado de autenticidade e o relatório, a Celesc devolverá uma das vias do relatório ao contratado, aprovando ou não o equipamento/material.

5.25. Embalagem, Embarque e Transporte

5.25.1. Generalidades

As embalagens dos equipamentos/materiais são de responsabilidade do fabricante/fornecedor e deverão estar de acordo com a Especificação da Celesc E-141.0001 – Padrão de Embalagens.

Os equipamentos/materiais devem ser embalados individualmente.

A caixaria deve ser construída com material adequado para armazenamento durante 5 anos ao ar livre.

As embalagens não serão devolvidas ao contratado.

A embalagem e a preparação para embarque estarão sujeitas à inspeção, com base nos desenhos aprovados e de acordo com a Especificação acima referida. O equipamento/material será liberado para embarque após a devida inspeção e conferência. A necessidade da inspeção para embarque poderá ser dispensada a critério da Celesc.

A liberação para embarque não eximirá o contratado de entregar o equipamento/material em perfeitas condições de operação no local do destino, nem invalidará reclamação feita pela Celesc por equipamento/material recebido com defeito ou dano.

5.25.2. Marcação da Embalagem

A identificação das embalagens deve ser realizada através de placas externas (confeccionadas em alumínio anodizado ou material polimérico) ou etiquetas externas (papel plastificado, plástico ou material com desempenho equivalente), tamanho preferencial nº 20 da fonte Arial do software Microsoft Word®, gravação legível e permanente com durabilidade mínima de 2 anos, e a tinta utilizada na gravação deve possuir resistência a intempéries e radiação ultravioleta.

O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos engradados contendo os equipamentos e anexar à nota fiscal uma relação descrita do número serial de cada equipamento (romaneio).

O fornecedor estrangeiro, além de encaminhar a documentação acima mencionada ao despachante, também deverá enviar cópia do romaneio diretamente à Celesc.

Cada volume deve apresentar externamente os seguintes dados:

Tabela 17 – Dados da Embalagem

<i>Alínea</i>	<i>Dados da Embalagem</i>
a	Tipo/modelo/quantidade do equipamento/material
b	Nome do Fabricante
c	País de origem
d	Peso bruto/Total weight (kg)
e	Peso líquido/Net weight (kg)
f	O nome “Celesc Distribuição S.A.”
g	Número do Pedido de Compra (e item do mesmo, se for o caso)
h	Código da Celesc do material, (Código SAP, conforme Tabela 3)
i	Mês e Ano de fabricação
j	Relação descrita do número serial de cada equipamento (romaneio)
k	Número da Nota Fiscal correspondente
l	Marcação “Este Lado Para Cima/Correct Side Up”
m	Marcações adicionais, desde que requeridas no Pedido de Compra ou Instruções para Embarque

5.25.3. Transporte

Será responsabilidade do contratado tomar as providências para o transporte, incluindo as licenças necessárias e desembarço alfandegário, se for o caso. A Celesc só aceitará o recebimento nos locais de destino por ela designados.

5.26. Programa de Treinamento

Caso seja seu primeiro fornecimento, o contratado deverá apresentar em sua proposta um programa de treinamento, sem custo adicional para a Celesc (**custos embutidos** no equipamento/material). Caso solicitada, a Celesc disponibilizará recursos audiovisuais básicos para o contratado.

O treinamento será desenvolvido em etapa única **antes** da entrega dos equipamentos/materiais, para até 20 engenheiros/técnicos de nível médio da Celesc, nas dependências desta, em Florianópolis/SC, abrangendo os seguintes tópicos:

Tabela 18 – Tópicos do Treinamento

<i>Altínea</i>	<i>Tópicos do Treinamento</i>
a	Engenharia do projeto
b	Instalação
c	Ajustes
d	Comissionamento
e	Operação e Manutenção

O programa proposto deve, entre outros, atender aos seguintes objetivos:

- a) propiciar uma noção básica teórica de reatores;
- b) conhecer o histórico do desenvolvimento dos projetos de reatores, dos materiais utilizados e das tecnologias de fabricação e as tendências futuras;
- c) conhecer a influência de parâmetros técnicos (como impedâncias, limites de elevação de temperatura, perdas, tipos de resfriamento) no cálculo, projeto, fabricação e custos dos reatores;
- d) discutir o grau de liberdade dado e as restrições impostas pelas especificações técnicas ao projetista dos reatores, bem como a avaliação da presente Especificação Técnica;

- e) apresentar os processos de controle de qualidade do contratado e os procedimentos de testes e ensaios exigidos pelas empresas do setor elétrico;
- f) analisar casos de defeitos ocorridos em reatores;
- g) destacar os aspectos mais importantes contidos no Manual de Operação e Manutenção do equipamento.

A data para a realização do treinamento deverá ser acordada com a Celesc.

5.27. Folha de Dados Garantidos na Oferta

Para cada tipo de equipamento/material objeto do edital de compra, o proponente deverá apresentar a “Folha de Dados Garantidos na Oferta” devidamente preenchida nos campos sombreados (Tabelas 22, 23 e 24). A folha de dados, assinada por pessoa credenciada do proponente/contratado, será parte integrante do Contrato de Fornecimento, servindo também como documento suplementar de garantia.

5.28. Roteiro para Certificação de Homologação de Produtos (CHP) do Reator

Para obter a Certificação de Homologação de Produtos (CHP) do reator junto à Celesc, o fabricante deve seguir os procedimentos da Especificação E-313.0045 disponível no endereço: <http://novoportal.celesc.com.br/portal/index.php/normas-tecnicas/especificacao-de-equipamentos-e-materiais>.

Deverá também disponibilizar os seguintes subsídios:

5.28.1. Pessoa Credenciada pelo Fabricante

O fabricante deverá indicar a pessoa responsável para conduzir o processo de Certificação de Homologação de Produtos (CHP) perante a Celesc.

5.28.2. Habilitação do Projetista

Descrever a experiência do engenheiro responsável pelo projeto do reator.

5.28.3. Instalações da Fábrica

Descrever as instalações da fábrica.

5.28.4. Laboratório do Fabricante

Descrição do laboratório da fábrica.

Indicar quais os ensaios previstos nesta Especificação que o laboratório está apto para realizar.

Os instrumentos e equipamentos utilizados nos ensaios devem possuir certificados de aferição e calibração emitidos por órgão competente e devidamente credenciado e dentro do prazo de validade.

5.28.5. Visita à Fábrica

As instalações da fábrica e do laboratório do fabricante deverão ser visitadas por inspetores da Celesc.

As despesas de viagem dessa visita devem ser custeadas pela empresa que deseja certificar seu produto.

5.28.6. Capacidade de Fabricação

Indicar a capacidade da fábrica (peças/mês) para construção de reatores similares ao especificado pela Celesc.

5.28.7. Declaração de Concordância com os Termos de Garantia

O interessado deverá entregar uma Declaração de Concordância com os termos de garantia, subitem 5.3.

5.28.8. Domínio da Tecnologia de Fabricação

O proponente deverá comprovar que possui experiência de fornecimento para outras empresas de energia elétrica e/ou indústrias e que o equipamento ofertado faz parte de sua linha de produção.

Deverá ter fabricado nos últimos 10 anos uma quantidade mínima de reatores de aterramento de neutro e/ou limitador de curto-círcuito, similares aos da Celesc, conforme Tabela 19.

Tabela 19 – Reatores Fabricados Similares aos Especificados pela Celesc

<i>Função</i>	<i>Faixa de Corrente</i>	<i>Tensão Nominal</i>			<i>Mono-fásico</i>	<i>Núcleo de Ar</i>	<i>Nº mínimo de unidades fabricadas nos últimos 10 anos</i>	<i>Apresentar lista de unidades fabricadas⁽²⁾</i>
		<i>13,8 kV</i>	<i>23 kV</i>	<i>34,5 kV</i>				
<i>Aterramento de Neutro</i>	<i>I NOMINAL (A)</i>	80-320	60-240	40-160	✓	✓	15 ⁽¹⁾	✓
	<i>I_{CC} Térmica (kA)</i>	5-15	4-12	3-8				
<i>Limitador de Curto-Círcuito</i>	<i>I NOMINAL (A)</i>	250-1000	200-700	150-500	✓	✓	15 ⁽¹⁾	✓
	<i>I_{CC} Térmica (kA)</i>	5-18	4-16	3-14				

⁽¹⁾Não é necessário que sejam todas unidades de características diferentes; poderia no limite ser um lote de 15 unidades iguais, por exemplo.

⁽²⁾Informar tipo e função do reator, tensão, corrente, potência, ano de fabricação, quantidade produzida e nome do cliente atendido.

5.28.9. Relatórios de Ensaios a Serem Apresentados à Celesc

Apresentar para avaliação da Celesc, dentro da lista do inciso anterior, relatórios de ensaios das seguintes quantidades de reatores fabricados nos últimos 10 anos:

Tabela 20 – Relatórios de Ensaios a serem apresentados à Celesc

<i>Relatórios de ensaios</i>	<i>Nº de relatórios a enviar para análise pela Celesc</i>	<i>Anexar resumo das Especificações do Comprador</i>	<i>Anexar resumo das Memórias de Cálculo</i>
<i>Ensaios de Rotina:</i>	15	✓	✓
<i>Ensaios de Tipo: Elevação de Temperatura</i>	5	✓	✓
<i>Ensaios Especiais: Curto-Círcuito</i>	5	✓	✓

5.28.10. Memória de Cálculo para os Reatores

O fabricante deverá ser elaborar um anteprojeto com Memória de Cálculo para os reatores da Celesc objeto desta Especificação (Tipo I, Tipo II e Tipo III).

A Memória de Cálculo deve vir acompanhada com os seguintes documentos:

Tabela 21 – Documentos Necessários

Alínea	Documento
a	Memória de Cálculo do Projetista para os reatores da Celesc (Tipo I, Tipo II e Tipo III)
b ⁽¹⁾	“Resumo da Memória de Cálculo para a Obtenção de CHP” devidamente preenchido (Tabela 22; 23 e 24)
c	Desenhos do contorno do reator (planta, perfil, vistas laterais, e legendas) indicando cotas, dimensões, peso e cargas na fundação
d	Desenho de contorno da base do reator e fixação aos isoladores
e	Desenho dos terminais, conectores, ferragens, acessórios e furação
f	Desenho dos isoladores e detalhes de fixação
g	Catálogos Técnicos
h	Manuais de Instruções Técnicas e de Manutenção

⁽¹⁾A mesma Tabela “Resumo da Memória de Cálculo para a Obtenção de CHP” (apresentada na condição de proponente na licitação), deverá ser posteriormente reapresentada sob o título “Folha de Dados Garantidos na Oferta” (caso seja adjudicado como fornecedor do reator).

5.28.11. Divergências às Especificações

Caso o equipamento projetado apresente características que divirjam em relação às especificações da Celesc, o fabricante deverá apresentar a relação destas na seção específica “Divergências às Especificações”, esclarecendo e justificando tecnicamente.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Não há.

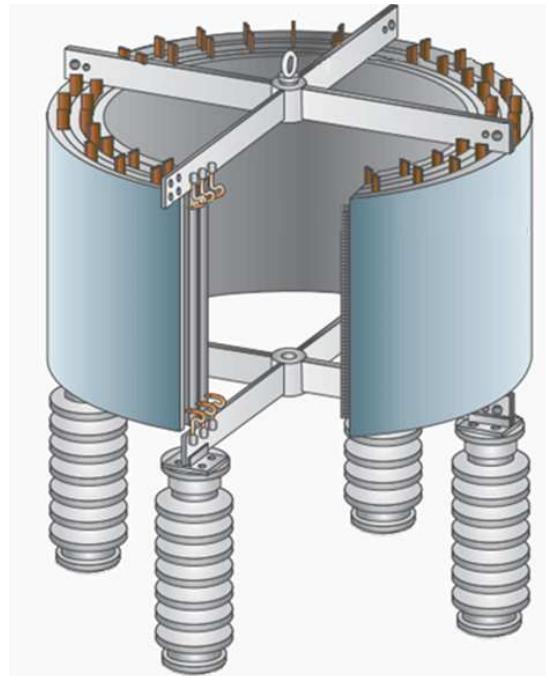
7. ANEXOS

7.1. DESENHO 1 – Desenho de Reator (Imagem Meramente Ilustrativa)

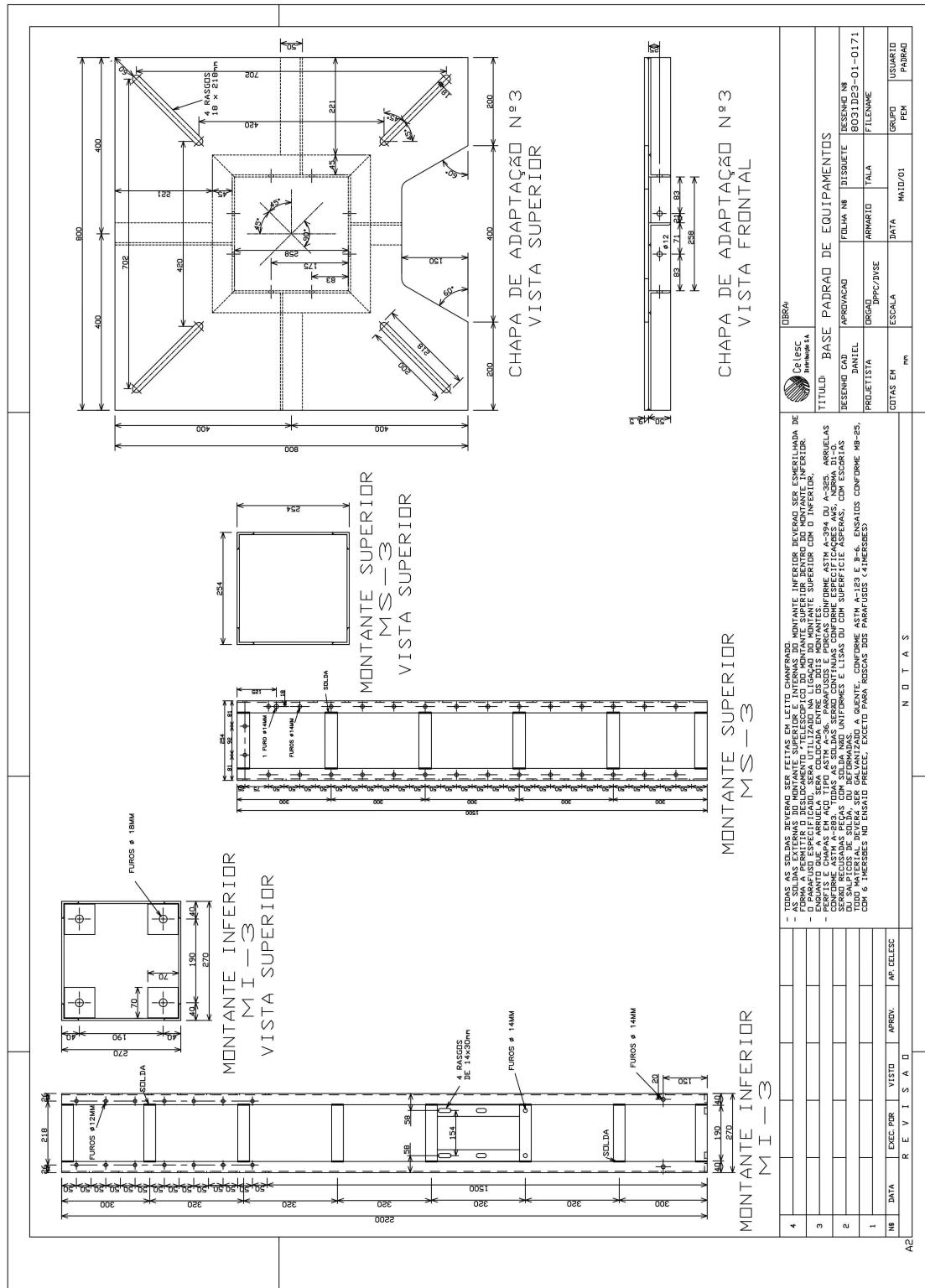
PADRONIZAÇÃO	APROVAÇÃO	ELABORAÇÃO	VISTO
DVGD	RES. DDI Nº 159/2025 - 15/12/2025	DVEN	DPEP

- 7.2. DESENHO 2 – Base Padrão para o Reator – Estruturas Montantes MI-3 e MS-3
- 7.3. DESENHO 3 – Base Padrão para o Reator – Placa de Adaptação com o Montante
- 7.4. DESENHO 4 – Base Padrão para o Reator – Placa de Adaptação com o Montante Superior (Continuação)
- 7.5. DESENHO 5 – Relação da Ferragem
- 7.6. DESENHO 6 – Norma da Celesc – E-313.0055 Isoladores Suporte para Subestações
- 7.7. Tabela 22
- 7.8. Tabela 23
- 7.9. Tabela 24
- 7.10. Controle de Revisões e Alterações
- 7.11. Alterações em Relação à Norma NE-167E de Março/2017
- 7.12. Histórico de Revisões

7.1. DESENHO 1 – Desenho de Reator (Imagem Meramente Ilustrativa)



7.2. DESENHO 2 – Base Padrão para o Reator – Estruturas Montantes MI-3 e MS-3



PADRORIZAÇÃO

DVGD

APROVAÇÃO

RES. DDI N° 159/2025 - 15/12/2025

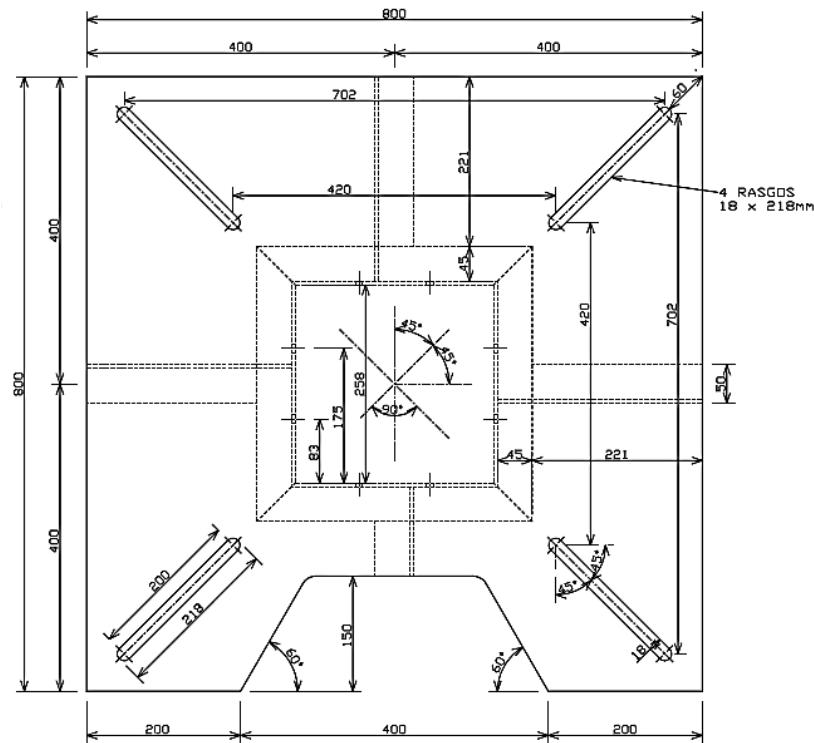
ELABORACÃO

DVEN

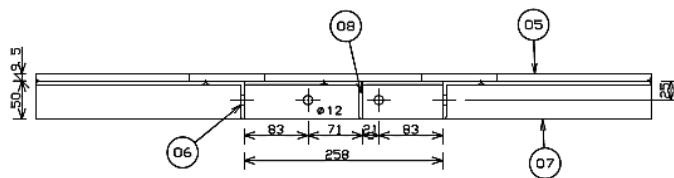
VISTO

DPEP

7.3. DESENHO 3 – Base Padrão para o Reator – Placa de Adaptação com o Montante Superior



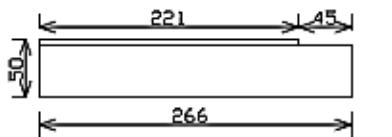
ITEM 05
CHAPA DE ADAPTAÇÃO N° 3
DETALHE C



VISTA FRONTAL
CHAPA DE ADAPTAÇÃO N° 3

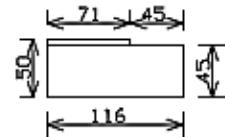


7.4. DESENHO 4 – Base Padrão para o Reator – Placa de Adaptação com o Montante Superior (Continuação)



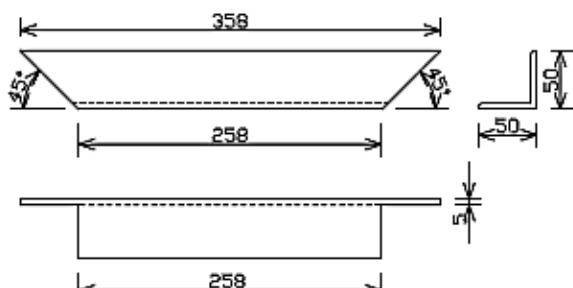
07

DETALHE D



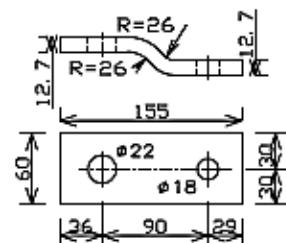
08

DETALHE E



02 DU 04 DU 06

DETALHE F



09

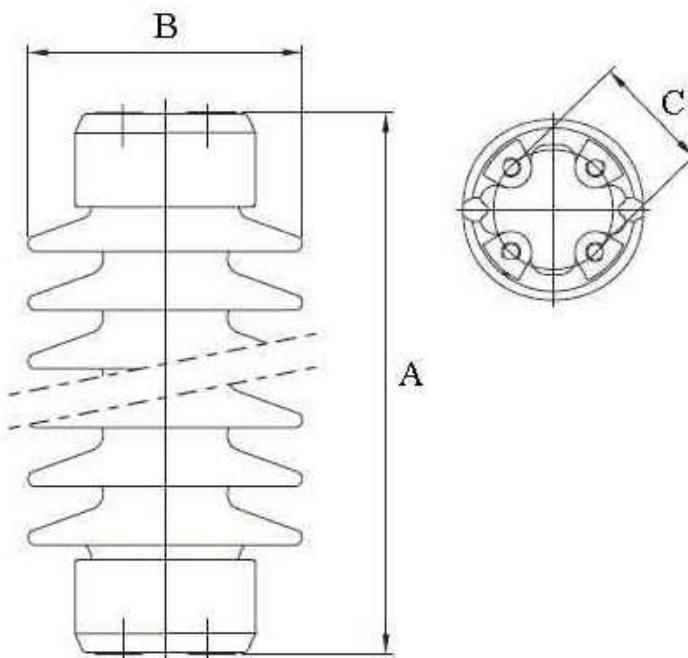
DETALHE G

7.5. DESENHO 5 – Relação da Ferragem

ITEM	DESCRIÇÃO			QUANT.	UNID.
01	MONTANTE	INFERIOR	MI-1	01	CJ
02	MONTANTE	INFERIOR	MI-2	01	CJ
03	MONTANTE	INFERIOR	MI-3	01	CJ
04	MONTANTE	SUPERIOR	MS-1	01	CJ
05	MONTANTE	SUPERIOR	MS-1	01	CJ
06	MONTANTE	SUPERIOR	MS-1	01	CJ
07	CHAPA DE ADAPTAÇÃO	CA-1		01	CJ
08	CHAPA DE ADAPTAÇÃO	CA-2		01	CJ
09	CHAPA DE ADAPTAÇÃO	CA-3		01	CJ
10	ESPAÇADOR			04	Pç
11	PARAFUSO M16 x 50mm, COM PORCA E ARRUELAS			04	Pç
12	PARAFUSO M10 x 50mm, COM PORCA E ARRUELAS			24	Pç

7.6. DESENHO 6 – Norma da Celesc – E-313.0055 Isoladores Suporte para Subestações

7.1. Isolador Suporte até 138 kV - Padronização



Item	Tensão Nominal (kV)	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico a Seco (kV)	Tensão Suportável em Frequência Industrial, sob Chuva – 1 minuto (kV)	Distância de Escoamento Mínima (mm)	Carga Mínima de Ruptura à Flexão (kN)	Dimensões (mm)			Rosca da Base 4 Furos	Código Celesc Distribuição
						A max.	B max	C		
1	13,8 e 23,1	150	50	605	8	380	180	76	M12	5048
2	34,5	200	70	905	8	520	200	76	M12	5040
3	69	350	145	1812	5,6	810	220	76	M12	5042

7.7. Tabela 22**Tabela 22**

FOLHA DE DADOS GARANTIDOS NA OFERTA/RESUMO DA MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA OBTENÇÃO DE CHP – REATOR de ATERRAMENTO de NEUTRO ‘13,8 kV’ – Tipo I					
Nome do Proponente					
Número da Proposta					
Tensão do Reator					
Data de Preenchimento					
Nome da Pessoa Credenciada					
Assinatura					
Item da E-313.0086	Alínea	Descrição	Unidade	Requerido pelo Comprador	<i>Garantia do Fornecedor</i>
5.1.1		<i>Fazem parte da Proposta e Contrato de Fornecimento</i>			
	a	Reatores			
	b	Isoladores Suporte de Porcelana tipo Cilíndrico: 4 por reator tipo TR-208		Serão fornecidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	c	Ferragens, Parafusos e Arruelas para fixação dos Isoladores Suporte		Serão fornecidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	d	Ensaios de Rotina		Serão realizados? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	e	Ensaios de Tipo: Elevação de Temperatura sob Corrente Nominal		Custos embutidos na Proposta? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
		Em que Laboratório serão realizados os Ensaios de Tipo e de Elevação de Temperatura?		(mencionar)	
	f	Acondicionamento e Transporte até o Local de destino		Será realizado? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	g	<i>Programa de Treinamento</i>		<i>Custo embutido na Proposta?</i> <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.2		Necessidade do Certificado de Homologação de Produto (CHP)		Ciente da necessidade do CHP? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.3		Termo de Garantia		Anexou Declaração? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.4		Moeda, Idioma, Unidades		Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.5		Divergências às Especificações		Existem? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.6		Quesitos Gerais de Projeto		Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.7		Condições de Serviço		Serão atendidas? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.8		<i>Características Requeridas Elétricas/Mecânicas</i>			
	a	Frequência Nominal	Hz	60	
	b	Indutância Nominal	mH	1,54	
	c	Reatância Nominal	Ω	0,58	

PADRONIZAÇÃO

DVGD

APROVAÇÃO

RES. DDI N° 159/2025 - 15/12/2025

ELABORAÇÃO

DVEN

VISTO

DPEP

	d	Corrente Nominal de Regime Contínuo	A	180	
	e	Corrente Térmica de Curto-Circuito	kA	9,0	
	f	Duração da Corrente Térmica de Curto-Circuito	seg	2	
	g	Corrente Dinâmica de Curto-Circuito—Valor esperado no Sist. Elétrico	kA (crista)	23,0	
	h	Corrente Dinâmica de Curto-Circuito – Valor Requerido para Projeto	kA (crista)	25,3	
	i	Tensão nos Terminais do Reator Durante o C.C.	kVefi caz	5,2	
	j	Nível de Isolamento	kVefi caz	15	
	k	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Pleno	kV(cri sta)	110	
	l	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Cortado	kV(cri sta)	121	
	m	Temperatura Ambiente – Valor Requerido para Projeto	°C	40	
	n	Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Nominal de Regime Contínuo do Reator—Máxima Aceitável p/ Projeto	°C	55	
	o	Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com t=2 seg – Máxima Aceitável para	°C	75	
	p	Temperatura Admissível no PME, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com t=2s e Ta=40°C– Máxima Aceitável para Projeto	°C	170	
	q	Classe de Temp. do Isolante dos Condutores—Requerido para Projeto	classe	"F"	Será atendido? () sim () não
	r	Perdas Elétricas sob Corrente Nominal	kW	N/E	
	s	Peso do Reator	kg	N/E	
	t	Área do Condutor		N/E	
	u	Diâmetro Externo do Reator	mm	N/E	
	v	Altura Total do Reator, incluindo cruzetas	mm	N/E	
	w	Diâmetro do Círculo que passa nos Centros dos Círculos de Furação dos Isoladores – Valor Mínimo Aceitável/Valor Máximo Aceitável ⁽¹⁾	mm	680 a 910	
5.9		Condutor			
	a	Tipo do condutor escolhido			(mencionar)
	b	Seção equivalente	mm ²	N/E	
	c	Tipo isolante utilizado no condutor			(descrever)
5.10		Espaçador (Pedestal Suporte)			
	a	Projeto contempla espaçador para perfeito encaixe dos isoladores com a Placa de Adaptação?			Será atendido? () sim () não
5.11		<i>Distanciamento Elétrico e Magnético</i>			
	a	<i>Distanciamento Magnético Axial a partir da cruzeta superior/inferior:</i>			
	a.1	Partes Metálicas Não formando laços fechados	mm	N/E	
	a.2	Partes Metálicas formando laços fechados	mm	N/E	
	b	<i>Distanciamento Magnético Radial a partir da linha de centro do reator:</i>			
	b.1	Partes Metálicas Não formando laços fechados	mm	N/E	
	b.2	Partes Metálicas formando laços fechados	mm	N/E	
5.12		<i>Estrutura Mecânica</i>			
	a	Síntese do projeto			(descrever)
5.13		Cruzetas			

	a	Material utilizado e forma construtiva	N/E	(descrever)
5.14		<i>Terminais do Reator</i>		
	a	Saída Vertical		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
	b	Padrão NEMA 2 furos		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.15		<i>Conectores entre o Reator e os Cabos de Cobre</i>		
	a	Fornecimento de 2 Terminais Bimetálicos para cabo de cobre de 120 mm ²		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.17		<i>Requisitos para a Fabricação</i>		Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.18		<i>Apresentação da Proposta pelo Proponente</i>		Está de acordo? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.19		<i>Cronograma de Fabricação e Entrega</i>		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.20		<i>Desenhos e Documentos para Aprovação</i>		Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.21		<i>Aprovação de Documentos</i>		Está de acordo? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.22		<i>Placa de Identificação</i>		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.23		<i>Requisitos para os Ensaios</i>		
5.23.1		<i>Critérios para Execução dos Ensaios</i>		Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.23.2		<i>Ensaios de Rotina (Procedimentos e tipos de Ensaios)</i>		Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.23.3		<i>Ensaios de Tipo: Elevação de Temperatura sob Corrente Nominal</i>		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.23.4		<i>Certificação dos Equipamentos do Laboratório</i>		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.24		<i>Procedimentos para os Ensaios e Inspeção</i>		
5.24.1		<i>Condições Gerais dos Ensaios e Inspeção</i>		Serão atendidas? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.24.2		<i>Relatório de Ensaios</i>		Será atendida? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.25		<i>Embalagem, Embarque e Transporte</i>		
5.25.1		<i>Generalidades</i>		Serão atendidas? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.25.2		<i>Marcação da Embalagem</i>		Será atendida? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.25.3		<i>Transporte</i>		Será atendida? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
5.26		<i>Programa de Treinamento</i>		Será atendido? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não

N/E=Dado Não Especificado pela Celesc

(1) São as medidas possíveis na Chapa de Adaptação nº 3 da Celesc (Vide Desenho 3)

7.8. Tabela 23**Tabela 23**

FOLHA DE DADOS GARANTIDOS NA OFERTA/RESUMO DA MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA OBTEÇÃO DE CHP – REATOR de ATERRAMENTO de NEUTRO '23 kV – Tipo II						
Nome do Proponente						
Número da Proposta						
Tensão do Reator						
Data de Preenchimento						
Nome da Pessoa Credenciada						
Assinatura						
Item da E-313.0086	Alínea	Descrição	Unidade	Requerido pelo Comprador	<i>Garantia do Fornecedor</i>	
5.1.1		<i>Fazem parte da Proposta e Contrato de Fornecimento</i>				
	a	Reatores				
	b	Isoladores Suporte de Porcelana tipo Cilíndrico: 4 por reator tipo TR-208			Serão fornecidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	c	Ferragens, Parafusos e Arruelas para fixação dos Isoladores Suporte			Serão fornecidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	d	Ensaios de Rotina			Serão realizados? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	e	Ensaios de Tipo: Elevação de Temperatura sob Corrente Nominal			Custos embutidos na Proposta? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
		Em que Laboratório serão realizados os Ensaios de Tipo e de Elevação de Temperatura?			(mencionar)	
	f	Acondicionamento e Transporte até o Local de destino			Será realizado? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	g	Programa de Treinamento			Custo embutido na Proposta? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.2		Necessidade do Certificado de Homologação de Produto (CHP)			Ciente da necessidade do CHP? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.3		Termo de Garantia			Anexou Declaração? <input type="checkbox"/> sim	
5.4		Moeda, Idioma, Unidades			Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.5		Divergências às Especificações			Existem? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.6		Quesitos Gerais de Projeto			Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.7		Condições de Serviço			Serão atendidas? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.8		<i>Características Requeridas Elétricas/Mecânicas</i>				
	a	Frequência Nominal	Hz	60		
	b	Indutância Nominal	mH	2,94		

	c	Reatância Nominal	Ω	1,11	
	d	Corrente Nominal de Regime Contínuo	A	140	
	e	Corrente Térmica de Curto-Circuito	kA	7,1	
	f	Duração da Corrente Térmica de Curto-Circuito	seg	2	
	g	Corrente Dinâmica de Curto-Circuito—Valor esperado no Sist. Elétrico	kA (crista)	18,1	
	h	Corrente Dinâmica de Curto-Circuito – Valor Requerido para Projeto	kA (crista)	19,9	
	i	Tensão nos Terminais do Reator Durante o C.C.	kVefi caz	7,9	
	j	Nível de Isolamento	kVefi caz	15	
	k	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Pleno	kV(cri sta)	110	
	l	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Cortado	kV(cri sta)	121	
	m	Temperatura Ambiente – Valor Requerido para Projeto	°C	40	
	n	Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Nominal de Regime Contínuo do Reator—Máxima Aceitável p/ Projeto	°C	55	
	o	Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com t=2 seg – Máxima Aceitável para	°C	75	
	p	Temperatura Admissível no PME, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com t=2s e Ta=40°C– Máxima Aceitável para Projeto	°C	170	
	q	Classe de Temp. do Isolante dos Condutores—Requerido para Projeto	classe	"F"	Será atendido? () sim () não
	r	Perdas Elétricas sob Corrente Nominal	kW	N/E	
	s	Peso do Reator	kg	N/E	
	t	Área do Condutor		N/E	
	u	Diâmetro Externo do Reator	mm	N/E	
	v	Altura Total do Reator, incluindo cruzetas	mm	N/E	
	w	Diâmetro do Círculo que passa nos Centros dos Círculos de Furação dos Isoladores – Valor Mínimo Aceitável/Valor Máximo Aceitável ⁽¹⁾	mm	680 a 910	
5.9		Condutor			
	a	Tipo do condutor escolhido			(mencionar)
	b	Seção equivalente	mm²	N/E	
	c	Tipo isolante utilizado no condutor			(descrever)
5.10		Espaçador (Pedestal Suporte)			
	a	Projeto contempla espaçador para perfeito encaixe dos isoladores com a Placa de Adaptação?			Será atendido? () sim () não
5.11		<i>Distanciamento Elétrico e Magnético</i>			
	a	<i>Distanciamento Magnético Axial a partir da cruzeta superior/inferior:</i>			
	a.1	Partes Metálicas Não formando laços fechados	mm	N/E	
	a.2	Partes Metálicas formando laços fechados	mm	N/E	
	b	<i>Distanciamento Magnético Radial a partir da linha de centro do reator:</i>			
	b.1	Partes Metálicas Não formando laços fechados	mm	N/E	
	b.2	Partes Metálicas formando laços fechados	mm	N/E	
5.12		<i>Estrutura Mecânica</i>			
	a	Síntese do projeto			(descrever)

5.13		Cruzetas		
	a	Material utilizado e forma construtiva	N/E	(descrever)
5.14		<i>Terminais do Reator</i>		
	a	Saída Vertical		Será atendido? () sim () não
	b	Padrão NEMA 2 furos		Será atendido? () sim () não
5.15		<i>Conectores entre o reator e os cabos de cobre</i>		
	a	Fornecimento de 2 Terminais Bimetálicos para cabo de cobre de 120 mm ²		Será atendido? () sim () não
5.17		<i>Requisitos para a Fabricação</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.18		<i>Apresentação da Proposta pelo Proponente</i>		Está de acordo? () sim () não
5.19		<i>Cronograma de Fabricação e Entrega</i>		Será atendido? () sim () não
5.20		<i>Desenhos e Documentos para Aprovação</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.21		<i>Aprovação de Documentos</i>		Está de acordo? () sim () não
5.22		<i>Placa de Identificação</i>		Será atendido? () sim () não
5.23		<i>Requisitos para os Ensaios</i>		
5.23.1		<i>Critérios para Execução dos Ensaios</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.23.2		<i>Ensaios de Rotina (Procedimentos e tipos de Ensaios)</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.23.3		<i>Ensaios de Tipo: Elevação de Temperatura sob Corrente Nominal</i>		Será atendido? () sim () não
5.23.4		<i>Certificação dos Equipamentos do Laboratório</i>		Será atendido? () sim () não
5.24		<i>Procedimentos para os Ensaios e Inspeção</i>		
5.24.1		<i>Condições Gerais dos Ensaios e Inspeção</i>		Serão atendidas? () sim () não
5.24.2		<i>Relatório de Ensaios</i>		Será atendido? () sim () não
5.25		<i>Embalagem, Embarque e Transporte</i>		
5.25.1		<i>Generalidades</i>		Serão atendidas? () sim () não
5.25.2		<i>Marcação da Embalagem</i>		Será atendida? () sim () não
5.25.3		<i>Transporte</i>		Será atendida? () sim () não
5.26		<i>Programa de Treinamento</i>		Será atendido? () sim () não

N/E=Dado Não Especificado pela Celesc

(1) São as medidas possíveis na Chapa de Adaptação nº 3 da Celesc (Vide Desenho 3)

7.9. Tabela 24**Tabela 24**

FOLHA DE DADOS GARANTIDOS NA OFERTA/RESUMO DA MEMÓRIA DE CÁLCULO PARA OBTEÇÃO DE CHP – REATOR de ATERRAMENTO de NEUTRO '34,5 kV' –Tipo III						
Nome do Proponente						
Número da Proposta						
Tensão do Reator						
Data de Preenchimento						
Nome da Pessoa Credenciada						
Assinatura						
Item da E-313.0086	Alínea	Descrição	Unidade	Requerido pelo Comprador	<i>Garantia do Fornecedor</i>	
5.1.1		<i>Fazem parte da Proposta e Contrato de Fornecimento</i>				
	a	Reatores				
	b	Isoladores Suporte de Porcelana tipo Cilíndrico: 4 por reator tipo TR-208			Serão fornecidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	c	Ferragens, Parafusos e Arruelas para fixação dos Isoladores Suporte			Serão fornecidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	d	Ensaios de Rotina			Serão realizados? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	e	Ensaios de Tipo: Elevação de Temperatura sob Corrente Nominal			Custos embutidos na Proposta? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
		Em que Laboratório serão realizados os Ensaios de Tipo e de Elevação de Temperatura?			(mencionar)	
	f	Acondicionamento e Transporte até o Local de destino			Será realizado? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
	g	Programa de Treinamento			Custo embutido na Proposta? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.2		Necessidade do Certificado de Homologação de Produto (CHP)			Ciente da necessidade do CHP? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.3		Termo de Garantia			Anexou Declaração? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.4		Moeda, Idioma, Unidades			Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.5		Divergências às Especificações			Existem? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.6		Quesitos Gerais de Projeto			Serão atendidos? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.7		Condições de Serviço			Serão atendidas? <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não	
5.8		<i>Características Requeridas Elétricas/Mecânicas</i>				
	a	Frequência Nominal	Hz	60		
	b	Indutância Nominal	mH	6,63		

	c	Reatância Nominal	Ω	2,50	
	d	Corrente Nominal de Regime Contínuo	A	86	
	e	Corrente Térmica de Curto-Circuito	kA	4,3	
	f	Duração da Corrente Térmica de Curto-Circuito	seg	2	
	g	Corrente Dinâmica de Curto-Circuito – <i>Valor esperado no Sist. Elétrico</i>	kA (crista)	11,0	
	h	Corrente Dinâmica de Curto-Circuito – <i>Valor Requerido para Projeto</i>	kA (crista)	12,1	
	i	Tensão nos Terminais do reator durante o C.C.	kVefi caz	10,8	
	j	Nível de Isolamento	kVefi caz	15	
	k	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Pleno	kV(cri sta)	110	
	l	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico – Cortado	kV(cri sta)	121	
	m	Temperatura Ambiente – <i>Valor Requerido para Projeto</i>	°C	40	
	n	Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Nominal de Regime Contínuo do reator– <i>Máxima Aceitável p/ Projeto</i>	°C	55	
	o	Elevação da Temp. no Ponto Médio do Enrolamento, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com t=2 seg – <i>Máxima Aceitável para</i>	°C	75	
	p	Temperatura Admissível no PME, sob Corrente Térmica de Curto-Circuito com t=2s e Ta=40°C– <i>Máxima Aceitável para Projeto</i>	°C	170	
	q	Classe de Temp. do Isolante dos Condutores– <i>Requerido para Projeto</i>	classe	"F"	Será atendido? () sim () não
	r	Perdas Elétricas sob Corrente Nominal	kW	N/E	
	s	Peso do Reator	kg	N/E	
	t	Área do Condutor		N/E	
	u	Diâmetro Externo do Reator	mm	N/E	
	v	Altura Total do Reator, incluindo cruzetas	mm	N/E	
	w	Diâmetro do Círculo que passa nos Centros dos Círculos de Furação dos Isoladores – Valor Mínimo Aceitável/Valor Máximo Aceitável ⁽¹⁾	mm	680 a 910	
5.9		Condutor			
	a	Tipo do condutor escolhido			(mencionar)
	b	Seção equivalente	mm ²	N/E	
	c	Tipo isolante utilizado no condutor			(descrever)
5.10		Espaçador (Pedestal Suporte)			
	a	Projeto contempla espaçador para perfeito encaixe dos isoladores com a Placa de Adaptação?			Será atendido? () sim () não
5.11		<i>Distanciamento Elétrico e Magnético</i>			
	a	<i>Distanciamento Magnético Axial a partir da cruzeta superior/inferior:</i>			
	a.1	Partes Metálicas Não formando laços fechados	mm	N/E	
	a.2	Partes Metálicas formando laços fechados	mm	N/E	
	b	<i>Distanciamento Magnético Radial a partir da linha de centro do reator:</i>			
	b.1	Partes Metálicas Não formando laços fechados	mm	N/E	
	b.2	Partes Metálicas formando laços fechados	mm	N/E	
5.12		<i>Estrutura Mecânica</i>			
	a	Síntese do projeto			(descrever)

5.13		Cruzetas		
	a	Material utilizado e forma construtiva	N/E	(descrever)
5.14		<i>Terminais do Reator</i>		
	a	Saída Vertical		Será atendido? () sim () não
	b	Padrão NEMA 2 furos		Será atendido? () sim () não
5.15		<i>Conectores entre o Reator e os Cabos de Cobre</i>		
	a	Fornecimento de 2 Terminais Bimetálicos para cabo de cobre de 120 mm ²		Será atendido? () sim () não
5.17		<i>Requisitos para a Fabricação</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.18		<i>Apresentação da Proposta pelo Proponente</i>		Está de acordo? () sim () não
5.19		<i>Cronograma de Fabricação e Entrega</i>		Será atendido? () sim () não
5.20		<i>Desenhos e Documentos para Aprovação</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.21		<i>Aprovação de Documentos</i>		Está de acordo? () sim () não
5.22		<i>Placa de Identificação</i>		Será atendido? () sim () não
5.23		<i>Requisitos para os Ensaios</i>		
5.23.1		<i>Critérios para Execução dos Ensaios</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.23.2		<i>Ensaios de Rotina (Procedimentos e tipos de Ensaios)</i>		Serão atendidos? () sim () não
5.23.3		<i>Ensaios de Tipo: Elevação de Temperatura sob Corrente Nominal</i>		Será atendido? () sim () não
5.23.4		<i>Certificação dos Equipamentos do Laboratório</i>		Será atendido? () sim () não
5.24		<i>Procedimentos para os Ensaios e Inspeção</i>		
5.24.1		<i>Condições Gerais dos Ensaios e Inspeção</i>		Serão atendidas? () sim () não
5.24.2		<i>Relatório de Ensaios</i>		Será atendido? () sim () não
5.25		<i>Embalagem, Embarque e Transporte</i>		
5.25.1		<i>Generalidades</i>		Serão atendidas? () sim () não
5.25.2		<i>Marcação da Embalagem</i>		Será atendida? () sim () não
5.25.3		<i>Transporte</i>		Será atendida? () sim () não
5.26		<i>Programa de Treinamento</i>		Será atendido? () sim () não

N/E=Dado Não Especificado pela Celesc

(1) São as medidas possíveis na Chapa de Adaptação nº 3 da Celesc (Vide Desenho 3)

7.10. Controle de Revisões e Alterações

REVI-SÃO	RESOLUÇÃO- DATA	ITEM	DESCRIÇÃO	ELA-BORA-ÇÃO	VERI-FICA-ÇÃO	APRO-VA-ÇÃO
			ex-Norma Experimental NE-167E			
Emissão	RES DDI 038/2019 – 13.3.2019	-		EAP	GMTK	MAG
1 ^a	RES DDI 072/2022 – 6.6.2022	-		EAP	GMTK	ALK
2 ^a	RES DDI 159/2025 – 15/12/2025	-		EAP	GMTK	TJ

7.11. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
2 ^a	Dezembro 2025	<p>Especificação revisada, sem alteração e publicada conforme Item 6. Disposições Finais da N-121.0001 – Elaboração, Tramitação, Competência para Aprovação e Divulgação de Documentos Normativos Internos:</p> <p>“Todos os documentos normativos devem ser obrigatoriamente revisados a cada três anos pela área responsável, visando sua alteração ou cancelamento, se for o caso. Mesmo que o documento esteja vigente e que não haja necessidade de alteração...”.</p>	DDI/DPEP/DVEN EAP/GMTK/TJ