

*Transformador de potência para  
subestações de distribuição (SED) -  
15 a 25 MVA*

*ESA|DENG|NRM-1150/2025*

# Especificação Técnica Unificada

ETU - 001.4

Versão 4.0 - Junho / 2025



## Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de transformadores de potência (TFP), trifásicos (3F), de instalação ao tempo, com enrolamento de cobre, imersos em líquido isolante com resfriamento natural, nas tensões primárias até 69 kV e nas tensões secundárias e terciárias usuais, com potência nominal de 15 a 25 MVA, aplicáveis em subestações de distribuição (SED), nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para isso, foram consideradas as especificações e padrões de materiais em referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho desses materiais nas empresas do grupo Energisa.

Cópias ou impressões parciais ou totais deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 4.0, datada de junho de 2025.

**Cataguases - MG., Junho de 2025.**

**GTD - Gerência Técnica de Distribuição**

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





## Equipe técnica de revisão da ETU-001.4 (versão 4.0)

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia (ERO)

**Alberto Alves Cunha**

Energisa Tocantins (ETO)

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

**Antônio Maurício de Matos Gonçalves**

Energisa Acre (EAC)

**Ricardo Langone Marques**

Dir. Suprimentos Logística

**Erika Ferrari Cunha**

Energisa Sergipe (ESE)

**Rodolfo Acialdi Pinheiro**

Energisa Minas-Rio (EMR)

**Fabio Lancelotti**

Energisa Paraíba (EPB)

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso (EMT)



# Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	6
2	CONDIÇÕES GERAIS .....	6
3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	7
3.1	CÓDIGOS DOS SENSORES.....	7
3.2	CÓDIGOS DOS EQUIPAMENTOS.....	7
3.2.1	Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 11,4 kV Dyn1 CDC .....	8
3.2.2	Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 13,8 kV Dyn1 CDC .....	11
3.2.3	Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 22,0 kV Dyn1 CDC .....	14
3.2.4	Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 34,5 kV Dyn1 CDC .....	17
4	NOTAS COMPLEMENTARES.....	20
5	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	20
6	VIGÊNCIA.....	20

# 1 INTRODUÇÃO

Esta Especificação Técnica padroniza os requisitos técnicos gerais que devem constar na proposta de fornecimento às empresas distribuidoras do grupo Energisa, para os transformadores de potência, com potência nominal de 15 a 25 MVA, tipo de ligação Dyn1, imersos em líquido isolante, para instalação ao tempo, nas subestações de distribuição (SED), a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

Exceto se indicado em contrário, o termo transformadores é aplicável, nesta especificação a: transformadores, a transformadores reguladores de 2 (dois) e/ou 3 (três) enrolamentos, autotransformadores e autotransformadores reguladores.

## 2 CONDIÇÕES GERAIS

O equipamento deve ser projetado, construído e ensaiado conforme esta especificação e pela especificação técnica ETU-001 (Transformadores de potência para subestações de distribuição (SED) - Especificações gerais).

O fornecedor deve atender os seguintes itens:

- a) Projetar os transformadores para condições normais de operação como abaixador e elevador, ou seja, com fluxo de potência direto e inverso;
- b) Projetar os transformadores para as condições do local de instalação considerando ambiente com circulação restrita de ar, caso requerido na ordem de compra de materiais (OCM);
- c) As unidades, de um mesmo projeto, devem ter seus ensaios comparados de forma a comprovar a uniformidade e qualidade da montagem e a conformidade com o projeto.

A Energisa se reserva o direito de arquivar, reproduzir e repassar a documentação técnica, gerada após o processo licitatório, aos seus subcontratados para execução de projetos, montagem, comissionamento, operação e manutenção dos equipamentos, sem que haja autorização do fornecedor.

## 3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Os transformadores de potência contidos nesta especificação técnica devem ser trifásicos (3F), com enrolamentos imersos em líquido isolante, resfriamento natural (ONAN) e forçado (ONAF) de 1 e 2 estágios, próprio para montagem ao tempo, providos de painel religável para mudanças de tensão sem carga na alta tensão.

Os enrolamentos primários dos transformadores devem possuir derivações de:

- Assimétrico: +5,0 % a -15 %, com 17 degraus de comutação de 1,25 %, ou
- Simétrico:  $\pm 10$  % (simétrico) com 17 a 33 posições igualmente distribuídas em relação à posição central, ou seja, correspondente à tensão nominal.

A definição sobre qual será o tipo de comutação (assimétrico ou simétrico) se dará durante a fase de aprovação o Design Review (DR) do equipamento pela Energisa.

### 3.1 Códigos dos sensores

Todos os transformadores de potência mencionados nesta especificação técnica complementar devem estar equipados com sensores de monitoramento, conforme descrito na ETU-161.

### 3.2 Códigos dos equipamentos

Os transformadores de potência mencionados nesta especificação técnica devem possuir as seguintes características técnicas:

### 3.2.1 Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 11,4 kV Dyn1 CDC

Descrição	690075
	Valor
<b>Potência nominal</b>	
Potência nominal do primário e do secundário	15 / 20 / 25 MVA
Resfriamento	ONAN - ONAF I - ONAF II
Designação do tipo de ligação	Dyn1
<b>Enrolamento primário H</b>	
Tensão nominal	69 kV
Classe de tensão	72,5 kV
Quantidade de TAP's do comutador sob carga	17 a 33 degraus de regulação
Faixa de derivação	(+5 % -15 % ou $\pm 10$ %)
Tipo de ligação	Delta
<b>Enrolamento secundário X</b>	
Tensão nominal	11,4 kV
Classe de tensão	15,0 kV
Tipo de ligação	Estrela com neutro acessível
<b>Capacidade de curto-circuito</b>	
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	1.260 A
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	7.600 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	3.200 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	19.380 A
<b>Buchas de alta tensão</b>	
Tipo construtivo	Capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	800 A
Distância de escoamento mínima	1.800 mm

Descrição	690075
	Valor
Espaçamentos mínimos em ar	630 mm

Buchas de baixa tensão e de neutro

Tipo construtivo	Sólida não capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	2000 A
Distância de escoamento mínima	375 mm
Espaçamentos mínimos em ar	210 mm

Transformadores de corrente do primário H1 - H2 - H3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - M

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

Transformadores de corrente do neutro do secundário X0

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	



Descrição	690075
	Valor
Transformadores de corrente para imagem térmica e comutador sob carga	Conforme projeto do fabricante.

### 3.2.2 Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 13,8 kV Dyn1 CDC

Descrição	690078
	Valor
<b>Potência nominal</b>	
Potência nominal do primário e do secundário	15 / 20 / 25 MVA
Resfriamento	ONAN - ONAF I - ONAF II
Designação do tipo de ligação	Dyn1
<b>Enrolamento primário H</b>	
Tensão nominal	69 kV
Classe de tensão	72,5 kV
Quantidade de TAP's do comutador sob carga	17 a 33 degraus de regulação
Faixa de derivação	(+5 % -15 % ou $\pm 10$ %)
Tipo de ligação	Delta
<b>Enrolamento secundário X</b>	
Tensão nominal	13,8 kV
Classe de tensão	15,0 kV
Tipo de ligação	Estrela com neutro acessível
<b>Capacidade de curto-circuito</b>	
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	1.260 A
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	6.280 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	3.200 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	16.010 A
<b>Buchas de alta tensão</b>	
Tipo construtivo	Capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	800 A
Distância de escoamento mínima	1.800 mm

Descrição	690078
	Valor
Espaçamentos mínimos em ar	630 mm

Buchas de baixa tensão e de neutro

Tipo construtivo	Sólida não capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	1600 A
Distância de escoamento mínima	375 mm
Espaçamentos mínimos em ar	210 mm

Transformadores de corrente do primário H1 - H2 - H3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - M

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

Transformadores de corrente do neutro do secundário X0

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	



Descrição	690078
	Valor
Transformadores de corrente para imagem térmica e comutador sob carga	Conforme projeto do fabricante.

### 3.2.3 Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 22,0 kV Dyn1 CDC

Descrição	690081
	Valor
<b>Potência nominal</b>	
Potência nominal do primário e do secundário	15 / 20 / 25 MVA
Resfriamento	ONAN - ONAF I - ONAF II
Designação do tipo de ligação	Dyn1
<b>Enrolamento primário H</b>	
Tensão nominal	69 kV
Classe de tensão	72,5 kV
Quantidade de TAP's do comutador sob carga	17 a 33 degraus de regulação
Faixa de derivação	(+5 % -15 % ou $\pm 10$ %)
Tipo de ligação	Delta
<b>Enrolamento secundário X</b>	
Tensão nominal	22,0 kV
Classe de tensão	24,2 kV
Tipo de ligação	Estrela com neutro acessível
<b>Capacidade de curto-circuito</b>	
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	1.260 A
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	3.940 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	3.200 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	10.040 A
<b>Buchas de alta tensão</b>	
Tipo construtivo	Capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	800 A
Distância de escoamento mínima	1.800 mm

Descrição	690081
	Valor
Espaçamentos mínimos em ar	630 mm

#### Buchas de baixa tensão e de neutro

Tipo construtivo	Sólida não capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	1000 A
Distância de escoamento mínima	625 mm
Espaçamentos mínimos em ar	220 mm

#### Transformadores de corrente do primário H1 - H2 - H3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

#### Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

#### Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - M

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

#### Transformadores de corrente do neutro do secundário X0

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	



Descrição	690081
	Valor
Transformadores de corrente para imagem térmica e comutador sob carga	Conforme projeto do fabricante.

### 3.2.4 Transformador de potência 15/20/25 MVA 69,0 kV 34,5 kV Dyn1 CDC

Descrição	690083
	Valor
<b>Potência nominal</b>	
Potência nominal do primário e do secundário	15 / 20 / 25 MVA
Resfriamento	ONAN - ONAF I - ONAF II
Designação do tipo de ligação	Dyn1
<b>Enrolamento primário H</b>	
Tensão nominal	69 kV
Classe de tensão	72,5 kV
Quantidade de TAP's do comutador sob carga	17 a 33 degraus de regulação
Faixa de derivação	(+5 % -15 % ou $\pm 10$ %)
Tipo de ligação	Delta
<b>Enrolamento secundário X</b>	
Tensão nominal	34,5 kV
Classe de tensão	36,2 kV
Tipo de ligação	Estrela com neutro acessível
<b>Capacidade de curto-circuito</b>	
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	1.260 A
Corrente de curto simétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	2.510 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento primário H	3.200 A
Corrente de curto assimétrica, duração 2 s, base ONAN, no enrolamento secundário X	6.400 A
<b>Buchas de alta tensão</b>	
Tipo construtivo	Capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	800 A
Distância de escoamento mínima	1.800 mm

Descrição	690083
	Valor
Espaçamentos mínimos em ar	630 mm

#### Buchas de baixa tensão e de neutro

Tipo construtivo	Sólida não capacitiva
Invólucro isolante	Porcelana
Aplicação	Exterior
Meio isolante	Óleo mineral isolante
Corrente nominal eficaz	630 A
Distância de escoamento mínima	900 mm
Espaçamentos mínimos em ar	330 mm

#### Transformadores de corrente do primário H1 - H2 - H3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

#### Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - P

Quantidade por fase	2
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

#### Transformadores de corrente do secundário X1 - X2 - X3 - M

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	

#### Transformadores de corrente do neutro do secundário X0

Quantidade por fase	1
Relação de correntes	Deve ser informado pela equipe da Unidade de Negócio (UN) Energisa, durante o Design Review (DR).
Classe de exatidão	
Fator térmico	



Descrição	690083
	Valor
Transformadores de corrente para imagem térmica e comutador sob carga	Conforme projeto do fabricante.

## 4 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

[normas.tecnicas@energisa.com.br](mailto:normas.tecnicas@energisa.com.br)

## 5 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
15/06/2015	1.0	Versão inicial - Projeto Malha Logística - Frente D.
15/07/2018	2.0	Revisão do texto, TC's de bucha e formatação do documento.
30/05/2020	3.0	Alteração das variações do TAP do comutador.
01/06/2025	4.0	Alterações nas informações dos TC's.

## 6 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/07/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

