

TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Transformadores trifásicos de média/baixa tensão, imersos em líquido

Características e ensaios

Elaboração: DIT

Homologação: conforme despacho do CA de 2020-05-27

Edição: 4ª. Anula e substitui a edição de 2014

Acesso: **X** **Livre**

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0 INTRODUÇÃO.....	3
1 OBJECTO E CAMPO DE APLICAÇÃO.....	3
2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA. TERMOS E DEFINIÇÕES.....	3
3 CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONSTRUTIVAS.....	5
3.1 Condições de serviço.....	5
3.2 Características do Transformador.....	6
3.3 Componentes do transformador.....	14
3.3.1 Cuba.....	14
3.3.2 Núcleo e enrolamentos.....	14
3.3.3 Isoladores de travessia.....	14
3.3.4 Terminais.....	16
3.3.5 Isolantes.....	18
3.3.6 Comutador de tomadas.....	18
3.3.7 Acessórios.....	19
3.3.7.1 Olhais de suspensão.....	19
3.3.7.2 Dispositivos de enchimento e esvaziamento.....	20
3.3.7.3 Bolsa para termómetro.....	20
3.3.7.4 Termómetro.....	20
3.3.7.5 Proteções para deteção de gás, temperaturas e pressões elevadas.....	21
3.3.7.6 Rodas.....	21
3.3.7.7 Patilhas para fixação dos Descarregadores de Sobretensões (DST).....	23
3.3.7.8 Terminais de terra.....	24
3.4 Marcações.....	24
4 TOLERÂNCIAS.....	25
5 ENSAIOS.....	26
5.1 Condições gerais.....	26
5.2 Tipos de ensaio dos transformadores.....	26
5.2.1 Ensaio de qualificação.....	26
5.2.1.1 Ensaio de tipo.....	27
5.2.1.2 Ensaio especiais.....	27
5.2.1.3 Ensaio de série.....	27
5.2.2 Ensaio de receção.....	28
5.2.3 Ensaio de verificação da identidade ao tipo.....	29
6 LEGISLAÇÃO DE AMBIENTE E SEGURANÇA.....	29
ANEXO A - TABELA DE PERDAS E POTÊNCIA SONORA.....	30
ANEXO B - TABELA DE CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE TRANSFORMADOR MT/BT IMERSOS EM ÓLEO.....	31
ANEXO C – LISTA DE CONFORMIDADE.....	31

0 INTRODUÇÃO

Este documento anula e substitui o documento DMA C52-125/N de 2014 e o DMA-C52-126/N de 2014.

Com a sua elaboração pretendeu-se proceder a uma atualização relativamente à mais recente legislação sobre este tipo de equipamentos e à normalização nacional e internacional aplicável e em vigor, incluindo-se também algumas alterações avulsas cuja introdução se justifica no contexto técnico e económico atual.

As principais alterações consideradas são:

- Referência ao REGULAMENTO (UE) 1783/2019 DA COMISSÃO de 25 de outubro de 2019;
- Introdução da especificação de transformadores de 800 e 1000 kVA;
- Redefinição dos terminais de AT para transformadores de potências iguais ou superiores a 400 kVA;
- Definição dos valores máximos para as massas dos transformadores;
- Redefinição das perdas em vazio e em carga, conforme fase 2 do REGULAMENTO (UE) 1783/2019;
- Eliminação dos transformadores de “uso exclusivo em postes”;
- Redefinição da potência sonora máxima admissível;
- Introdução da possibilidade de os transformadores serem fornecidos com isolante líquido do tipo éster.
- Redefinição das marcações;
- Introdução de uma secção relativa à legislação de ambiente e segurança;
- Inclusão dos requisitos para os transformadores de serviços auxiliares (TSA), anulando e substituindo o DMA-C52-126
- Especificação de sistema de encravamento dos terminais AT com a cela de alimentação para os TSA
- Criação de anexo com os códigos Jump dos transformadores

1 OBJECTO E CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente especificação destina-se a estabelecer as características gerais a que devem obedecer e os ensaios a que devem ser submetidos os transformadores trifásicos de média/baixa tensão imersos em líquido a aplicar nas instalações MT/BT e nas instalações AT/MT da EDP Distribuição.

Os transformadores objeto da presente especificação são os indicados no Quadro 1 no requisito R 5.

A presente especificação define 2 tipos de transformadores com aplicação distinta, designadamente:

- Transformadores de distribuição MT/BT a aplicar em Postos de Transformação MT/BT
- Transformadores de Serviços Auxiliares MT/BT a aplicar em Subestações AT/MT e Postos de Corte AT

2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA. TERMOS E DEFINIÇÕES

Os transformadores objeto desta especificação devem respeitar, no aplicável, as normas e outros documentos abaixo indicados, para além das características explicitadas nas secções seguintes.

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis os termos e definições constantes nas normas abaixo indicadas.

Norma	Descrição
EN60076-1	Power transformers. Part 1: General
EN60076-2	Power transformers. Part 2: Temperature rise
EN60076-3	Power transformers. Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air
EN60076-4	Power transformers. Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing – Power transformers and reactors
EN60076-5	Power transformers. Part 5: Ability to withstand short circuit
EN60076-7	Power transformers. Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers
EN60076-8	Power transformers. Part 8: Application guide
EN60076-10	Power transformers. Part 10: Determination of sound levels
EN60137	Insulating bushings for alternating voltages above 1000 V
EN60214-1	Tap-changers-Part1: Performance requirements and test methods
IEC60214-2	Tap-changers-Part2: Application guide
IEC/TR60616	Terminal and tapping markings for power transformers
IEC/TS 60815 (Série)	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions
EN 50180-1	Bushings above 1 kV up to 52 kV and from 250 A to 3,15 kA for liquid filled transformers - Part 1: General requirements for bushings
EN 50216 (Série)	Power transformer and reactor fittings
EN 50386	Bushings up to 1 kV and from 250 A to 5 kA, for liquid filled transformers
EN 50588-1	Medium power transformers 50 Hz, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV - Part 1: General requirements Nota: Em substituição da norma EN 50588-1, passar a considerar as normas da série EN 50708 logo que as mesmas sejam publicadas.
REGULAMENTO (UE) N.º 548/2014	REGULAMENTO (UE) N.º 548/2014 DA COMISSÃO de 21 de maio de 2014 que dá execução à Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, no que diz respeito aos transformadores de pequena, média e grande potência
REGULAMENTO (UE) N.º 1783/2019	REGULAMENTO (UE) 1783/2019 DA COMISSÃO de 1 de outubro de 2019 que altera o Regulamento (UE) n.º 548/2014 da Comissão, de 21 de maio de 2014, que dá execução à Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, no que diz respeito aos transformadores de pequena, média e grande potência.
DMA-C27-100	DIELÉCTRICOS LÍQUIDOS E GASOSOS. Óleos isolantes de origem mineral para transformadores. Características e ensaios
DMA-C33-840	CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES. Terminações amovíveis. Características e ensaios
DFT-C33-840	CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES. Terminações amovíveis. Características e ensaios

3 CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONSTRUTIVAS

3.1 Condições de serviço

Requisito	Descrição
R 1 - CONS	Condições de serviço - Condições normais de serviço Os transformadores objeto desta especificação devem estar preparados para uma utilização nas condições normais de serviço estabelecidas na secção 4.2 da norma EN 60076-1.
R 2 - CONS	Condições de serviço – Suportabilidade a ações sísmicas Os transformadores devem suportar sem danos, sismos com um valor de 5m/s ² - Nível de Aceleração na Base (af) em direção horizontal e 3,7 m/s ² na direção vertical, avaliado pelo Método de Teste de Amplitude Calculada, de acordo com a Norma EN 60068-3-3 ou, em alternativa, devem garantir o nível II de qualificação de acordo com o Método de Teste Convencional de Amplitude Standard da mesma norma.
R 3 - CONS	Condições de serviço - Nível de poluição Para transformadores de instalação exterior, deve ser considerado um nível de poluição médio ¹ , de acordo com a norma IEC/TS 60815.
R 4 - CONS	Condições de Serviço – Regime de Neutro das instalações As redes de média tensão às quais os transformadores objeto desta especificação irão ser ligados, têm normalmente os neutros ligados à terra através de impedâncias que limitam as correntes de defeito fase-terra a 300 ou 1000 A. Porém, todas estas redes poderão operar com o neutro isolado, por períodos apreciáveis de tempo. Na baixa tensão o neutro do transformador será ligado diretamente à terra tendo esta uma resistência $\leq 20 \Omega$.

1) Em casos particulares a definir na encomenda, a EDP poderá vir a solicitar transformadores para serem utilizados em zonas de poluição forte ou muito forte.

3.2 Características do Transformador

Requisito	Descrição																																												
R 5 - CONS	Tipo de transformador Os transformadores objeto desta especificação, dispostos no Quadro 1, são trifásicos, enrolamentos com isolamento uniforme ² , separados, em cobre ou em alumínio, imersos em óleo e herméticos ³ à penetração do ar exterior. Estes transformadores devem respeitar no aplicável, o definido no Regulamento (UE) N.º 548/2014 e no Regulamento (UE) N.º 1783/2019. Quadro 1 Tipo de transformadores, montagem e utilização																																												
	<table><tr><th>Potência estipulada S [kVA]</th><th>Montagem</th><th>Utilização</th><th>Aplicação</th></tr><tr><td>50</td><td>suspensa</td><td>Exterior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>100</td><td>suspensa</td><td>Exterior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>160</td><td>apoiada</td><td>Exterior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>250</td><td>apoiada</td><td>Exterior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>400</td><td>apoiada</td><td>Interior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>630</td><td>apoiada</td><td>Interior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>800</td><td>apoiada</td><td>Interior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>1000</td><td>apoiada</td><td>Interior</td><td>Transformador de Distribuição</td></tr><tr><td>50</td><td>apoiada</td><td>Exterior</td><td>Transformador Serviços Auxiliares</td></tr><tr><td>100</td><td>apoiada</td><td>Exterior</td><td>Transformador Serviços Auxiliares</td></tr></table>	Potência estipulada S [kVA]	Montagem	Utilização	Aplicação	50	suspensa	Exterior	Transformador de Distribuição	100	suspensa	Exterior	Transformador de Distribuição	160	apoiada	Exterior	Transformador de Distribuição	250	apoiada	Exterior	Transformador de Distribuição	400	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição	630	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição	800	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição	1000	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição	50	apoiada	Exterior	Transformador Serviços Auxiliares	100	apoiada	Exterior	Transformador Serviços Auxiliares
	Potência estipulada S [kVA]	Montagem	Utilização	Aplicação																																									
	50	suspensa	Exterior	Transformador de Distribuição																																									
	100	suspensa	Exterior	Transformador de Distribuição																																									
	160	apoiada	Exterior	Transformador de Distribuição																																									
	250	apoiada	Exterior	Transformador de Distribuição																																									
	400	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição																																									
	630	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição																																									
	800	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição																																									
1000	apoiada	Interior	Transformador de Distribuição																																										
50	apoiada	Exterior	Transformador Serviços Auxiliares																																										
100	apoiada	Exterior	Transformador Serviços Auxiliares																																										
<i>Nota: Os transformadores de distribuição de 50 e 100kVA também devem estar preparados para montagem apoiada.</i>																																													
No anexo B encontra-se uma tabela com os códigos Jump para cada tipo de transformador.																																													

- 2) O isolamento dos enrolamentos de um transformador diz-se uniforme quando a tensão suportável à frequência industrial em relação à terra de cada ponto ligado aos terminais é a mesma.
- 3) Um transformador diz-se hermético quando não se podem produzir trocas notáveis entre os seus componentes internos e a atmosfera exterior. Estes transformadores devem ser de enchimento integral.

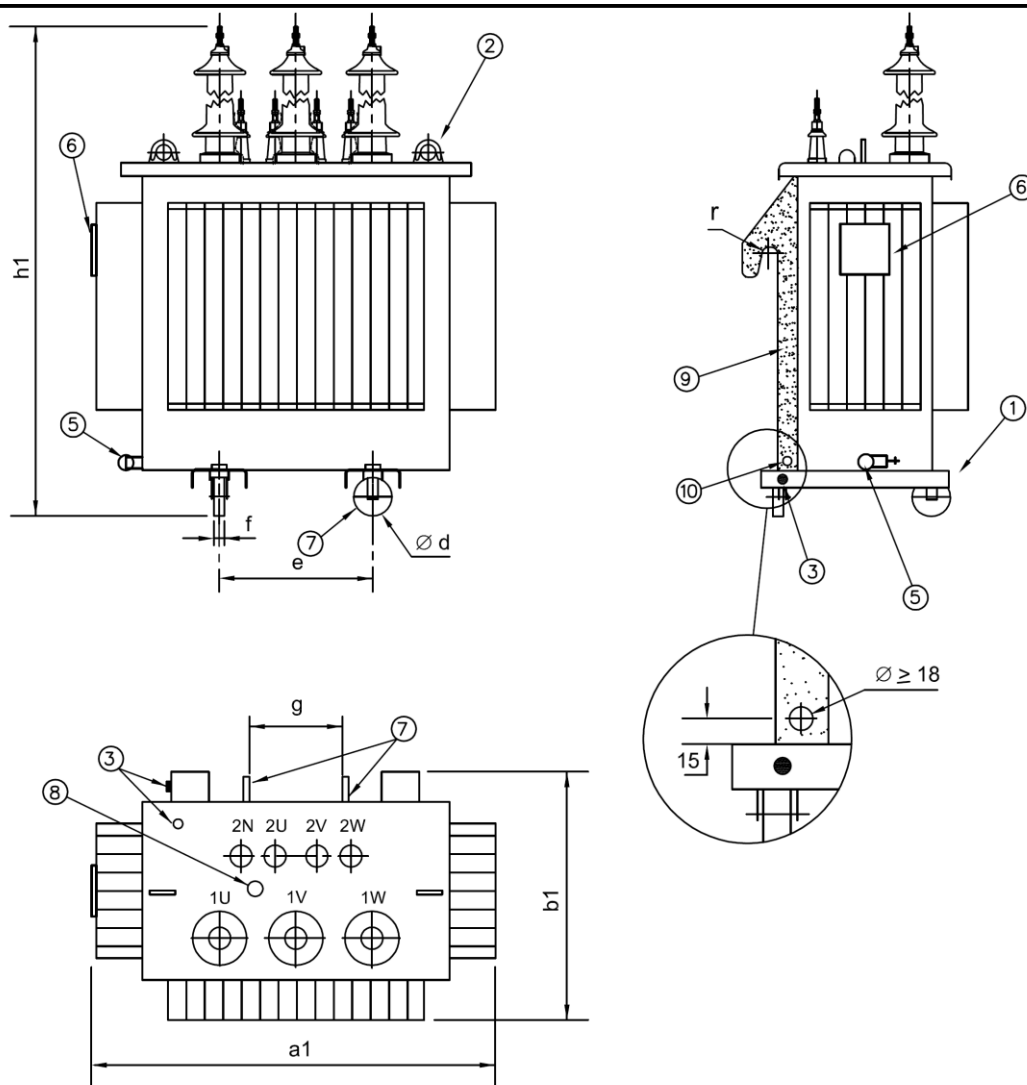


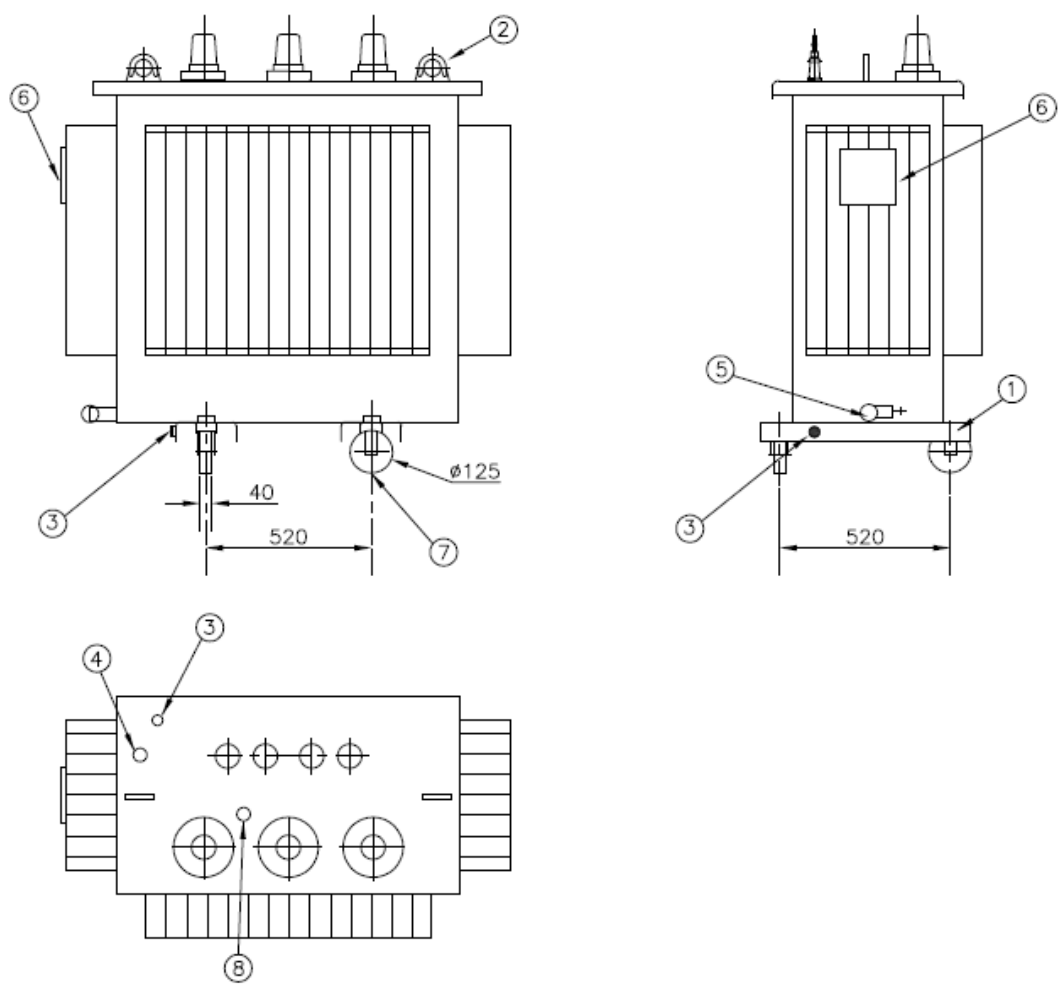
Figura 1 - Transformador de distribuição de montagem suspensa

Legenda:

- 1 - Dispositivo para arrastamento e suporte de rodas
- 2 - Olhal de suspensão
- 3 - Terminais de terra
- 5 - Dispositivo de esvaziamento
- 6 - Chapa de características
- 7 - Rodas (opcional nos transformadores de 50 kVA)
- 8 - Comutador de tomadas DETC
- 9 - Gancho de suporte com raio $r > 34 \text{ mm}$
- 10 - Furo de fixação com diâmetro $\geq 18 \text{ mm}$
- g - Distância entre ganchos de suporte ($300 < g < 400 \text{ mm}$)
- e - Afastamento entre eixos das rodas
- f - Largura do rasto das rodas
- d - Diâmetro das rodas
- $a1$ - Comprimento máximo do transformador
- $b1$ - Largura máxima do transformador
- $h1$ - Altura total máxima

Em casos particulares podem também ser de montagem apoiada, pelo que para isso devem estar preparados.

Requisito	Descrição																				
R 7 - CONS	<p>Transformadores de distribuição de montagem apoiada</p> <p>Os transformadores, de potência estipulada igual ou superior a 160 kVA, são montados sobre rodas. A sua forma deve obedecer ao indicado na Figura 2.</p> <p>Figura 2 - Transformador de distribuição de montagem apoiada</p> <p>Legenda:</p> <table border="0"> <tr> <td>1 - Dispositivo para arrastamento e suporte de rodas</td> <td>d - Diâmetro das rodas</td> </tr> <tr> <td>2 - Olhal de suspensão</td> <td>a1 - Comprimento máximo do transformad</td> </tr> <tr> <td>3 - Terminais de terra</td> <td>b1 - Largura máxima do transformador</td> </tr> <tr> <td>4 - Bolsa para termómetro</td> <td>h1 - Altura total máxima</td> </tr> <tr> <td>5 - Dispositivo de esvaziamento</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 - Chapa de características</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7 - Rodas (opcional nos transformadores de 50 kVA)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8 - Comutador de tomadas DETC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>e - Afastamento entre eixos das rodas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>f - Largura do rasto das rodas</td> <td></td> </tr> </table>	1 - Dispositivo para arrastamento e suporte de rodas	d - Diâmetro das rodas	2 - Olhal de suspensão	a1 - Comprimento máximo do transformad	3 - Terminais de terra	b1 - Largura máxima do transformador	4 - Bolsa para termómetro	h1 - Altura total máxima	5 - Dispositivo de esvaziamento		6 - Chapa de características		7 - Rodas (opcional nos transformadores de 50 kVA)		8 - Comutador de tomadas DETC		e - Afastamento entre eixos das rodas		f - Largura do rasto das rodas	
1 - Dispositivo para arrastamento e suporte de rodas	d - Diâmetro das rodas																				
2 - Olhal de suspensão	a1 - Comprimento máximo do transformad																				
3 - Terminais de terra	b1 - Largura máxima do transformador																				
4 - Bolsa para termómetro	h1 - Altura total máxima																				
5 - Dispositivo de esvaziamento																					
6 - Chapa de características																					
7 - Rodas (opcional nos transformadores de 50 kVA)																					
8 - Comutador de tomadas DETC																					
e - Afastamento entre eixos das rodas																					
f - Largura do rasto das rodas																					

Requisito	Descrição
R 8 - CONS	<p>Transformadores de serviços auxiliares</p> <p>Os transformadores de serviços auxiliares, de potência estipulada 50 e 100kVA, são montados sobre rodas. A sua forma deve obedecer ao indicado na Figura 3.</p>  <p>Figura 3 - Transformador de serviços auxiliares</p> <p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 - Dispositivo de arrastamento 2 - Olhal de suspensão 3 - Terminais de terra 4 - Relé de proteção – Orifício de implantação 5 - Dispositivo de esvaziamento 6 - Chapa de características 7 - Rodas 8 - Comutador de tomadas DETC
R 9 - CONS	<p>Tipo de arrefecimento</p> <p>O arrefecimento dos transformadores deve ser do tipo ONAN, conforme o definido na norma EN 60076-2.</p>

Requisito	Descrição
R 10 - CONS	<p>Regimes estipulados – Generalidades</p> <p>O fabricante deve fazer corresponder a cada transformador um certo número de grandezas estipuladas, a assinalar na chapa de características.</p> <p>Estes valores estipulados devem ser tais que o transformador possa fornecer uma corrente igual à sua corrente estipulada nas condições de carga contínua, sem ultrapassar os limites de aquecimento referidos no requisito R 11 e admitindo que a tensão aplicada é igual à tensão estipulada e que a alimentação é efetuada à frequência estipulada.</p>
R 11 - CONS	<p>Potências estipuladas</p> <p>A presente especificação é válida para transformadores com as potências estipuladas de 50, 100, 160, 250, 400, 630, 800 e 1000 kVA, conforme indicado no Quadro 1 no requisito R 5.</p> <p>Os transformadores devem ser calculados tomando como base as seguintes temperaturas e aquecimentos de acordo com as normas EN 60076 aplicáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura máxima do ar → 40 °C • Temperatura mínima do ar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Transformadores de potência estipulada inferior ou igual a 250 kVA → -25 °C ○ Transformadores de potência estipulada superior a 250 kVA → -5 °C • Temperatura média mensal do mês mais quente do ar, inferior ou igual a → 30 °C • Temperatura média anual do ar inferior ou igual a → 20 °C • Aquecimento médio limite dos enrolamentos → 65 K • Aquecimento máximo do óleo na sua parte superior → 60 K
R 12 - CONS	<p>Correntes estipuladas</p> <p>Os valores das correntes estipuladas dos diferentes enrolamentos são os obtidos pela divisão da potência estipulada do enrolamento pela tensão estipulada respetiva e pelo fator $\sqrt{3}$.</p>
R 13 - CONS	<p>Corrente em vazio</p> <p>O valor da corrente em vazio deve ser declarado pelo Fabricante.</p>
R 14 - CONS	<p>Frequência estipulada</p> <p>Os transformadores devem ter uma frequência estipulada de 50 Hz.</p>
R 15 - CONS	<p>Tensões estipuladas – Primário e Secundário do transformador</p> <p>As tensões estipuladas primárias (Ur) a considerar são 10, 15 e 30 kV.</p> <p>A tensão estipulada secundária (Ur) em vazio é de 420 V.</p>

Requisito	Descrição																	
R 16 - CONS	<p>Tensões estipuladas – Funcionamento a uma tensão superior à tensão estipulada</p> <p>Os transformadores devem poder debitar de modo permanente as correntes estipuladas estando alimentados a uma tensão 5% superior à tensão estipulada⁴.</p>																	
R 17 - CONS	<p>Tensão mais elevada para o material</p> <p>Os valores da tensão mais elevada para o material dos enrolamentos dos transformadores são os constantes do Quadro 2.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 2</p> <p style="text-align: center;">Valores da tensão mais elevada para o material</p> <table><tr><th>Tensão estipulada Ur [kV]</th><th>Tensão mais elevada para o material Um [kVef]</th></tr><tr><td>0,42</td><td>1,1</td></tr><tr><td>10</td><td>12</td></tr><tr><td>15</td><td>17,5</td></tr><tr><td>30</td><td>36</td></tr></table>	Tensão estipulada Ur [kV]	Tensão mais elevada para o material Um [kVef]	0,42	1,1	10	12	15	17,5	30	36							
Tensão estipulada Ur [kV]	Tensão mais elevada para o material Um [kVef]																	
0,42	1,1																	
10	12																	
15	17,5																	
30	36																	
R 18 - CONS	<p>Níveis de isolamento</p> <p>O nível do isolamento dos diferentes enrolamentos, cujos valores de tensão estão relacionados com a respetiva tensão mais elevada para o material, devem estar em conformidade com o indicado no Quadro 3.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 3</p> <p style="text-align: center;">Valores dos níveis de isolamento</p> <table><tr><th rowspan="2">Tensão mais elevada para o material Um [kV]</th><th colspan="2">Níveis de isolamento</th></tr><tr><th>Tensão suportável estipulada de curta duração à frequência industrial [kVef]</th><th>Tensão suportável estipulada aos choques atmosféricos [kVpico]</th></tr><tr><td>≤ 1,1</td><td>10</td><td>30</td></tr><tr><td>12</td><td>28</td><td>75</td></tr><tr><td>17,5</td><td>38</td><td>95</td></tr><tr><td>36</td><td>70</td><td>170</td></tr></table>	Tensão mais elevada para o material Um [kV]	Níveis de isolamento		Tensão suportável estipulada de curta duração à frequência industrial [kVef]	Tensão suportável estipulada aos choques atmosféricos [kVpico]	≤ 1,1	10	30	12	28	75	17,5	38	95	36	70	170
Tensão mais elevada para o material Um [kV]	Níveis de isolamento																	
	Tensão suportável estipulada de curta duração à frequência industrial [kVef]	Tensão suportável estipulada aos choques atmosféricos [kVpico]																
≤ 1,1	10	30																
12	28	75																
17,5	38	95																
36	70	170																

⁴⁾ Não se deverá ter em conta o ligeiro aquecimento suplementar devido ao aumento das perdas em vazio resultantes da sobretensão de 5%.

Requisito	Descrição																																																																					
R 19 - CONS	Impedância estipulada de curto-circuito (z)																																																																					
	Os valores da impedância estipulada de curto-circuito à temperatura de referência de 75 °C, devem ser os constantes do Quadro 4.																																																																					
	Quadro 4																																																																					
	Valores da impedância estipulada de curto-circuito																																																																					
	<table><tr><th>Tensão estipulada do enrolamento primário Ur [kV]</th><th>Potência Estipulada [kVA]</th><th>Impedância estipulada de curto-circuito z [%]</th></tr><tr><td rowspan="2">≤ 20</td><td>≤ 630</td><td>4,0</td></tr><tr><td>> 630</td><td>6,0</td></tr><tr><td rowspan="2">30</td><td>≤ 630</td><td>5,0</td></tr><tr><td>> 630</td><td>6,0</td></tr></table>	Tensão estipulada do enrolamento primário Ur [kV]	Potência Estipulada [kVA]	Impedância estipulada de curto-circuito z [%]	≤ 20	≤ 630	4,0	> 630	6,0	30	≤ 630	5,0	> 630	6,0																																																								
Tensão estipulada do enrolamento primário Ur [kV]	Potência Estipulada [kVA]	Impedância estipulada de curto-circuito z [%]																																																																				
≤ 20	≤ 630	4,0																																																																				
	> 630	6,0																																																																				
30	≤ 630	5,0																																																																				
	> 630	6,0																																																																				
R 20 - CONS	Perdas e níveis de potência sonora (ruído) Os valores máximos das perdas em vazio Po e em carga Pk e dos níveis de potência sonora LWA dos transformadores objeto desta especificação, devem ser os constantes do Anexo A.																																																																					
R 21 - CONS	Forma e dimensões dos transformadores																																																																					
	A forma e construção do transformador devem ser tais que a água da chuva não se possa acumular nem penetrar neste por infiltração nas juntas da tampa ou noutro qualquer lugar.																																																																					
	A junta da tampa deve ser instalada e ter propriedades tais que suportem as condições atmosféricas a que os transformadores vão estar sujeitos, nomeadamente à água das chuvas, radiações, variações de temperatura, etc.																																																																					
	Os transformadores objeto desta especificação devem ter as menores dimensões possíveis, não podendo ultrapassar, incluídas as partes mais salientes, as dimensões máximas indicadas no Quadro 5 (ver Figura 1, Figura 2 e Figura 3).																																																																					
	Quadro 5 Dimensões máximas dos transformadores (ver Figura 1, Figura 2 e Figura 3)																																																																					
	<table><tr><th rowspan="2">Potência estipulada Sr [kVA]</th><th colspan="2">Comprimento a1 [mm]</th><th colspan="2">Largura b1 [mm]</th><th colspan="2">Altura h1 [mm]</th></tr><tr><th>Ur ≤ 15 kV</th><th>Ur ≤ 30 kV</th><th>Ur ≤ 15 kV</th><th>Ur ≤ 30 kV</th><th>Ur ≤ 15 kV</th><th>Ur ≤ 30 kV</th></tr><tr><td>50</td><td>1150</td><td>1150</td><td>800</td><td>800</td><td>1700</td><td>1700</td></tr><tr><td>100</td><td>1150</td><td>1150</td><td>800</td><td>800</td><td>1700</td><td>1700</td></tr><tr><td>160</td><td>1400</td><td>1400</td><td>1000</td><td>1000</td><td>1850</td><td>1850</td></tr><tr><td>250</td><td>1400</td><td>1400</td><td>1000</td><td>1000</td><td>1850</td><td>1850</td></tr><tr><td>400</td><td>1850</td><td>1850</td><td>1100</td><td>1100</td><td>1870</td><td>2000</td></tr><tr><td>630</td><td>1850</td><td>1850</td><td>1100</td><td>1100</td><td>1870</td><td>2000</td></tr><tr><td>800</td><td>1850</td><td>1850</td><td>1100</td><td>1100</td><td>1900</td><td>2000</td></tr><tr><td>1000</td><td>1850</td><td>1850</td><td>1100</td><td>1100</td><td>1900</td><td>2000</td></tr></table>	Potência estipulada Sr [kVA]	Comprimento a1 [mm]		Largura b1 [mm]		Altura h1 [mm]		Ur ≤ 15 kV	Ur ≤ 30 kV	Ur ≤ 15 kV	Ur ≤ 30 kV	Ur ≤ 15 kV	Ur ≤ 30 kV	50	1150	1150	800	800	1700	1700	100	1150	1150	800	800	1700	1700	160	1400	1400	1000	1000	1850	1850	250	1400	1400	1000	1000	1850	1850	400	1850	1850	1100	1100	1870	2000	630	1850	1850	1100	1100	1870	2000	800	1850	1850	1100	1100	1900	2000	1000	1850	1850	1100	1100	1900	2000
Potência estipulada Sr [kVA]	Comprimento a1 [mm]		Largura b1 [mm]		Altura h1 [mm]																																																																	
	Ur ≤ 15 kV	Ur ≤ 30 kV	Ur ≤ 15 kV	Ur ≤ 30 kV	Ur ≤ 15 kV	Ur ≤ 30 kV																																																																
50	1150	1150	800	800	1700	1700																																																																
100	1150	1150	800	800	1700	1700																																																																
160	1400	1400	1000	1000	1850	1850																																																																
250	1400	1400	1000	1000	1850	1850																																																																
400	1850	1850	1100	1100	1870	2000																																																																
630	1850	1850	1100	1100	1870	2000																																																																
800	1850	1850	1100	1100	1900	2000																																																																
1000	1850	1850	1100	1100	1900	2000																																																																
	Nota: Para o caso dos transformadores dos serviços auxiliares, a caixa de cobertura dos terminais BT (ver requisito R 34) não é considerada para os limites dimensionais acima.																																																																					

Requisito	Descrição																		
R 22 - CONS	Massas dos transformadores Os limites máximos para as massas dos transformadores são os que se indicam no Quadro 6. Quadro 6 Limites máximos para as massas dos transformadores <table><tr><th>Potência estipulada S_r [kVA]</th><th>Massas [kg]</th></tr><tr><td>50</td><td>1100</td></tr><tr><td>100</td><td>1100</td></tr><tr><td>160</td><td>1700</td></tr><tr><td>250</td><td>1700</td></tr><tr><td>400</td><td>2800</td></tr><tr><td>630</td><td>2800</td></tr><tr><td>800</td><td>3800</td></tr><tr><td>1000</td><td>3800</td></tr></table>	Potência estipulada S _r [kVA]	Massas [kg]	50	1100	100	1100	160	1700	250	1700	400	2800	630	2800	800	3800	1000	3800
	Potência estipulada S _r [kVA]	Massas [kg]																	
	50	1100																	
	100	1100																	
	160	1700																	
	250	1700																	
	400	2800																	
	630	2800																	
	800	3800																	
	1000	3800																	
R 23 - CONS	Proteção contra a corrosão Todas as peças metálicas e respetivas soldaduras que sejam integrantes dos transformadores objeto desta especificação devem ser protegidas eficazmente contra a corrosão. Assim, todas as partes metálicas dos transformadores não devem apresentar ao fim de 15 anos e sem manutenção, um grau de corrosão superior a Ri3 de acordo com a norma EN ISO 4628-3, para o caso do aço, ou equivalente para o caso dos outros metais, quando sujeitas a uma atmosfera com uma categoria de corrosividade C3 de acordo com a norma (NP EN ISO 12944 2). O fabricante deve fornecer documentação detalhada com o seu esquema de proteção anticorrosiva e a forma como o aplica, devendo ainda indicar os métodos de controlo em fabricação e os respetivos critérios de aceitação/rejeição para garantir a conformidade do produto com esta especificação. O procedimento de controlo em produção a fornecer pelo fabricante, deve ser adequado ao controlo do esquema de proteção anticorrosiva proposto. Este procedimento deve conter a espessura de película seca mínima, a máxima e o número de pontos mínimos e partes do transformador a controlar. A comprovação do desempenho acima especificado deve ser feita com recurso a ensaios baseados nas normas aplicáveis ao tipo de tratamento anticorrosivo utilizado. Nota: Em casos especiais, a EDP Distribuição poderá vir a solicitar transformadores para utilização em atmosferas de categoria de corrosividade C5-M, e para os quais se admite, ao fim do mesmo tempo, o mesmo grau de corrosão Ri3 sem manutenção, ao fim de 15 anos, de acordo com aquelas normas.																		

3.3 Componentes do transformador

3.3.1 Cuba

Requisito	Descrição
R 24 - CONS	<p>Cuba</p> <p>As cubas dos transformadores herméticos devem poder suportar as variações de temperatura e de pressão a que estarão sujeitas em serviço, por forma a não porem em causa a sua estanquidade e geometria.</p> <p>Desta forma devem estar conformes e realizar os testes de acordo com o definido na norma EN 50588-1.</p> <p>Nota: <i>Em substituição da norma EN 50588-1, passar a considerar a norma EN 50708-2-3, logo que a mesma seja publicada.</i></p> <p>O fabricante deve declarar a sobrepressão máxima no interior da cuba do transformador.</p>

3.3.2 Núcleo e enrolamentos

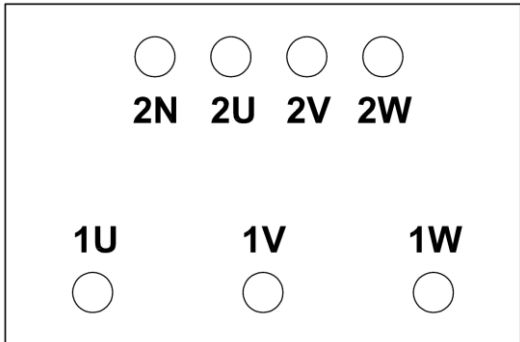
Requisito	Descrição
R 25 - CONS	<p>Núcleo</p> <p>O fabricante deve caracterizar a constituição do núcleo (configuração, material, nível de perdas e espessura da chapa, ...).</p>
R 26 - CONS	<p>Enrolamentos</p> <p>O fabricante deve caracterizar a constituição dos diferentes enrolamentos do transformador (material, secção, ...).</p>

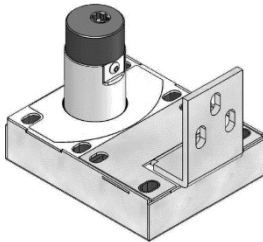
3.3.3 Isoladores de travessia

Requisito	Descrição
R 27 - CONS	<p>Isoladores de travessia AT - transformadores de distribuição indicados no Quadro 1</p> <p>Os isoladores de travessia devem ser montados na tampa, perpendicularmente à sua superfície.</p> <p>Nota 1: <i>excetua-se o caso em que por questões de isolamento os isoladores de AT tenham que ser inclinados.</i></p> <p>A projeção vertical dos isoladores de travessia deve ficar interior à projeção vertical da cuba no plano da base.</p> <p>Os isoladores de travessia de AT são três e devem obedecer à norma EN 50180-1.</p>

Requisito	Descrição
	<p>Os transformadores de potência estipulada inferior ou igual a 250 kVA devem ser equipados com isoladores de travessia AT do tipo aberto de 250 A e linha de fuga mínima para poluição média (tipo c de acordo com a norma IEC/TS 60815).</p> <p>Nota 2: <i>Em casos especiais, os transformadores de potência inferior ou igual a 250 kVA podem ser solicitados com isoladores de travessia com linha de fuga mínima para poluição forte ou muito forte (tipo d e tipo e respetivamente e de acordo com a norma IEC/TS 60815)</i></p> <p>Nota 3: <i>Em casos especiais, os transformadores de potência inferior ou igual a 250 kVA podem ser solicitados com isoladores de travessia para terminações amovíveis do tipo A para transformadores até 17,5 kV e tipo B para transformadores de 36 kV, de acordo com a norma EN 50180-1.</i></p> <p>Os isoladores de AT dos transformadores de potência estipulada igual ou superior a 400 kVA, devem ser equipados com travessias para terminações amovíveis com interface do tipo A para transformadores até 17,5 kV e tipo B para transformadores de 36 kV, de acordo com a norma EN 50180-1.</p> <p>Nota 4: <i>Em casos especiais, os transformadores de potência estipulada igual ou superior a 400 kVA podem ser solicitados com isoladores de AT do tipo aberto de 250 A e linha de fuga mínima para poluição fraca (tipo b de acordo com a norma IEC/TS 60815).</i></p> <p>Nota 5: <i>As terminações amovíveis obedecem ao especificado no DMA-C33-840.</i></p>
R 28 - CONS	<p>Isoladores de travessia AT - transformadores de serviços auxiliares indicados no Quadro 1</p> <p>Os isoladores de AT dos transformadores de serviços auxiliares, devem ser equipados com travessias para terminações amovíveis com interface do tipo A para transformadores até 17,5 kV e tipo B para transformadores de 36 kV, de acordo com a norma EN 50180-1.</p> <p>Nota: <i>Em casos especiais, os isoladores de AT dos transformadores de serviços auxiliares podem ser solicitados com travessias do tipo aberto, em porcelana, de 250 A, conformes com a norma EN 50180-1.</i></p>
R 29 - CONS	<p>Isoladores de travessia BT</p> <p>Os isoladores de travessia de BT são quatro e devem ser do tipo exterior e estar de acordo com a norma EN 50386.</p>

3.3.4 Terminais

Requisito	Descrição
R 30 - CONS	<p>Terminais</p> <p>Os terminais devem ser do tipo exterior, sendo três terminais para o primário e quatro para o secundário.</p> <p>Os terminais do enrolamento primário devem ser marcados com as letras 1U, 1V e 1W e os do enrolamento secundário com as letras 2U, 2V, 2W e 2N, com a disposição assinalada na Figura 4.</p>  <p>Figura 4 – Disposição dos terminais AT e BT</p> <p>Os terminais devem ser dimensionados de tal forma que em serviço cíclico normal durante os períodos autorizados pela norma IEC 60076-7, possam suportar sem dano sobrecargas de corrente da ordem de $1,5 \times I_n$.</p>
R 31 - CONS	<p>Terminais de AT - transformadores de distribuição indicados no Quadro 1</p> <p>Para transformadores de potência inferior ou igual a 250 kVA, os terminais de AT devem ser para travessias do tipo aberto, de 250 A, em latão, com roscado M12 e o aperto dos ligadores de saída deve fazer-se por porca, contraporca e duas anilhas de travamento, igualmente de latão, conformes com a norma EN 50180-1.</p> <p>Nota 1: Em casos especiais, os transformadores de potência inferior ou igual a 250 kVA podem ser solicitados com terminações-amovíveis do tipo A para transformadores até 17,5 kV e tipo B para transformadores de 36 kV, de acordo com a norma EN 50180-1.</p> <p>Para transformadores de potência igual ou superior a 400 kVA, os terminais de AT devem ser equipados com terminações amovíveis do tipo A para transformadores até 17,5 kV e tipo B para transformadores de 36 kV, de acordo com a norma EN 50180-1.</p> <p>Nota 2: Em casos especiais, os transformadores de potência igual ou superior a 400 kVA podem ser solicitados com os terminais de AT para travessias do tipo aberto, em latão, com roscado M12 e o aperto dos ligadores de saída deve fazer-se por porca, contraporca e duas anilhas de travamento, igualmente de latão, conformes com a norma EN 50180-1.</p>

Requisito	Descrição																												
R 32 - CONS	Terminais de BT - transformadores de distribuição indicados no Quadro 1 Os terminais de BT (incluindo o terminal do neutro) devem estar conformes com o estabelecido na norma EN 50386 e ter as características apresentadas no Quadro 8Quadro 7. Até potências estipuladas inferiores ou iguais a 400 kVA, o aperto dos ligadores de saída deve fazer-se por porca, contraporca e duas anilhas de travamento. <div>Quadro 7</div> <div>Dimensões dos terminais de BT</div> <table><tr><th>Potência estipulada S_r [kVA]</th><th>Corrente estipulada I_r [A]</th><th>Roscado Ø (mm)</th><th>Material</th></tr><tr><td>≤ 160</td><td>250</td><td>M12</td><td>latão</td></tr><tr><td>250</td><td>630</td><td>M20</td><td>latão</td></tr><tr><td>400</td><td>630</td><td>M20</td><td>latão</td></tr><tr><td>630</td><td>1250</td><td>M30x2</td><td>cobre</td></tr><tr><td>800</td><td>2000</td><td>M42x3</td><td>cobre</td></tr><tr><td>1000</td><td>2000</td><td>M42x3</td><td>cobre</td></tr></table>	Potência estipulada S _r [kVA]	Corrente estipulada I _r [A]	Roscado Ø (mm)	Material	≤ 160	250	M12	latão	250	630	M20	latão	400	630	M20	latão	630	1250	M30x2	cobre	800	2000	M42x3	cobre	1000	2000	M42x3	cobre
	Potência estipulada S _r [kVA]	Corrente estipulada I _r [A]	Roscado Ø (mm)	Material																									
	≤ 160	250	M12	latão																									
	250	630	M20	latão																									
	400	630	M20	latão																									
630	1250	M30x2	cobre																										
800	2000	M42x3	cobre																										
1000	2000	M42x3	cobre																										
R 33 - CONS	Terminais de AT - transformadores de serviços auxiliares indicados no Quadro 1 Os terminais de AT devem ser equipados com travessias de 250 A para ligação a terminações extraíveis, de acordo com a norma EN 50180-1 e conforme o Quadro 8. <div>Quadro 8</div> <div>Travessias tipo cone exterior de 250 A</div> <table><tr><th>Tensão estipulada do enrolamento primário U_r [kV]</th><th>Travessia tipo cone exterior EN 50180-1</th></tr><tr><td>≤ 15</td><td>Tipo A</td></tr><tr><td>30</td><td>Tipo B</td></tr></table> <p>Em conjunto com estes terminais deve existir um sistema de encravamento com chave que impossibilite a desmontagem das terminações amovíveis sem que a cela de MT de alimentação ao transformador tenha sido consignada.</p> <p>Este dispositivo deve ser proposto pelo fabricante e aceite pela EDP Distribuição. Na fase de qualificação serão ajustados com a EDP Distribuição os pormenores da fechadura.</p> <p>A fechadura a considerar neste encravamento será do tipo da indicada na Figura 5.</p> <div></div> <p>Figura 5 – Tipo de fechadura para encravamento dos terminais de AT</p>	Tensão estipulada do enrolamento primário U _r [kV]	Travessia tipo cone exterior EN 50180-1	≤ 15	Tipo A	30	Tipo B																						
	Tensão estipulada do enrolamento primário U _r [kV]	Travessia tipo cone exterior EN 50180-1																											
	≤ 15	Tipo A																											
	30	Tipo B																											

Requisito	Descrição
	<p>Nota: a fechadura não faz parte do fornecimento.</p> <p>Em casos especiais, os transformadores de serviços auxiliares podem ser solicitados com os terminais de AT para travessias do tipo aberto, de 250 A, em latão, com roscado M12 e o aperto dos ligadores de saída deve fazer-se por porca, contraporca e duas anilhas de travamento, igualmente de latão, conformes com a norma EN 50180-1.</p>

Requisito	Descrição
R 34 - CONS	<p>Terminais de BT - transformadores de serviços auxiliares indicados no Quadro 1</p> <p>Os terminais de BT (incluindo o terminal do neutro) devem ser em latão, com roscado M12 e corrente estipulada de 250 A, de acordo com a norma EN 50386. O aperto dos ligadores de saída deve fazer-se por porca, contra-porca e duas anilhas de travamento.</p> <p>Os terminais de BT devem ficar protegidos por uma caixa metálica de forma, robustez e dimensões suficientes para que fique impedido o contacto direto com partes em tensão e permita uma fácil montagem e desmontagem dos cabos BT, impossibilitando a acumulação de água no seu interior. Esta caixa deve possuir buçins para possibilitar a entrada dos cabos.</p>

3.3.5 Isolantes

Requisito	Descrição
R 35 - CONS	<p>Isolante líquido</p> <p>O isolante líquido a incorporar nos transformadores é um isolante de origem mineral cujas características devem estar de acordo com o DMA-C27-100.</p> <p>Nota: Em casos especiais podem ser solicitados transformadores com isolante líquido do tipo éster.</p> <p>O isolante líquido deve ser fornecido e caracterizado pelo fabricante.</p> <p>O tipo/marca de isolante líquido a incorporar nos transformadores, carece do acordo expresso da EDP Distribuição.</p>
R 36 - CONS	<p>Isolantes sólidos</p> <p>O fabricante deve caracterizar os isolantes sólidos utilizados na construção do transformador.</p>

3.3.6 Comutador de tomadas

Requisito	Descrição
-----------	-----------

R 37 - CONS	<p>Tomadas</p> <p>Os transformadores devem possuir um comutador de tomadas de 5 posições, destinado a modificar a relação de transformação em 4 escalões de $\pm 2,5\%$ do valor estipulado.</p> <p>Esse comutador deve atuar no enrolamento primário e deve ser facilmente manobrável do exterior com o transformador instalado e sem tensão.</p> <p>O sistema de comando do comutador não deve possuir prisões que dificultem o seu correto posicionamento após a manobra, dando-se preferência a comandos de restituição automática ao ponto de funcionamento.</p> <p>As tomadas devem ser concebidas de modo a evitar, tanto quanto possível, assimetrias nas partes ativas.</p> <p>Todas as tomadas devem ser tomadas de plena potência, ou seja, a potência da tomada deve ser igual à potência estipulada, não podendo o funcionamento do transformador a esta potência em qualquer das posições do comutador, provocar aquecimentos superiores aos limites fixados no requisito R 11.</p>
--------------------	---

3.3.7 Acessórios

Quanto à disposição dos acessórios deve ser observado o indicado nas Figura 1, Figura 2 e Figura 3.

3.3.7.1 Olhais de suspensão

Requisito	Descrição
R 38 - CONS	<p>Olhais de suspensão</p> <p>Os transformadores devem dispor de olhais de suspensão suficientemente dimensionados para permitir a elevação do transformador sem dano e, em caso de necessidade de descubagem, devem permitir elevar o conjunto da tampa, do núcleo e das bobinas.</p> <p>A posição dos olhais de suspensão deve ser a indicada nas Figura 1, Figura 2 e Figura 3.</p>

3.3.7.2 Dispositivos de enchimento e esvaziamento

Requisito	Descrição
R 39 - CONS	<p>Dispositivos de enchimento e esvaziamento</p> <p>Os transformadores devem possuir um dispositivo de enchimento conforme o estabelecido na norma EN 50216-4, obturável por tampa estanque.</p> <p>Devem também possuir na parte inferior um dispositivo de esvaziamento com válvula, obturado por bujão ou equivalente, perfeitamente estanque e resistente ao óleo, previsto para poder ser ligado a uma máquina de tratamento.</p> <p>Estes dispositivos devem ser do tipo C2 de acordo com o estabelecido na norma EN 50216-4.</p>

3.3.7.3 Bolsa para termómetro

Requisito	Descrição
R 40 - CONS	<p>Bolsa para termómetro</p> <p>Todos os transformadores devem possuir na tampa uma bolsa destinada à colocação eventual de um termómetro ou de uma sonda térmica.</p> <p>Esta bolsa deve ser do tipo A1 R=1" de acordo com o estabelecido na norma EN 50216-4, devendo vir munida de tampa hermética, quando fornecida sem termómetro.</p>

3.3.7.4 Termómetro

Requisito	Descrição
R 41 - CONS	<p>Termómetro</p> <p>Os transformadores de distribuição podem, caso assim seja indicado na consulta, ser fornecidos com um termómetro, colocado na bolsa especificada no requisito R 40, o qual pode ser de 2 tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> termómetro munido de indicador instantâneo e testemunho de máxima temperatura; termómetro munido de indicador instantâneo, testemunho de máxima temperatura e 2 contactos normalmente abertos, independentes e reguláveis. <p>Nos transformadores equipados com termómetro de contactos todos os terminais dos contactos devem ser cablados até uma régua de terminais existente numa caixa de repartição; as cablagens devem ter uma secção mínima de 1,5 mm².</p> <p>Nos transformadores de serviços auxiliares a medição da temperatura está integrada no dispositivo de funcionalidade para deteção de gás, temperaturas e pressões elevadas especificado no requisito R 42</p>

3.3.7.5 Proteções para deteção de gás, temperaturas e pressões elevadas

Requisito	Descrição
R 42 - CONS	<p>Proteções para deteção de gás, temperatura e pressão elevada</p> <p>Os transformadores de serviços auxiliares devem possuir, implantados na tampa, dispositivos que detetem temperatura e pressão elevadas e formação de gás no interior da cuba.</p> <p>Estes dispositivos devem estar de acordo com a norma EN 50216-3 e ter dois contactos livres de potencial que permitam sinalizar à distância dois níveis (alarme e disparo) de cada uma das grandezas referidas, independentes e reguláveis (para a deteção de gás, a regulação pode ser dispensada).</p> <p>O fabricante deve indicar os valores para os quais são regulados os pressóstatos, termóstatos e detetores de gás, tanto no que respeita ao nível de alarme como de disparo.</p> <p>Deve também ser disponibilizada a indicação visual da temperatura e da formação de gás no interior da cuba.</p> <p>Este equipamento deve estar preparado para instalações exteriores e em consequência resistir à corrosão, à ação direta dos raios solares e à penetração da água e de poeiras, para além de ter de estar concebido por forma a evitar condensações no seu interior.</p>

3.3.7.6 Rodas

Requisito	Descrição
R 43 - CONS	<p>Rodas</p> <p>Todos os transformadores devem possuir rodas orientáveis em duas posições perpendiculares, correspondentes aos seus eixos.</p> <p>O fornecimento de rodas com os transformadores de potência estipulada de 50 kVA é opcional, devendo sempre a sua estrutura ser tal que possibilite a instalação de rodas em qualquer momento posterior ao seu fornecimento, nas condições indicadas no</p> <p>Quadro 9.</p> <p>Os transformadores de serviços auxiliares devem ser sempre equipados com rodas.</p> <p>O afastamento entre eixos dos rastos das rodas, a largura do rasto bem como o diâmetro destas deve ser o constante do</p> <p>Quadro 9 e Figura 1, Figura 2 e Figura 3.</p>

Requisito	Descrição																																				
	<div>Quadro 9</div> <div>Dimensões e afastamentos das rodas</div> <table><tr><th>Potência estipulada] S_r [kVA]</th><th>Afastamento entre eixos dos rastos das rodas e [mm]</th><th>Largura do rasto das rodas f [mm]</th><th>Diâmetro das rodas d [mm]</th></tr><tr><td>50</td><td>520</td><td>40</td><td>125</td></tr><tr><td>100</td><td>520</td><td>40</td><td>125</td></tr><tr><td>160</td><td>520</td><td>40</td><td>125</td></tr><tr><td>250</td><td>520</td><td>40</td><td>125</td></tr><tr><td>400</td><td>670</td><td>40</td><td>125</td></tr><tr><td>630</td><td>670</td><td>40</td><td>125</td></tr><tr><td>800</td><td>670</td><td>40</td><td>125</td></tr><tr><td>1000</td><td>670</td><td>40</td><td>125</td></tr></table> <p>Os eixos das rodas dos transformadores de potência estipulada inferior ou igual a 250 kVA, devem ser tubulares com diâmetro interior ≥ 18 mm.</p>	Potência estipulada] S _r [kVA]	Afastamento entre eixos dos rastos das rodas e [mm]	Largura do rasto das rodas f [mm]	Diâmetro das rodas d [mm]	50	520	40	125	100	520	40	125	160	520	40	125	250	520	40	125	400	670	40	125	630	670	40	125	800	670	40	125	1000	670	40	125
Potência estipulada] S _r [kVA]	Afastamento entre eixos dos rastos das rodas e [mm]	Largura do rasto das rodas f [mm]	Diâmetro das rodas d [mm]																																		
50	520	40	125																																		
100	520	40	125																																		
160	520	40	125																																		
250	520	40	125																																		
400	670	40	125																																		
630	670	40	125																																		
800	670	40	125																																		
1000	670	40	125																																		

3.3.7.7 Patilhas para fixação dos Descarregadores de Sobretensões (DST)

Requisito	Descrição																								
R 44 - CONS	<p>Patilhas para fixação dos Descarregadores de Sobretensões (DST)</p> <p>Os transformadores de potência inferior ou igual a 250 kVA devem possuir 3 patilhas soldadas na tampa, do lado dos isoladores de alta tensão, destinadas à fixação dos descarregadores de sobretensões.</p> <p>As características dimensionais destas patilhas e a sua localização estão definidas na Figura 6 e no Quadro 10.</p>																								
	<p style="text-align: center;">Quadro 10</p> <p style="text-align: center;">Localização e dimensões das patilhas de fixação dos DST</p>																								
	<table><tr><th colspan="2">A [mm]</th><th colspan="2">B [mm]</th><th colspan="2">C [mm]</th><th colspan="2">D [mm]</th></tr><tr><th>mínimo</th><th>máximo</th><th>mínimo</th><th>máximo</th><th>mínimo</th><th>máximo</th><th>mínimo</th><th>máximo</th></tr><tr><td>65</td><td>110</td><td>10</td><td>30</td><td>112</td><td>155</td><td>5</td><td>10</td></tr></table>	A [mm]		B [mm]		C [mm]		D [mm]		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	65	110	10	30	112	155	5	10
	A [mm]		B [mm]		C [mm]		D [mm]																		
	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo																	
65	110	10	30	112	155	5	10																		
<p style="text-align: center;">Figura 6 – Patilhas de fixação dos DST</p> <p>Nos transformadores de serviços auxiliares não são montadas patilhas para fixação dos descarregadores de sobretensões.</p>																									

3.3.7.8 Terminais de terra

Requisito	Descrição
R 45 - CONS	<p>Terminais de terra</p> <p>Nas zonas assinaladas nas Figura 1, Figura 2 e Figura 3 (localização aproximada) devem existir dois terminais de terra do tipo B1 conforme o estabelecido na norma EN 50216-4.</p> <p>Estes terminais devem ser cilíndricos, em aço inox, soldados ao transformador, com um comprimento mínimo de 25 mm possuindo um roscado interior M12, equipados com parafuso também em aço inox, destinados a assegurar a ligação à terra.</p> <p>O terminal existente na tampa deve situar-se aproximadamente na vertical do terminal existente na base e a uma distância tal que possibilite o seu manuseio com recurso a ferramentas adequadas sem colocar em risco a integridade das travessias ou do termómetro.</p> <p><i>Nota: Nos transformadores de serviços auxiliares o terminal existente na tampa deve ficar acessível depois de colocada a tampa dos terminais da BT especificada no requisito R 34</i></p>

3.4 Marcações

Requisito	Descrição
R 46 - CONS	<p>Marcas</p> <p>O número de fabrico deve ser indicado de forma indelével na tampa e, se possível, na cuba, no núcleo, e no conjunto dos enrolamentos.</p>
R 47 - CONS	<p>Símbolos de ligação</p> <p>O símbolo de ligação a considerar nos transformadores de acordo com esta especificação deve ser Dyn5.</p>
R 48 - CONS	<p>Chapa de características</p> <p>A chapa de características deve ser escrita em língua portuguesa e conter todas as indicações prescritas na norma EN 60076-1, EN 50588-1.</p> <p>Devem ainda possuir as seguintes informações:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nível de potência sonora (valor garantido) <p>e os dizeres:</p> <ul style="list-style-type: none"> “Transformador de distribuição” ou “transformador de serviços auxiliares”; Tipo de instalação (“interior” ou “exterior”); Marcação de conformidade CE, conforme DIRECTIVA 2009/125/CE; “Especificação EDP DMA-C52-125/N --- -----” (edição em vigor); código de fabricante para o transformador (deve coincidir com o código/referência de fabricante constante do processo de qualificação); <p>Estas indicações devem ser inscritas em caracteres indeléveis e claramente legíveis.</p>

Requisito	Descrição
	<p>A chapa de características deve ser executada com tecnologias e em materiais que garantam a sua boa condição durante a vida útil dos transformadores.</p> <p>A chapa de características deve poder ser visível de um dos planos, em qualquer das posições em que o transformador venha a ser montado. Assim, ou a chapa é amovível ou é colocada nas quatro faces verticais do transformador.</p> <p>Se for amovível, à saída de fábrica será fornecida numa das faces laterais para o caso dos transformadores de potência de 50 e 100 kVA e na face do lado dos terminais de BT para o caso dos restantes tipos de transformadores.</p> <p>Nota: <i>A chapa de características pode ser em material autoaderente, desde que se mantenham todas as características atrás especificadas.</i></p> <p><i>Em substituição da norma EN 50588-1, passar a considerar a norma EN 50708-2-1, logo que a mesma seja publicada.</i></p>
R 49 - LOG	<p>Etiquetagem JUMP – QR Code e código de barras</p> <p>Os transformadores devem seguir as instruções definidas no documento “Programa JUMP – Etiketagem de Materiais e Equipamentos”, quanto à forma e método de etiquetagem e conceção das etiquetas (Etiqueta QR Code e Código de barras).</p> <p>Para materiais geridos por número de série, o código de barras deve estar afixado, sendo necessário assegurar a sua durabilidade ao longo da sua vida útil.</p> <p>Os dados tipificados para caracterização dos transformadores de potência são os definidos em relevante para QR Code “Transformador MT/BT”.</p>

4 TOLERÂNCIAS

Requisito	Descrição
R 50 - CONS	<p>TOLERÂNCIAS</p> <p>Os valores declarados (garantidos) não podem exceder os valores indicados neste documento, que por isso considerados como valores máximos.</p> <p>Para ter em consideração as diferenças inevitáveis na qualidade de matérias-primas e as irregularidades normais da fabricação bem como os erros de medida, admite-se que os valores obtidos nos ensaios possam diferir dentro de certos limites dos valores garantidos.</p> <p>Para as perdas em vazio e em carga, as tolerâncias a aplicar são as constantes do REGULAMENTO (UE) N.º 548/2014 e do REGULAMENTO (UE) 1783/2019, devendo proceder-se conforme o estabelecido nos mesmos regulamentos, caso o transformador não satisfaça os limites estabelecidos.</p> <p>As tolerâncias para a impedância de curto-circuito devem estar de acordo com o estabelecido na norma EN 60076-1.</p>

Requisito	Descrição
	<p>Para o caso do nível de potência sonora os valores especificados são considerados valores máximos, sem qualquer tolerância. Quando o afastamento for superior ao limite indicado considera-se que o transformador não satisfaz a especificação.</p> <p>Para além destes critérios, a EDP poderá vir a estabelecer outros para a valorização das perdas dos transformadores.</p>

5 ENSAIOS

5.1 Condições gerais

A fim de garantir que os transformadores a adquirir pela EDP Distribuição tenham um nível de qualidade compatível com as condições de exploração a que irão ser submetidos, os mesmos devem ser sujeitos a ensaios. O fabricante deve também possuir procedimentos de acompanhamento da qualidade das matérias-primas e componentes que utilizar no fabrico dos transformadores.

Os transformadores serão submetidos a ensaios nas modalidades a seguir mencionadas e conforme o estabelecido nas normas EN 60076 aplicáveis e outras que à frente se venham a referir.

Todos os elementos constitutivos e acessórios suscetíveis de influenciar o funcionamento do transformador durante o ensaio devem estar na sua posição definitiva.

Salvo especificação em contrário, o comutador de tomadas deve estar ligado na posição principal.

Para todas as características exceto o isolamento, os ensaios são baseados nas condições estipuladas de funcionamento, a menos que o documento ou cláusula relativa ao ensaio em causa disponha de maneira diferente.

Os resultados dos ensaios devem ser convertidos para a temperatura de referência estabelecida de acordo com a norma EN 60076-1.

5.2 Tipos de ensaio dos transformadores

5.2.1 Ensaios de qualificação

Para verificação da conformidade com as prescrições do presente documento devem ser efetuados os seguintes tipos de ensaios:

- ensaios de tipo;
- ensaios especiais;
- ensaios de série;

Os valores de ensaio e os critérios de aceitação/rejeição terão por base o definido para as características especificadas neste documento e nas normas aplicáveis.

5.2.1.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo são os ensaios efetuados sobre um transformador representativo de outros transformadores com vista a mostrar que todos eles satisfazem às condições especificadas que não são controladas pelos ensaios de série.

Um transformador é considerado como representativo de outros se tiver a mesma tensão estipulada, a mesma potência estipulada, o mesmo tipo, o mesmo dielétrico, os mesmos valores garantidos, a mesma altitude estipulada de funcionamento e o mesmo desenho e cálculo.

Ensaio	Descrição
E 1 - TIPO	Ensaios de aquecimento , de acordo com a norma EN 60076-2. <i>Nota:</i> Neste ensaio deve ser verificada a pressão no interior que não deve ser superior à pressão máxima admissível pela cuba.
E 2 - TIPO	Ensaios de suportabilidade à onda de choque atmosférico , de acordo com a norma EN 60076-3. <i>Nota:</i> A EDP Distribuição tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% das tensões de ensaio especificadas.

5.2.1.2 Ensaios especiais

São ensaios diferentes dos ensaios de série e dos ensaios de tipo, a serem efetuados sobre um transformador representativo de outros transformadores.

De acordo com a norma EN 60076-1, os ensaios considerados nesta rubrica são os apresentados no seguimento.

Ensaio	Descrição
E 3 - ESPE	Medição da impedância homopolar;
E 4 - ESPE	Ensaio de suportabilidade ao curto-circuito, de acordo com a norma EN 60076-5;
E 5 - ESPE	Medição do nível de potência sonora, de acordo com a norma EN 60076-10
E 6 - ESPE	Medição das harmónicas da corrente em vazio
E 7 - ESPE	Ensaio das cubas de alhetas
E 8 - ESPE	Ensaios de comprovação do desempenho da proteção anticorrosiva. Estes ensaios, efetuados sobre provetes sobre os quais foi aplicado o esquema de proteção anticorrosiva proposto, destinam-se a demonstrar que o mesmo cumpre os requisitos especificados anteriormente neste documento. Os ensaios devem respeitar as normas aplicáveis e ser os adequados ao tipo de proteção e de materiais propostos

5.2.1.3 Ensaios de série

De acordo com a norma EN 60076-1, nesta rubrica estão incluídos os ensaios a que devem ser submetidos cada um dos transformadores produzidos.

Os ensaios de série são efetuados pelo fabricante, devendo, sempre que solicitado, fornecer os respetivos registos à EDP Distribuição.

Ensaio	Descrição
E 9 - SERIE	Medição da resistência dos enrolamentos (ensaio individual);
E 10 - SERIE	Medição da relação de transformação e verificação do grupo de ligações (ensaio individual)
E 11 - SERIE	Medição da impedância de curto-circuito (tomada principal) e das perdas devido à carga (ensaio individual);
E 12 - SERIE	Medição das perdas e da corrente em vazio (ensaio individual);
E 13 - SERIE	Ensaio por tensão aplicada (ensaio individual), de acordo com a norma EN 60076-3. <i>Nota: A EDP Distribuição tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% das tensões de ensaio especificadas de todos os transformadores;</i>
E 14 - SERIE	Ensaio por tensão induzida (ensaio individual), de acordo com a norma EN 60076-3. <i>Nota: A EDP Distribuição tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% das tensões de ensaio especificadas de todos os transformadores;</i>
E 15 - SERIE	Ensaio de verificação das características da proteção anticorrosiva - espessuras de película seca e aderência, tendo em conta o procedimento de controlo em fabrico a fornecer pelo fabricante ⁵ e adequado ao controlo do esquema de proteção anticorrosiva especificado. Este ensaio deve ser efetuado em todos os tipos de transformador a qualificar. Em curso de fabrico, poderá ser efetuado por amostra que será de $\sqrt[3]{n}$, em que n é o número de transformadores de cada série de pintura.
E 16 - SERIE	Ensaio de verificação do funcionamento do dispositivo de proteção para deteção de gás, temperatura e pressão (apenas para transformador de serviços auxiliares) Deve ser verificado o bom funcionamento e as regulações do dispositivo de proteção para deteção de gás, temperatura e pressão elevadas. Através deste dispositivo deve ser verificado que o transformador não possui ar no seu interior.

5.2.2 Ensaios de receção

Os ensaios de receção são realizados na presença de um representante da EDP Distribuição, com vista a verificar a qualidade de um fornecimento (entrega).

Requisito	Descrição
E 17 - RECE	Ensaio de receção Os ensaios de receção consistem na repetição dos ensaios de série.

⁵⁾ Este procedimento deve conter a espessura mínima, a máxima e o número de pontos mínimos e partes do transformador a controlar.

5.2.3 Ensaios de verificação da identidade ao tipo

São ensaios realizados de forma ocasional com vista a verificar se os transformadores continuam a ser fabricados em conformidade com o presente documento. Para este efeito a EDP Distribuição definirá, em cada caso, qual ou quais dos ensaios devem ser realizados, normalmente selecionados a partir dos ensaios atrás listados.

6 LEGISLAÇÃO DE AMBIENTE E SEGURANÇA

Requisito	Descrição
R 51– PROC	Legislação de segurança e ambiental Os equipamentos/produtos, e respetivos constituintes, devem estar conforme as normas técnicas europeias aplicáveis e cumprir toda a legislação aplicável em vigor.
R 52– PROC	Legislação de segurança e ambiente – Equipamentos elétricos e eletrónicos O fabricante/fornecedor deve garantir a conformidade das: <ul style="list-style-type: none"> Disposições legais relativas a equipamentos elétricos e eletrónicos de acordo com o disposto no decreto-Lei n.º 67/2014, de 7 de maio, que transpõe para o direito nacional a Diretiva n.º 2012/19/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012, bem como demais legislação aplicável.
R 53– PROC	Legislação de segurança e ambiental – Óleo e Equipamentos contendo óleo Os equipamentos/produtos, e respetivos constituintes, devem estar conforme o definido no Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de julho, devendo o fornecedor comprovar a adesão a um sistema integrado de gestão de óleos usados (entidade gestora) ou alternativamente a um sistema individual de gestão de óleos usados.
R 54– PROC	Legislação de segurança e ambiente – Ecodesign O fabricante/fornecedor deve garantir que todos os equipamentos/produtos fornecidos e utilizados nas tarefas a seu cargo ou de subcontratados estão conforme as normas técnicas europeias aplicáveis, constituem as melhores tecnologias disponíveis, respeitam todos os normativos e padrões de eco-design e cumprem toda a legislação aplicável em vigor. Os transformadores devem possuir marcação CE e no seu fornecimento, devem ser acompanhados por declaração CE de conformidade, de acordo com o estabelecido na DIRECTIVA 2009/125/CE, para além da documentação com a informação especificada na regulamentação aplicável a cada equipamento. Os transformadores devem ser acompanhados do relatório de ensaios de série e da documentação indicada na no REGULAMENTO (UE) 548/2014 e REGULAMENTO (UE) 1783/2019.
R 55– PROC	Tratamento em final de vida O fornecedor deve disponibilizar informação suficiente para que todos os componentes possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional.

ANEXO A

TABELA DE PERDAS E POTÊNCIA SONORA

Neste anexo são especificados os valores para as perdas em vazio e em carga e níveis de potência sonora admissíveis, nos transformadores objeto desta especificação.

Na sua definição das perdas foram tidos em conta os valores para a fase 2 do REGULAMENTO (UE) N.º 548/2014 e REGULAMENTO (UE) 1783/2019.

Perdas e potência sonora admissíveis em Transformadores MT/BT, imersos em líquido⁶

S _r [kVA]	U _r [kV]	P _k ⁷ [W]		P ₀ [W]		L _{WA} [dB(A)]
		Classe de perdas	Perdas	Classe de perdas	Perdas	
50	10	A _k	750	A ₀ -10%%	81	39
	15	A _k	750	A ₀ -10%%	81	39
	30	A _k +10%	825	(A ₀ -10%)+15%	93	39
100	10	A _k	1250	A ₀ -10%%	130	41
	15	A _k	1250	A ₀ -10%%	130	41
	30	A _k +10%	1375	(A ₀ -10%)+15%	149	41
160	10	A _k	1750	A ₀ -10%%	189	44
	15	A _k	1750	A ₀ -10%%	189	44
	30	A _k +10%	1925	(A ₀ -10%)+15%	217	44
250	10	A _k	2350	A ₀ -10%%	270	47
	15	A _k	2350	A ₀ -10%%	270	47
	30	A _k +10%	2585	(A ₀ -10%)+15%	310	47
400	10	A _k	3250	A ₀ -10%%	387	50
	15	A _k	3250	A ₀ -10%%	387	50
	30	A _k +10%	3575	(A ₀ -10%)+15%	445	50
630	10	A _k	4600	A ₀ -10%%	540	52
	15	A _k	4600	A ₀ -10%%	540	52
	30	A _k +10%	5060	(A ₀ -10%)+15%	621	52
800	10	A _k	6000	A ₀ -10%%	585	53
	15	A _k	6000	A ₀ -10%%	585	53
	30	A _k +10%	6600	(A ₀ -10%)+15%	672	53
1000	10	A _k	7600	A ₀ -10%%	693	55
	15	A _k	7600	A ₀ -10%%	693	55
	30	A _k +10%	8360	(A ₀ -10%)+15%	796	55

⁶⁾ Os valores das perdas P_k, P₀ e de potência sonora L_{WA} especificados, são considerados valores máximos.

⁷⁾ As perdas em carga P_k são consideradas à temperatura de referência de acordo com a norma EN 60076-1.

ANEXO B
TABELA DE CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE TRANSFORMADOR MT/BT IMERSOS EM ÓLEO
Tipos de transformadores e respectivos códigos Jump

Código Jump	Descritivo	Potência [kVA]	Tensão Primária [kV]	Utilização	Montagem
20136665	TP TRI OL MIN 10KV 50KVA-TRAV POR	50	10	Transf Distribuição	Exterior
20136667	TP TRI OL MIN 15KV 50KVA-TRAV POR	50	15	Transf Distribuição	Exterior
20136669	TP TRI OL MIN 30KV 50KVA-TRAV POR	50	30	Transf Distribuição	Exterior
20136666	TP TRI OL MIN 10KV 100KVA-TRAV POR	100	10	Transf Distribuição	Exterior
20136668	TP TRI OL MIN 15KV 100KVA-TRAV POR	100	15	Transf Distribuição	Exterior
20136670	TP TRI OL MIN 30KV 100KVA-TRAV POR	100	30	Transf Distribuição	Exterior
20162077	TP TRI OL MIN 10KV 160KVA-TRAV POR	160	10	Transf Distribuição	Exterior
20162078	TP TRI OL MIN 15KV 160KVA-TRAV POR	160	15	Transf Distribuição	Exterior
20162079	TP TRI OL MIN 30KV 160KVA-TRAV POR	160	30	Transf Distribuição	Exterior
20136679	TP TRI OL MIN 10KV 250KVA-TRAV POR	250	10	Transf Distribuição	Exterior
20136684	TP TRI OL MIN 15KV 250KVA-TRAV POR	250	15	Transf Distribuição	Exterior
20136688	TP TRI OL MIN 30KV 250KVA-TRAV POR	250	30	Transf Distribuição	Exterior
20136924	TP TRI OL MIN 10KV 400KVA-TRAV ENF	400	10	Transf Distribuição	Interior
20152998	TP TRI OL MIN 15KV 400KVA-TRAV ENF	400	15	Transf Distribuição	Interior
20136903	TP TRI OL MIN 30KV 400KVA-TRAV ENF	400	30	Transf Distribuição	Interior
20153002	TP TRI OL MIN 10KV 630KVA-TRAV ENF	630	10	Transf Distribuição	Interior
20136923	TP TRI OL MIN 15KV 630KVA-TRAV ENF	630	15	Transf Distribuição	Interior
20136904	TP TRI OL MIN 30KV 630KVA-TRAV ENF	630	30	Transf Distribuição	Interior
20162086	TP TRI OL MIN 10KV 800KVA-TRAV ENF	800	10	Transf Distribuição	Interior
20162085	TP TRI OL MIN 15KV 800KVA-TRAV ENF	800	15	Transf Distribuição	Interior
20162084	TP TRI OL MIN 30KV 800KVA-TRAV ENF	800	30	Transf Distribuição	Interior
20145064	TP TRI OL MIN 10KV 1000KVA-TRAV ENF	1000	10	Transf Distribuição	Interior
20136682	TP TRI OL MIN 15KV 1000KVA-TRAV ENF	1000	15	Transf Distribuição	Interior
20162083	TP TRI OL MIN 30KV 1000KVA-TRAV ENF	1000	30	Transf Distribuição	Interior
20146950	TP TRI SERV AUX OL MIN 10KV 50KVA	50	10	Transf Serviços Auxiliares	Exterior
20136927	TP TRI SERV AUX OL MIN 15KV 50KVA	50	15	Transf Serviços Auxiliares	Exterior
20146951	TP TRI SERV AUX OL MIN 30KV 50KVA	50	30	Transf Serviços Auxiliares	Exterior
20136702	TP TRI SERV AUX OL MIN 10KV 100KVA	100	10	Transf Serviços Auxiliares	Exterior
20136703	TP TRI SERV AUX OL MIN 15KV 100KVA	100	15	Transf Serviços Auxiliares	Exterior
20136704	TP TRI SERV AUX OL MIN 30KV 100KVA	100	30	Transf Serviços Auxiliares	Exterior

ANEXO C – LISTA DE CONFORMIDADE

Para cada tipo de transformador devem ser preenchidas as listas de conformidade constantes do documento “Anexo C – DMA-C52-125.xlsx”.