

TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Transformadores trifásicos de média/baixa tensão, do tipo seco

Características e ensaios

Elaboração: DIT

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

Edição: 5ª. Substitui a edição de 2014

Revisão: 1ª. Conforme despacho do diretor da DIT de 2022-09-26

Acesso: X Livre

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	3
1	OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO.....	3
2	NORMALIZAÇÃO 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	5
3.3	Componentes do transformador	10
3.3.1	Núcleo e enrolamentos.....	10
3.3.2	Comutador de tomadas	10
3.3.3	Isolantes.....	10
3.3.4	Terminais	10
3.3.5	Acessórios	12
3.4	Marcações	13
4	TOLERÂNCIAS.....	15
5	ENSAIOS.....	16
5.1	Condições gerais	16
5.2	Tipos de ensaio dos transformadores	16
5.2.1	Ensaio de qualificação	16
5.2.2	Ensaio de recepção	18
5.2.3	Ensaio de verificação da identidade ao tipo	18
6	LEGISLAÇÃO DE AMBIENTE E SEGURANÇA.....	19
	ANEXO A - TABELA DE PERDAS E POTÊNCIA SONORA.....	20
	ANEXO B - CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE TRANSFORMADOR MT/BT SECOS	21
	ANEXO C – LISTA DE CONFORMIDADE	22

0 INTRODUÇÃO

A Edição 5 do presente documento anulou e substituiu a especificação DMA-C52-130, de outubro 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 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;
- Redefinição da potência sonora máxima admissível;
- Redefinição das marcações;
- Introdução de uma secção relativa à legislação de ambiente e segurança;
- Criação de anexo com os códigos Jump dos transformadores

A presente revisão substitui a especificação DMA-C52-130, de maio de 2020 e inclui as seguintes alterações:

- Alteração do código JUMP dos Transformadores de 800 kVA/10 kV, para contemplar a “Avaliação Separada – NOVO, RECONDIC, REUTILIZAV”;
- Correção de alguns erros editoriais sem impacto na definição técnica dos transformadores.

1 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente especificação destina-se a estabelecer as características gerais dos transformadores trifásicos MT/BT do tipo seco e os ensaios a que os mesmos devem ser submetidos.

A presente especificação aplica-se aos transformadores trifásicos MT/BT do tipo seco para instalação em postos de transformação de montagem interior, situados em locais onde a regulamentação oficial de segurança contra incêndios não permite a instalação de transformadores imersos em óleo, visto a quantidade de óleo exceder o volume máximo autorizado.

2 NORMALIZAÇÃO 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
IEC60076-8	Power transformers. Part 8: Application guide
EN60076-10	Power transformers. Part 10: Determination of sound levels
EN60076-11	Power transformers. Part 11: Dry-type transformers
IEC60076-12	Power transformers. Part 12: Loading guide for dry-type power transformers
IEC/TR60616	Terminal and tapping markings for power transformers
EN 50541-1	Three phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 kVA to 3 150 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV - Part 1: General requirements
EN 50216-4	Power transformer and reactor fittings - Part 4: Basic accessories (earthing terminal, drain and filling devices, thermometer pocket, wheel assembly)
EN50708-1-1	Power transformers - Additional European requirements: Part 1 - Common part
EN50708-2-1	Power transformers - Additional European requirements: Part 2-1 - Medium power transformer
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.

3 CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONSTRUTIVAS

3.1 Condições de serviço

Requisito	Descrição
R 1	<p>Condições de serviço - Condições normais de serviço</p> <p>Os transformadores devem suportar as condições normais de serviço definidas na norma EN 60076-11, à exceção da suportabilidade sísmica.</p>
R 2	<p>Condições de serviço – Suportabilidade a ações sísmicas</p> <p>Os transformadores objeto desta especificação devem suportar sem danos, sismos com um valor de 5m/s² - Nível de Aceleração na Base (af) em direção horizontal e 3,7 m/s² na direção vertical, avaliado pelo Método de Teste de Amplitude Calculada, de acordo com a Norma IEC 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.</p>
R 3	<p>Condições de Serviço – Regime de Neutro das instalações</p> <p>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.</p> <p>Porém, todas estas redes poderão funcionar com o neutro isolado, por períodos apreciáveis de tempo.</p> <p>Na baixa tensão o neutro do transformador será ligado diretamente à terra tendo esta uma resistência $\leq 20 \Omega$.</p>

3.2 Características do Transformador

Requisito	Descrição
R 4	<p>Tipo de transformador</p> <p>Os transformadores objeto desta especificação, dispostos no Quadro 1, são trifásicos, do tipo seco encapsulado, com enrolamentos com isolamento uniforme¹⁾, com dois enrolamentos separados, para montagem interior.</p> <p>Estes transformadores devem respeitar no aplicável, o definido no Regulamento (UE) N.º 548/2014 e no Regulamento (UE) N.º 1783/2019.</p>

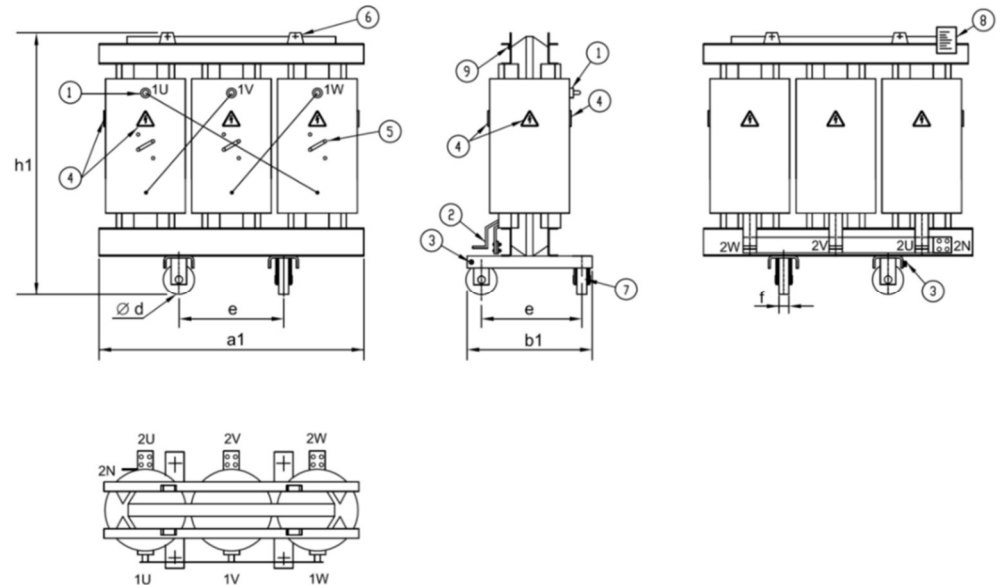
1) O isolamento dos enrolamentos de um transformador diz-se uniforme quando a tensão suportável à frequência industrial em relação à terra de cada ponto ligado aos terminais é a mesma.

Requisito	Descrição																		
	Quadro 1 Tipo de transformadores, montagem e utilização <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 80%;"> <thead> <tr> <th>Potência estipulada S [kVA]</th> <th>Utilização</th> <th>Aplicação</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>Interior</td> <td>Transformador de Distribuição</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>Interior</td> <td>Transformador de Distribuição</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>Interior</td> <td>Transformador de Distribuição</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>Interior</td> <td>Transformador de Distribuição</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>Interior</td> <td>Transformador de Distribuição</td> </tr> </tbody> </table> <p>No anexo B encontra-se uma tabela com os códigos Jump para cada tipo de transformador.</p>	Potência estipulada S [kVA]	Utilização	Aplicação	250	Interior	Transformador de Distribuição	400	Interior	Transformador de Distribuição	630	Interior	Transformador de Distribuição	800	Interior	Transformador de Distribuição	1000	Interior	Transformador de Distribuição
Potência estipulada S [kVA]	Utilização	Aplicação																	
250	Interior	Transformador de Distribuição																	
400	Interior	Transformador de Distribuição																	
630	Interior	Transformador de Distribuição																	
800	Interior	Transformador de Distribuição																	
1000	Interior	Transformador de Distribuição																	
R 5	Tipo de arrefecimento O arrefecimento dos transformadores deve ser do tipo AN (arrefecimento por ar com circulação natural).																		
R 6	Classe climática Os transformadores devem satisfazer as exigências da classe climática C2 de acordo com a secção 12.1 da norma IEC 60076-11.																		
R 7	Classe de ambiente Os transformadores objeto desta especificação devem satisfazer as exigências da classe de ambiente E2 de acordo com a secção 12.2 da norma IEC 60076-11.																		
R 8	Classe de comportamento ao fogo Os transformadores objeto desta especificação devem satisfazer as exigências da classe de comportamento ao fogo F1 de acordo com a secção 12.3 da norma IEC 60076-11.																		
R 9	Regimes estipulados - Generalidades O fabricante deve fazer corresponder a cada transformador um certo número de grandezas estipuladas, a assinalar na chapa de características. 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 estabelecidos na norma EN 60076-11 e admitindo que a tensão aplicada é igual à tensão estipulada e que a alimentação é efetuada à frequência estipulada.																		
R 10	Potências estipuladas A presente especificação abrange transformadores com as potências estipuladas em serviço contínuo, nas condições de serviço especificadas, de 250, 400, 630, 800 e 1000 kVA, conforme indicado no Quadro 1 do requisito Error! Reference source not found.R 4 .																		
R 11	Frequência estipulada Os transformadores devem ter uma frequência estipulada de 50 Hz.																		
R 12	Correntes estipuladas 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 $\sqrt{3}$.																		

Requisito	Descrição																				
R 13	<p>Tensões estipuladas</p> <p>As tensões estipuladas primárias (U_r) a considerar são 10, 15 e 30 kV.</p> <p>A tensão estipulada secundária (U_r) em vazio é de 420 V.</p>																				
R 14	<p>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 estipulada²⁾.</p>																				
R 15	<p>Capacidade de sobrecarga</p> <p>Os transformadores objeto desta especificação devem poder suportar sobrecargas de acordo com a norma IEC 60076-12.</p>																				
R 16	<p>Níveis de isolamento</p> <p>O nível do isolamento dos diferentes enrolamentos deve ser verificado por ensaios dielétricos cujos valores de tensão estão relacionados com a respetiva tensão mais elevada para o material, conforme o indicado no Quadro 2.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 2</p> <p style="text-align: center;">Níveis de isolamento dos enrolamentos</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tensão estipulada U_r [kV]</th> <th>Tensão mais elevada para o material U_m [kV ef]</th> <th>Tensão suportável estipulada de curta duração à frequência industrial [kV ef]</th> <th>Tensão suportável estipulada ao choque atmosférico [kV pico]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,42</td> <td>1,1</td> <td>3</td> <td>----</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>12</td> <td>28</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>17,5</td> <td>38</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>36</td> <td>70</td> <td>170</td> </tr> </tbody> </table>	Tensão estipulada U_r [kV]	Tensão mais elevada para o material U_m [kV ef]	Tensão suportável estipulada de curta duração à frequência industrial [kV ef]	Tensão suportável estipulada ao choque atmosférico [kV pico]	0,42	1,1	3	----	10	12	28	75	15	17,5	38	95	30	36	70	170
Tensão estipulada U_r [kV]	Tensão mais elevada para o material U_m [kV ef]	Tensão suportável estipulada de curta duração à frequência industrial [kV ef]	Tensão suportável estipulada ao choque atmosférico [kV pico]																		
0,42	1,1	3	----																		
10	12	28	75																		
15	17,5	38	95																		
30	36	70	170																		
R 17	<p>Impedância estipulada de curto-circuito (z)</p> <p>Os transformadores objeto da presente especificação, devem ter valores da impedância estipulada de curto-circuito, à temperatura de referência determinada de acordo com o definido na norma IEC 60076-11, conformes com o Quadro 3.</p>																				

²⁾ Não se deve ter em conta o ligeiro aquecimento suplementar devido ao aumento das perdas em vazio resultantes da sobretensão de 5%.

Requisito	Descrição																																																
	Quadro 3 Impedância de curto-circuito																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tensão estipulada do enrolamento primário U_r [kV]</th> <th>Potência estipulada S_r [kVA]</th> <th>Impedância estipulada de curto-circuito z [%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">≤ 15</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> </tbody> </table>	Tensão estipulada do enrolamento primário U_r [kV]	Potência estipulada S_r [kVA]	Impedância estipulada de curto-circuito z [%]	≤ 15	≤ 630	4,0	> 630	6,0	30	≤ 630	5,0	> 630	6,0																																			
Tensão estipulada do enrolamento primário U_r [kV]	Potência estipulada S_r [kVA]	Impedância estipulada de curto-circuito z [%]																																															
≤ 15	≤ 630	4,0																																															
	> 630	6,0																																															
30	≤ 630	5,0																																															
	> 630	6,0																																															
R 18	Perdas e níveis de potência sonora Os valores máximos das perdas em vazio P_o e em carga P_k e dos níveis de potência sonora L_{WA} dos transformadores objeto desta especificação, devem ser os constantes do Anexo A.																																																
R 19	Corrente em vazio O valor da corrente em vazio deve ser declarado pelo Construtor.																																																
R 20	Massas e dimensões dos transformadores As dimensões principais e a disposição dos acessórios dos transformadores objeto desta especificação são indicadas nos Quadro 4 e Quadro 5, e na figura 1.																																																
	Quadro 4 Dimensões e massas dos transformadores																																																
	$U_r \leq 15$ kV																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Potência estipulada S_r [kVA]</th> <th>Comprimento* $a1$ [mm]</th> <th>Largura* $b1$ [mm]</th> <th>Altura* $h1$ [mm]</th> <th>Diâmetro rodas d [mm]</th> <th>Distância entre eixos rodas e [mm]</th> <th>Rasto rodas f [mm]</th> <th>Massas* [kg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>1600</td> <td>850</td> <td>1500</td> <td>125</td> <td>520</td> <td>40</td> <td>2200</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>1650</td> <td>870</td> <td>1700</td> <td>125</td> <td>670</td> <td>40</td> <td>3500</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>1850</td> <td>1000</td> <td>1850</td> <td>125</td> <td>670</td> <td>40</td> <td>3500</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>1850</td> <td>1000</td> <td>1850</td> <td>125</td> <td>670</td> <td>40</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>2000</td> <td>1085</td> <td>2150</td> <td>200</td> <td>820</td> <td>70</td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table>	Potência estipulada S_r [kVA]	Comprimento* $a1$ [mm]	Largura* $b1$ [mm]	Altura* $h1$ [mm]	Diâmetro rodas d [mm]	Distância entre eixos rodas e [mm]	Rasto rodas f [mm]	Massas* [kg]	250	1600	850	1500	125	520	40	2200	400	1650	870	1700	125	670	40	3500	630	1850	1000	1850	125	670	40	3500	800	1850	1000	1850	125	670	40	4500	1000	2000	1085	2150	200	820	70	5000
Potência estipulada S_r [kVA]	Comprimento* $a1$ [mm]	Largura* $b1$ [mm]	Altura* $h1$ [mm]	Diâmetro rodas d [mm]	Distância entre eixos rodas e [mm]	Rasto rodas f [mm]	Massas* [kg]																																										
250	1600	850	1500	125	520	40	2200																																										
400	1650	870	1700	125	670	40	3500																																										
630	1850	1000	1850	125	670	40	3500																																										
800	1850	1000	1850	125	670	40	4500																																										
1000	2000	1085	2150	200	820	70	5000																																										
	(*) Valores máximos																																																

Requisito	Descrição																																																															
	<p>Quadro 5</p> <p>Dimensões e massas dos transformadores*</p> <p>Ur = 30 kV</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Potência estipulada Sr [kVA]</th> <th>Comprimento* a1 [mm]</th> <th>Largura* b1 [mm]</th> <th>Altura* h1 [mm]</th> <th>Diâmetro rodas d [mm]</th> <th>Distância entre eixos rodas e [mm]</th> <th>Rasto rodas f [mm]</th> <th>Massas* [kg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>2000</td> <td>1100</td> <td>1850</td> <td>125</td> <td>520</td> <td>40</td> <td>2400</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>2000</td> <td>1150</td> <td>2000</td> <td>125</td> <td>670</td> <td>40</td> <td>3200</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>2000</td> <td>1150</td> <td>2100</td> <td>125</td> <td>670</td> <td>40</td> <td>3200</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>2000</td> <td>1150</td> <td>2100</td> <td>125</td> <td>670<!-- <td-->40</td> <td>4500</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>2100</td> <td>1300</td> <td>2300</td> <td>200</td> <td>820</td> <td>70</td> <td>5000</td> </tr> </tbody> </table> <p>(*) Valores máximos</p>  <p style="text-align: center;">Figura 1 – Transformador de distribuição</p> <p>Legenda</p> <table> <tbody> <tr> <td>1 - Terminais de ligação de AT</td> <td>9 - Régua de terminais relés térmicos</td> </tr> <tr> <td>2 - Terminais de ligação de BT</td> <td>e - Afastamento entre eixos das rodas</td> </tr> <tr> <td>3 - Terminal para ligação à terra</td> <td>f - Largura do rasto das rodas</td> </tr> <tr> <td>4 - Placas aviso tensão elétrica perigosa</td> <td>d - Diâmetro das rodas</td> </tr> <tr> <td>5 - Comutador de tomadas DETC</td> <td>a1 - Comprimento máximo do transformador</td> </tr> <tr> <td>6 - Olhais de suspensão</td> <td>b1 - Largura máxima do transformador</td> </tr> <tr> <td>7 - Rodas</td> <td>h1 - Altura máxima do transformador</td> </tr> <tr> <td>8 - Chapa de características</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Potência estipulada Sr [kVA]	Comprimento* a1 [mm]	Largura* b1 [mm]	Altura* h1 [mm]	Diâmetro rodas d [mm]	Distância entre eixos rodas e [mm]	Rasto rodas f [mm]	Massas* [kg]	250	2000	1100	1850	125	520	40	2400	400	2000	1150	2000	125	670	40	3200	630	2000	1150	2100	125	670	40	3200	800	2000	1150	2100	125	670 <td 40	4500	1000	2100	1300	2300	200	820	70	5000	1 - Terminais de ligação de AT	9 - Régua de terminais relés térmicos	2 - Terminais de ligação de BT	e - Afastamento entre eixos das rodas	3 - Terminal para ligação à terra	f - Largura do rasto das rodas	4 - Placas aviso tensão elétrica perigosa	d - Diâmetro das rodas	5 - Comutador de tomadas DETC	a1 - Comprimento máximo do transformador	6 - Olhais de suspensão	b1 - Largura máxima do transformador	7 - Rodas	h1 - Altura máxima do transformador	8 - Chapa de características	
Potência estipulada Sr [kVA]	Comprimento* a1 [mm]	Largura* b1 [mm]	Altura* h1 [mm]	Diâmetro rodas d [mm]	Distância entre eixos rodas e [mm]	Rasto rodas f [mm]	Massas* [kg]																																																									
250	2000	1100	1850	125	520	40	2400																																																									
400	2000	1150	2000	125	670	40	3200																																																									
630	2000	1150	2100	125	670	40	3200																																																									
800	2000	1150	2100	125	670 <td 40	4500																																																										
1000	2100	1300	2300	200	820	70	5000																																																									
1 - Terminais de ligação de AT	9 - Régua de terminais relés térmicos																																																															
2 - Terminais de ligação de BT	e - Afastamento entre eixos das rodas																																																															
3 - Terminal para ligação à terra	f - Largura do rasto das rodas																																																															
4 - Placas aviso tensão elétrica perigosa	d - Diâmetro das rodas																																																															
5 - Comutador de tomadas DETC	a1 - Comprimento máximo do transformador																																																															
6 - Olhais de suspensão	b1 - Largura máxima do transformador																																																															
7 - Rodas	h1 - Altura máxima do transformador																																																															
8 - Chapa de características																																																																

3.3 Componentes do transformador

3.3.1 Núcleo e enrolamentos

Requisito	Descrição
R 21	Núcleo O fabricante deve caracterizar a constituição do núcleo (configuração, material, nível de perdas e espessura da chapa, ...).
R 22	Enrolamentos O fabricante deve caracterizar a constituição dos diferentes enrolamentos do transformador (material, secção, ...).

3.3.2 Comutador de tomadas

Requisito	Descrição
R 23	Tomadas Os enrolamentos primários dos transformadores objeto desta especificação devem ser munidos de tomadas correspondendo a uma gama de comutação de $\pm 2,5\%$ em escalões de $\pm 2,5\%$ da tensão estipulada. A mudança de tomada deve poder ser efetuada com o transformador sem tensão por meio de um seletor de tomadas ou de barras amovíveis. As posições do seletor de tomadas ou das barras amovíveis devem ser marcadas conforme prescrito na norma IEC/TR 60616.

3.3.3 Isolantes

Requisito	Descrição
R 24	Isolantes sólidos O fabricante deve caracterizar os isolantes sólidos utilizados na construção do transformador (resinas, papel, cartões, madeiras de suporte, etc.).

3.3.4 Terminais

Requisito	Descrição
R 25	Terminais – Generalidades Os terminais de ligação de AT e de BT devem ser marcados de acordo com a norma IEC/TR 60616, e devem ser dimensionados de tal forma que em serviço cíclico normal, de acordo com a Norma IEC 60076-12, possam suportar sobrecargas até cerca de 50%.

Requisito	Descrição																												
<p>R 26</p>	<p>Terminais de AT</p> <p>Os terminais de AT devem ser planos, suportar uma corrente estipulada de 250 A, e localizar-se sensivelmente na parte superior do transformador, conforme indicado na figura 1.</p>																												
<p>R 27</p>	<p>Terminais de BT</p> <p>Os terminais de BT dos transformadores objeto desta especificação devem ser planos, em barra, e localizando-se sempre do lado oposto ao dos terminais de AT, na parte inferior do transformador, como ilustrado na figura 1 ou, caso seja indicado na encomenda, na parte superior.</p> <p>O terminal de neutro deve ser igual aos de fase.</p> <p>As características principais dos terminais de BT são indicadas no Quadro 6.</p> <p>Ver na figura 2 as dimensões e localização dos furos e a espessura mínima dos terminais.</p> <p style="text-align: center;">Quadro 6 Características dos terminais de BT</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Potência estipulada S_r [kVA]</th> <th>Corrente estipulada I_r [A]</th> <th>Espessura [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>400</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>630</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>630</td> <td>1000</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>800</td> <td>1200</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>1600</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>kVA</td> <td>250</td> <td>400</td> <td>630</td> <td>> 630</td> </tr> <tr> <td>Esp. (mm)</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>8</td> </tr> </table> </p> <p style="text-align: center;">Figura 2 - Terminais BT</p> </div>	Potência estipulada S_r [kVA]	Corrente estipulada I_r [A]	Espessura [mm]	250	400	5	400	630	5	630	1000	5	800	1200	8	1000	1600	8	kVA	250	400	630	> 630	Esp. (mm)	5	5	5	8
Potência estipulada S_r [kVA]	Corrente estipulada I_r [A]	Espessura [mm]																											
250	400	5																											
400	630	5																											
630	1000	5																											
800	1200	8																											
1000	1600	8																											
kVA	250	400	630	> 630																									
Esp. (mm)	5	5	5	8																									

3.3.5 Acessórios

3.3.5.1 Olhais de suspensão

Requisito	Descrição
R 28	Olhais ou furos de suspensão Os transformadores objeto desta especificação devem ser equipados com 4 olhais ou furos de suspensão localizados na estrutura de suporte superior e suficientemente dimensionados para permitir a elevação sem danos dos transformadores.

3.3.5.2 Rodas

Requisito	Descrição
R 29	Rodas Os transformadores objeto desta especificação devem ser equipados com rodas orientáveis em duas posições perpendiculares, correspondentes aos eixos do transformador. O afastamento entre eixos de rastos, a largura do rasto e o diâmetro das rodas devem ter os valores indicados nos Quadro 4 e Quadro 5.

3.3.5.3 Proteção contra sobrecargas

Requisito	Descrição
R 30	Proteção contra sobrecargas Os transformadores objeto desta especificação devem ser equipados com um sistema de proteção contra sobrecargas constituído por: — sensores no "ponto quente" de cada enrolamento BT; — régua de terminais, fixada na parte superior do transformador, à qual são ligados os sensores; — relé térmico auxiliar para tratamento das informações dos sensores e elaboração dos sinais de alarme e de disparo, o qual deve ser insensibilizado contra funcionamentos intempestivos no instante da ligação do transformador e previsto para a tensão auxiliar de 230 V - 10% + 10% obtida do secundário do próprio transformador. Quando a tensão auxiliar se encontrar fora dos limites de funcionamento do relé, por manobras nas redes de alimentação do transformador ou quaisquer outras causas, o seu funcionamento deve ficar bloqueado, inibindo qualquer saída de sinal, até que as condições normais da tensão de alimentação sejam repostas. Este relé deve estar testado contra perturbações eletromagnéticas (CEM) de acordo com as normas internacionais aplicáveis e níveis de severidade adequados ao tipo de instalações a que se destinam.

3.3.5.4 Terminais de terra

Requisito	Descrição
R 31	<p>Terminal para ligação à terra</p> <p>Os transformadores objeto desta especificação devem ser equipados com um terminal de terra, ligado por construção a todas as partes metálicas condutoras acessíveis não ativas, para permitir a ligação a um condutor de terra.</p> <p>Na zona assinalada na figura 1 (localização aproximada) deve existir um terminal de terra do tipo B1 conforme o estabelecido na norma EN 50216-4.</p> <p>Este terminal deve ser cilíndrico, em aço inox, soldado ao transformador, com um comprimento mínimo de 25 mm, possuindo um roscado interior M12, equipado com parafuso também em aço inox, destinado a assegurar a ligação à terra.</p>

3.3.5.5 Invólucro de proteção contra contactos diretos

Requisito	Descrição
R 32	<p>Invólucro de proteção contra contactos diretos</p> <p>Os transformadores objeto desta especificação não são em geral equipados com invólucro de proteção contra contactos diretos (IP00 e IK00 segundo a NP EN 60529 e EN 50102 respetivamente).</p> <p>Caso seja indicado nas encomendas, os transformadores devem ser equipados com um invólucro para montagem interior com o índice de proteção IP20 e IK07 em todas as faces, de acordo com as normas acima citadas. Neste caso o invólucro deve ser metálico e não deve prejudicar a circulação natural do ar; o respetivo processo de proteção anticorrosiva deve ser submetido pelo Construtor à aprovação da E-REDES. O invólucro deve ser equipado com dois terminais de terra.</p>

3.4 Marcações

Requisito	Descrição
R 33	<p>Marcação do número de série</p> <p>O número de série deve ser indicado na chapa de características e na estrutura de suporte.</p> <p>Os enrolamentos devem possuir marcações que permitam efetuar a rastreabilidade dos mesmos face ao processo de fabrico.</p>
R 34	<p>Símbolos de ligação</p> <p>O símbolo de ligação dos transformadores objeto desta especificação deve ser Dyn5.</p> <p>As ligações entre os terminais dos enrolamentos primários destinadas a formar o triângulo devem ser isoladas.</p>

R 35	<p>Chapa de características</p> <p>Os transformadores devem possuir chapas de características resistentes à intempérie com indicações gravadas de modo indelével e previstas para uma durabilidade equivalente ao tempo de vida esperado para o transformador.</p> <p>Fixa num local visível, deve existir uma chapa onde conste, para além do estabelecido nas normas EN 60076-1 e EN 50708-1-1, o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none">a) nível de potência sonora (valor garantido); <p>e ainda os dizeres:</p> <ul style="list-style-type: none">b) “Transformador de distribuição”;c) “Tipo de instalação - interior”;d) “Especificação DMA-C52-130 --- ----” (edição em vigor);e) marcação de conformidade CE, conforme DIRECTIVA 2009/125/CE;f) código de fabricante para o transformador (deve coincidir com o código de fabricante constante do processo de qualificação; <p>Estas indicações devem ser inscritas em caracteres indeláveis e claramente legíveis.</p> <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 deve ser fornecida na posição (face) indicada na figura 1.</p> <p>A chapa de características pode ser em material autoaderente, desde que se mantenham todas as características atrás especificadas.</p>
R 36	<p>Placas de aviso de tensão elétrica perigosa</p> <p>Os transformadores objeto desta especificação devem ser equipados com placas triangulares de aviso de tensão elétrica perigosa de acordo com a NP-609, incluindo o símbolo de tensão elétrica perigosa (NP-608) e a frase "PERIGO DE MORTE" (em português e em maiúsculas).</p> <p>As placas devem localizar-se nos seguintes pontos:</p> <ul style="list-style-type: none">— 3 placas coladas nas faces verticais do encapsulamento de cada uma das fases extremas, conforme indicado na figura 1;— 2 placas coladas nas faces verticais do encapsulamento da fase do meio, conforme indicado na figura 1; <p>Nota: Por dificuldades de aplicação é admissível que as placas a colocar lateralmente sejam fixadas nas travessas superiores, desde que fiquem bem visíveis.</p> <ul style="list-style-type: none">— 1 placa em cada uma das portas ou painéis amovíveis do invólucro de proteção contra contactos diretos caso o transformador seja equipado com invólucro de proteção contra contactos diretos. <p>Cada uma das placas deve ter a maior das dimensões previstas na NP-609 compatível com a respetiva localização. O material e as cores de todas as placas, e a cola de fixação das placas coladas, devem suportar as temperaturas de funcionamento dos transformadores e garantir a sua boa condição durante a vida útil dos equipamentos.</p>

R 37	<p>Etiquetagem JUMP – QR Code e código de barras</p> <p>Os transformadores devem seguir as instruções definidas no documento “Programa JUMP – Etiquetagem de Materiais e Equipamentos”, quando à forma e método de etiquetagem e concepção 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 38	<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> <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 E-REDES 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 E-REDES tenham um nível de qualidade compatível com as condições de exploração a que irão ser submetidos, os mesmos devem ser sujeitos a ensaios. O Construtor deve também possuir procedimentos de acompanhamento da qualidade das matérias-primas e componentes que utilizar no fabrico dos transformadores.

Os transformadores devem ser submetidos a ensaios nas modalidades referidas nas secções seguintes e conforme o estabelecido na norma IEC 60076-11.

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 o definido na norma IEC 60076-11.

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 têm 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	Ensaios de aquecimento , de acordo com a norma EN 60076-11;
E 2	Ensaios de suportabilidade à onda de choque atmosférico , de acordo com a norma EN 60076-11 <i>Nota: A E-REDES tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% das tensões de ensaio especificadas.</i>
E 3	Medição das perdas e da corrente em vazio a 90% e a 110% da tensão estipulada , de acordo com a norma EN 60076-11

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 IEC 60076-11, os ensaios considerados nesta rubrica são os apresentados no seguimento.

Ensaio	Descrição
E 4	Medição do nível de potência sonora
E 5	<i>Medição da impedância homopolar</i>
E 6	Ensaio de comportamento ao fogo F1
E 7	Ensaio de comprovação da classe climática C2
E 8	Medição das harmónicas da corrente em vazio
E 9	Ensaio de suportabilidade ao curto-circuito
E 10	Ensaio de comprovação da classe ambiental E2

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 E-REDES.

Ensaio	Descrição
E 11	Medição da resistência dos enrolamentos (ensaio individual);
E 12	Medição da relação de transformação e verificação do grupo de ligações (ensaio individual)
E 13	Medição da impedância de curto-circuito (tomada principal) e das perdas devido à carga (ensaio individual);
E 14	Medição das perdas e da corrente em vazio (ensaio individual);
E 15	Ensaio por tensão aplicada (ensaio individual), de acordo com a norma EN 60076-3. <i>Nota: A E-REDES tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% das tensões de ensaio especificadas de todos os transformadores;</i>
E 16	Ensaio por tensão induzida (ensaio individual), de acordo com a norma EN 60076-3. <i>Nota: A E-REDES tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% das tensões de ensaio especificadas de todos os transformadores;</i>
E 17	Ensaios 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 ³ e adequado ao controlo do esquema de proteção anticorrosiva especificado. Este

³⁾ Este procedimento deve conter a espessura mínima, a máxima e o número de pontos mínimos e partes do transformador a controlar.

Ensaio	Descrição
	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.

5.2.2 Ensaios de receção

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

Requisito	Descrição
E 18	Ensaios de receção Os ensaios de receção consistem na repetição dos ensaios de série.

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 E-REDES 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 39	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 40	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 41	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 ecodesign e cumprem toda a legislação aplicável em vigor. Tanto os transformadores como os ventiladores devem possuir marcação CE e no seu fornecimento, serem 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 no Regulamento (UE) 548/2014 e Regulamento (UE) 1783/2019.
R 42	Tratamento em final de vida A E-REDES deve ser informada sobre a composição dos transformadores, designadamente quanto à incorporação de materiais reciclados e recicláveis. A E-REDES deve ser informada sobre todos os componentes dos transformadores que possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional em vigor. Os transformadores a fornecer devem minimizar o uso de materiais não recicláveis de forma a reduzir desperdícios durante as fases de produção, transporte e instalação.

**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, do tipo seco⁴

S _r [kVA]	U _r [kV]	P _k ⁵ [W]		P ₀ [W]		L _{WA} [dB(A)]
		Classe de perdas	Perdas	Classe de perdas	Perdas	
250	10	A _k	3400	A ₀ -10%%	468	54
	15	A _k	3400	A ₀ -10%%	468	54
	30	A _k +10%	3740	(A ₀ -10%)+15%	538	54
400	10	A _k	4500	A ₀ -10%%	675	56
	15	A _k	4500	A ₀ -10%%	675	56
	30	A _k +10%	4950	(A ₀ -10%)+15%	776	56
630	10	A _k	7100	A ₀ -10%%	990	58
	15	A _k	7100	A ₀ -10%%	990	58
	30	A _k +10%	7810	(A ₀ -10%)+15%	1138	58
800	10	A _k	8000	A ₀ -10%%	1170	60
	15	A _k	8000	A ₀ -10%%	1170	60
	30	A _k +10%	8800	(A ₀ -10%)+15%	1345	60
1000	10	A _k	9000	A ₀ -10%%	1395	61
	15	A _k	9000	A ₀ -10%%	1395	61
	30	A _k +10%	9900	(A ₀ -10%)+15%	1604	61

⁴⁾ Os valores das perdas P_k, P₀ e de potência sonora L_{WA} especificados, são considerados valores máximos.

⁵⁾ As perdas em carga P_k são consideradas à temperatura de referência de acordo com a norma EN 60076-11.

**ANEXO B -
CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE TRANSFORMADOR MT/BT SECOS****Tipos de transformadores e respetivos códigos Jump**

Código Jump	Descritivo	Potência [kVA]	Tensão primária [kV]	Utilização	Montagem
20136656	TP TRI SECO 10KV 250KVA	250	10	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136660	TP TRI SECO 15KV 250KVA	250	15	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136661	TP TRI SECO 30KV 250KVA	250	30	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136657	TP TRI SECO 10KV 400KVA	400	10	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136671	TP TRI SECO 15KV 400KVA	400	15	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136662	TP TRI SECO 30KV 400KVA	400	30	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136658	TP TRI SECO 10KV 630KVA	630	10	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136672	TP TRI SECO 15KV 630KVA	630	15	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136673	TP TRI SECO 30KV 630KVA	630	30	Transf. Distribuição Seco	Interior
20197018	TP TRI SECO 10KV 800KVA	800	10	Transf. Distribuição Seco	Interior
20162075	TP TRI SECO 15KV 800KVA	800	15	Transf. Distribuição Seco	Interior
20162076	TP TRI SECO 30KV 800KVA	800	30	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136659	TP TRI SECO 10KV 1000KVA	1000	10	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136583	TP TRI SECO 15KV 1000KVA	1000	15	Transf. Distribuição Seco	Interior
20136584	TP TRI SECO 30KV 1000KVA	1000	30	Transf. Distribuição Seco	Interior

ANEXO C – LISTA DE CONFORMIDADE

Para cada tipo de transformador devem ser preenchidas as listas de conformidade constantes do documento “Anexo C – DMA-C52-130.xlsx”.