

TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Transformadores trifásicos, de 60 kV/MT

Características e ensaios

Elaboração: DIT

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

Edição: 5ª. Anula e substitui a edição de novembro de 2014

Acesso: ☒ **Livre**

☐ Restrito

☐ Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	4
1	OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO	4
2	NORMALIZAÇÃO DE REFERÊNCIA	4
3	CARACTERÍSTICAS GERAIS E CONSTRUTIVAS	6
3.1	Condições de serviço	6
3.2	Características do Transformador	6
3.3	Componentes do transformador	11
3.3.1	Cuba	11
3.3.2	Núcleo e enrolamentos	13
3.3.3	Isoladores de travessia	14
3.3.4	Terminais	14
3.3.5	Isolantes	16
3.3.6	Conservador	16
3.3.7	Permutador de calor	17
3.3.8	Comutador de tomadas	19
3.3.8.1	Comutador de tomadas em serviço	19
3.3.8.2	Comando do comutador de tomadas em serviço	21
3.3.8.3	Comutador de tomadas fora de serviço	24
3.3.9	Acessórios	25
3.3.9.1	Rodas e fixação dos transformadores ao solo	25
3.3.9.2	Hastes de descarga	26
3.3.9.3	Dispositivos de ligação à máquina de tratamento de óleo	26
3.3.9.4	Sistema de linha de vida. Proteção anti queda.	27
3.3.9.5	Dispositivo de proteção contra sobrepressões	27
3.3.9.6	Transformadores de corrente de travessia	28
3.3.9.7	Imagem térmica	28
3.3.9.8	Termómetro de quadrante	29
3.3.9.9	Indicadores do nível do óleo	30
3.3.9.10	Exsicador de ar	30
3.4	Ligações à terra	31
3.5	Circuitos auxiliares	33
3.6	Marcações	35
4	TOLERÂNCIAS	36
5	ENSAIOS	36
5.1	Condições gerais	36
5.2	Tipos de ensaios dos transformadores	37
5.2.1	Ensaio de qualificação	37
5.2.1.1	Ensaio de série	37
5.2.1.2	Ensaio de tipo	38
5.2.1.3	Ensaio especiais	39
5.2.2	Ensaio de receção	40
5.2.3	Ensaio de verificação da identidade ao tipo	40
6	LEGISLAÇÃO DE AMBIENTE E SEGURANÇA	40



ANEXO A - TABELA DE CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE TRANSFORMADOR AT/MT	42
ANEXO B – LISTA DE CONFORMIDADE	42

0 INTRODUÇÃO

O presente documento anula e substitui a especificação DMA-C52-140, de Novembro de 2014.

Com a sua elaboração pretendeu-se proceder a uma atualização, que incidiu principalmente nos seguintes aspetos:

- normalização de referência e legislação comunitária aplicável;
- comutador de tomadas em serviço e respetivo comando;
- perdas e Índice de Eficiência de Pico
- transformadores de corrente de travessia;
- rodas e fixação dos transformadores ao solo;
- exsiccador de ar
- regulamentação relativa aos ventiladores;
- ligação à terra do núcleo;
- chapa de características;
- acessórios
- criação de anexo com os códigos Jump dos transformadores

1 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente especificação destina-se a estabelecer as características gerais e os ensaios a que devem obedecer os transformadores de potência 60 kV/MT a aplicar nas instalações AT/MT da EDP Distribuição.

2 NORMALIZAÇÃO DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciadas nos locais apropriados do seu texto, os quais se encontram a seguir listados.

D00-C13-500	INSTALAÇÕES AT E MT. Referenciação. Generalidades
DMA-C27-100	DIELÉCTRICOS LÍQUIDOS E GASOSOS. Óleos isolantes de origem mineral para transformadores. Características e ensaios
DMA-C33-201	CONDUTORES ISOLADOS E SEUS ACESSÓRIOS PARA REDES. Cabos ignífugos de baixa tensão. Características e ensaios
DMA-T29-001	SÍLICA-GEL. Especificações e condições técnicas, características e ensaios
DRE-C13-510	INSTALAÇÕES AT E MT. Tecnologias de eletrificação. Generalidades
DRE-C13-512	INSTALAÇÕES AT E MT. Circuitos de BT. Regras de execução
EN50216-6	Power transformer and reactor fittings - Part 6: Cooling equipment - Removable radiators for oil-immersed transformers
EN50216-12	Power transformer and reactor fittings - Part 12: Fans

EN50216-2	Power transformer and reactor fittings - Part 2: Gas and oil actuated relay for liquid immersed transformers and reactors with conservator
EN50216-5	Power transformer and reactor fittings - Part 5: Liquid level, pressure and flow indicators, pressure relief devices and dehydrating breathers
EN50629	Energy performance of large power transformers ($U_m > 36$ kV or $S_r \geq 40$ MVA) Nota: Em substituição da norma EN 50629, passar a considerar as normas da série EN 50708 aplicáveis, logo que as mesmas sejam publicadas.
IEC/TR60616	Terminal and tapping markings for power transformers
EN60076-1	Power transformers. Part 1: General
EN60076-10	Power transformers. Part 10: Determination of sound levels
EN60076-2	Power transformers. Part 2: Temperature rise
EN60076-22-7	Power transformers - Part 22-7: Power transformer and reactor fittings - Accessories and fittings
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
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/TS 60815 (Série)	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions
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) 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 - CONS	Condições de serviço Os transformadores devem suportar as condições normais de serviço definidas na norma EN 60076-1, à exceção dos seguintes aspetos:
R 2 - CONS	Níveis de poluição Estes transformadores devem estar preparados para serem instalados em ambientes de poluição forte, definidos de acordo com a norma IEC/TS 60815. Em casos especiais poderá ser solicitado um transformador para zonas de poluição muito forte.
R 3 - CONS	Suportabilidade sísmica Os transformadores objeto desta especificação 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." A suportabilidade sísmica dos transformadores no seu todo e a respetiva fixação ao solo, deve ser demonstrada por ensaios ou, em alternativa, por cálculos validados por entidade independente competente, proposta pelo fabricante e aceite pela EDP Distribuição. Para a demonstração deste desempenho por cálculo, pode ser seguida a norma IEEE 693-2005 - IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations.
R 4 - CONS	Condições de Serviço - Regime de Neutro de instalação Os transformadores serão integrados em redes com ou sem o neutro ligado terra.

3.2 Características do Transformador

Requisito	Descrição
R 5 - CONS	Tipo de transformador Os transformadores objeto desta especificação devem ser do tipo exterior, trifásicos, imersos em óleo mineral, enrolamentos separados em cobre e com isolamento uniforme ¹⁾ .
R 6 - CONS	Tipo de arrefecimento O arrefecimento dos transformadores deve ser do tipo ONAN/ONAF (óleo natural, ar natural/óleo natural, ar forçado).

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.

R 7 - CONS	Potências estipuladas A presente especificação é válida para transformadores com as seguintes potências estipuladas:										
	Potência estipulada dos enrolamentos principais em ONAF [MVA]	Potência estipulada dos enrolamentos principais em ONAN [MVA]									
	10	7									
	20	15									
	31,5	25									
	40	30									
	No anexo A encontra-se uma tabela com os códigos Jump para cada tipo de transformador.										
	Os transformadores podem ter 2 ou 3 enrolamentos com todos os terminais acessíveis para serem ligados a um circuito exterior.										
	Os transformadores com dois enrolamentos, ambos ligados em estrela com todos os terminais acessíveis, devem incluir um enrolamento suplementar ligado em triângulo (enrolamento terciário de estabilização), com dois terminais acessíveis, ligados à terra, constituindo o mesmo vértice do triângulo.										
	Nos transformadores com três enrolamentos, um deles será de potência reduzida, devendo ter no mínimo a potência seguidamente apresentada:										
<table><tr><td>Potência estipulada dos enrolamentos principais (MVA)</td><td>Potência estipulada do enrolamento de potência reduzida (MVA)</td></tr><tr><td>10</td><td>3,15</td></tr><tr><td>20</td><td>6,3</td></tr><tr><td>31,5</td><td>10</td></tr><tr><td>40</td><td>12,5</td></tr></table>		Potência estipulada dos enrolamentos principais (MVA)	Potência estipulada do enrolamento de potência reduzida (MVA)	10	3,15	20	6,3	31,5	10	40	12,5
Potência estipulada dos enrolamentos principais (MVA)	Potência estipulada do enrolamento de potência reduzida (MVA)										
10	3,15										
20	6,3										
31,5	10										
40	12,5										
Os transformadores objeto desta especificação devem ser calculados tomando como base as seguintes temperaturas e aquecimentos, de acordo com as normas EN:											
— temperatura máxima do ar ----- 40 °C											
— temperatura mínima do ar----- -25 °C											
— temperatura média mensal do ar no mês mais quente inferior ou igual ----- 30 °C											
— temperatura média anual do ar inferior ou igual ----- 20 °C											
— aquecimento médio limite do cobre ----- 65 K											
— aquecimento máximo do óleo na sua parte superior ----- 60 K											
R 8 - CONS	Potência estipulada – ajuste em função da altitude de instalação										
	Nos transformadores para utilizar a altitudes superiores a 1000 m e inferiores a 2000 m e ensaiados a altitudes normais, admite-se uma redução da potência estipulada de 3% por cada escalão de 500 m acima de 1000 m. Contudo, nestes transformadores, deve ser tido em conta o aumento das distâncias de isolamento no ar.										
	O conjunto dos isoladores de travessia destas unidades deve ser ensaiado separadamente.										

R 9 - CONS	Frequência estipulada Os transformadores devem ter uma frequência estipulada de 50 Hz.										
R 10 - CONS	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 $\sqrt{3}$. Os transformadores devem poder debitar de modo permanente a corrente estipulada estando alimentados a uma tensão 5% superior à tensão estipulada ²⁾ .										
R 11 - CONS	Tensões estipuladas A tensão estipulada primária a considerar é 60 kV. As tensões estipuladas secundárias em vazio a considerar são: a) 10,5 kV; b) 15,75 kV; c) 31,5 kV; d) 31,5+10,5 kV; e) 31,5+15,75 kV; f) 31,5 kV ou 15,75 kV.										
R 12 - CONS	Tensão mais elevada para o material Os valores da tensão mais elevada para o material dos enrolamentos dos transformadores são os constantes do quadro seguinte. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tensão estipulada do enrolamento Ur (kVef)</th><th>Tensão mais elevada para o material Um (kVef)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10,5</td><td>12</td></tr> <tr> <td>15,75</td><td>17,5</td></tr> <tr> <td>31,5</td><td>36</td></tr> <tr> <td>60</td><td>72,5</td></tr> </tbody> </table>	Tensão estipulada do enrolamento Ur (kVef)	Tensão mais elevada para o material Um (kVef)	10,5	12	15,75	17,5	31,5	36	60	72,5
Tensão estipulada do enrolamento Ur (kVef)	Tensão mais elevada para o material Um (kVef)										
10,5	12										
15,75	17,5										
31,5	36										
60	72,5										
R 13 - CONS	Níveis de isolamento estipulados A aparelhagem deve poder suportar os ensaios de tensão aplicada de curta duração à frequência industrial e à onda de choque atmosférico para os valores especificados no quadro seguinte (incluindo o enrolamento terciário, quando existir e tiver todos os terminais acessíveis). Nota: o nível de isolamento dos enrolamentos terciários de estabilização (ver R 7 - CONS do presente documento) deve ser:										

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

	<div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div></div><div></div></div></div></div></div>
--	---

	<p>estabelecido no Anexo II e não deve ser inferior ao estabelecido no quadro 1.7 daquele regulamento.</p> <p>O fabricante deve determinar e indicar o fator de carga para o qual ocorre o PEI.</p> <p>As tolerâncias a aplicar devem respeitar o estabelecido no Anexo III do mesmo regulamento.</p> <p>Nota: <i>Sem prejuízo do cumprimento do estabelecido no Regulamento (UE) Nº 548/2014 alterado pelo Regulamento (UE) 1783/2019, a EDP Distribuição poderá vir a estabelecer critérios para a valorização das perdas dos transformadores.</i></p>																	
R 16 - CONS	<p>Ruído</p> <p>Os níveis de ruído admissíveis máximos para os transformadores são os constantes do quadro seguinte.</p> <table><tr><th rowspan="2">Potência estipulada (MVA)</th><th colspan="2">Nível de pressão sonora L_{pA}³⁾ [dB (A)]</th></tr><tr><th>ONAN</th><th>ONAF</th></tr><tr><td>10</td><td>61</td><td>67</td></tr><tr><td>20</td><td>65</td><td>67</td></tr><tr><td>31,5</td><td>65</td><td>68</td></tr><tr><td>40</td><td>65</td><td>68</td></tr></table>	Potência estipulada (MVA)	Nível de pressão sonora L _{pA} ³⁾ [dB (A)]		ONAN	ONAF	10	61	67	20	65	67	31,5	65	68	40	65	68
Potência estipulada (MVA)	Nível de pressão sonora L _{pA} ³⁾ [dB (A)]																	
	ONAN	ONAF																
10	61	67																
20	65	67																
31,5	65	68																
40	65	68																
R 17 - CONS	<p>Proteção contra a corrosão</p> <p>Todas as peças metálicas e respetivas soldaduras que sejam integrantes dos transformadores objeto desta especificação, devem ser protegidas eficazmente contra a corrosão.</p> <p>Assim, 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 C3⁴⁾ de acordo com a norma (NP EN ISO 12944-2).</p> <p>O fabricante deve fornecer o seu esquema de proteção e a forma como o aplica, devendo ainda indicar os métodos e critérios de controlo em fabricação para garantir a conformidade do produto com esta especificação.</p> <p>A comprovação do desempenho acima especificado deve ser feita com recurso a ensaios baseado nas normas aplicáveis ao tipo de tratamento anticorrosivo utilizado.</p>																	

3) As medições devem realizar-se de acordo com o estabelecido na norma EN 60076-10.

4) Se referido na encomenda, podem ser solicitados equipamentos para utilização em atmosferas de categoria de corrosividade C5-M de acordo com a mesma norma e para os quais se admite ao fim do mesmo tempo o mesmo grau de corrosão referido.

3.3 Componentes do transformador

3.3.1 Cuba

Requisito	Descrição
R 18 - CONS	Suportabilidade a pressões anormais A sobrepressão que devem suportar as cubas dos transformadores bem como os seus acessórios deve estar de acordo com o estabelecido na norma EN 60076-1. Devem ainda permitir o tratamento sob o vácuo total dos enrolamentos dos transformadores.
R 19 - CONS	Estrutura As cubas devem possuir um dispositivo de travamento que evite qualquer deslocamento da parte ativa durante as operações de manutenção e transporte do transformador.
R 20 - CONS	Dispositivos de movimentação Devem prever-se na parte inferior da cuba quatro placas de apoio para macacos hidráulicos permitindo a introdução de macacos, com uma altura mínima de 350 mm, estando o transformador sem rodas.
R 21 - CONS	Cubas As cubas devem possuir olhais de diâmetro mínimo 70 mm permitindo a ligação a aparelhos de tração nas quatro direções perpendiculares. Devem também possuir, em locais apropriados e junto ao plano da base, zonas da estrutura de tal forma dimensionadas que, com recurso a macacos ou outros dispositivos, permitam sem danos, empurrar o transformador em qualquer das quatro direções perpendiculares.
R 22 - CONS	Forma A forma do transformador deve ser tal que a água da chuva não se possa acumular nem penetrar neste por infiltração nas juntas da tampa ou noutro qualquer lugar. A tampa deve transbordar da tina para que a água da chuva não molhe a junta da tampa e proteja esta contra as radiações ultravioletas do sol. As dimensões máximas que os transformadores podem apresentar, incluindo todos os seus componentes, não devem exceder os seguintes valores: <ul style="list-style-type: none">• comprimento máximo = 5,8 m (2,9 m da linha média entre rodados).• largura máxima = 4 m (2 m da linha média entre rodados).• altura máxima = 5,2 m Outros valores propostos pelo fabricante, carecem de aceitação expressa por parte da EDP Distribuição. Em casos especiais, como sejam os transformadores para Subestações Móveis ou outros, a EDP Distribuição poderá solicitar transformadores com dimensões máximas menores.

R 23 - CONS	Olhais de suspensão Os transformadores devem dispor de olhais ou munhões de suspensão suficientemente dimensionados para permitir a elevação do transformador sem dano.
R 24 - CONS	Dispositivo de fixação de consolas - Características da fixação Soldadas nas faces maiores dos transformadores, devem existir 8 patilhas, 4 em cada face, destinadas eventualmente a receber a fixação de consolas com isoladores, descarregadores de sobretensões ou outra aparelhagem equivalente (carga máxima prevista para cada duas patilhas: 400 kg, afastada em planta 1 m do plano da furação).
R 25 - CONS	Dispositivo de fixação de consolas - Localização A localização destas patilhas em planta deve ser tal que a montagem das consolas se possa efetuar entre dois radiadores ou no topo destes.
R 26 - CONS	Dispositivo de fixação de consolas - Distância entre furos Cada patilha deve possuir dois furos de diâmetro 14 mm, distanciados na vertical de 100 mm entre eixos, as faces de apoio das consolas devem ser paralelas à face maior do transformador e deve existir entre a patilha e a cuba uma distância mínima de 60 mm, destinada à introdução do parafuso ou porca de fixação. A distância entre eixos de furos homólogos da patilha superior e da patilha inferior, tanto na vertical como na horizontal, deve ser de 1200 mm \pm 1 mm. A distância vertical entre o eixo do furo à cota mais elevada e o plano da tampa deve ser aproximadamente 400 mm (ver figura 2).

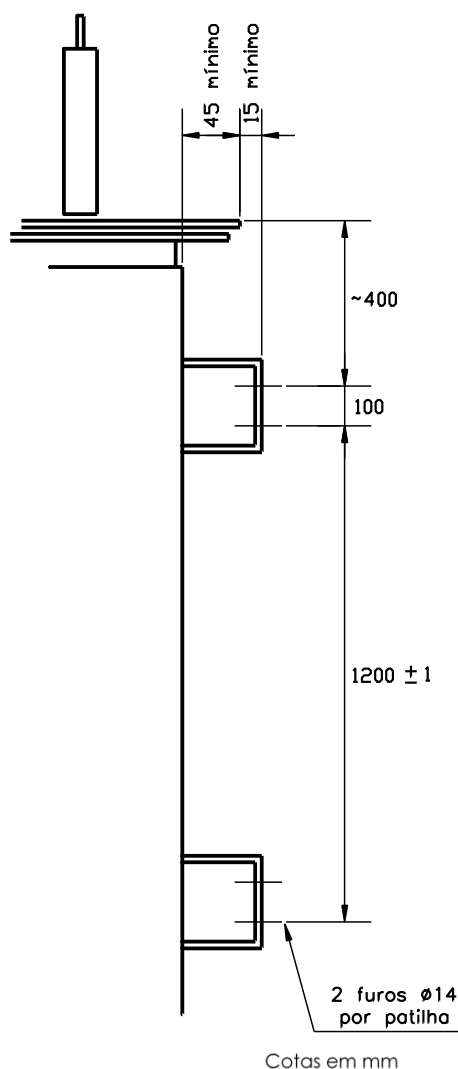


Figura 1 – Dispositivo de fixação de consolas

O fabricante deve procurar que o ponto médio entre furos na horizontal coincida tanto quanto possível com a travessia da fase V (condição informativa).

3.3.2 Núcleo e enrolamentos

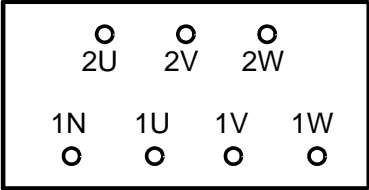
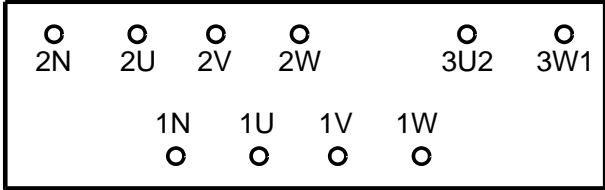
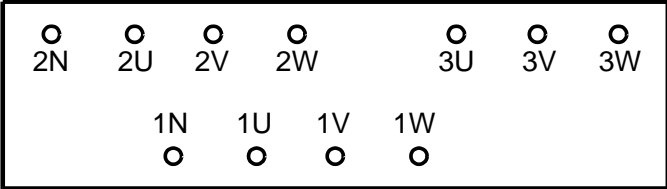
Requisito	Descrição
R 27 - CONS	<p>Núcleo</p> <p>O fabricante deve caracterizar a constituição do núcleo (configuração, material, nível de perdas e espessura da chapa, ...).</p>
R 28 - CONS	<p>Enrolamentos</p> <p>O fabricante deve caracterizar a constituição dos diferentes enrolamentos do transformador (material, secção, ...).</p>

3.3.3 Isoladores de travessia

Requisito	Descrição
R 29 - CONS	Isoladores de travessia – Linha de fuga Os isoladores de travessia devem estar de acordo com a norma EN 60137 e ter uma linha de fuga mínima para poluição forte de acordo com a IEC/TS 60815. Em certos casos poderão vir a ser solicitados nas encomendas transformadores com isoladores de travessia para poluição muito forte.
R 30 - CONS	Isoladores de travessia - Montagem Os isoladores de travessia devem ser montados na tampa de tal modo que as partes sob alta tensão não protegidas por isolamento (incluindo pontas das hastes de descarga, caso existam) distem do caminho de rolamento mais que 220 cm + 1 cm por quilovolt da tensão de serviço, com um mínimo de 250 cm medidos na vertical com o transformador na posição de montado, tanto sobre as rodas como fixado ao solo com o patim antissísmico.
R 31 - CONS	Isoladores de travessia - Substituição Os isoladores devem poder ser facilmente substituídos sem obrigar à descubagem do transformador.
R 32 - CONS	Isoladores de travessia - Rutura Os isoladores devem ser tais que a quebra de saias ou do seu corpo exterior não conduza ao esvaziamento do óleo do conservador.
R 33 - CONS	Isoladores de travessia – Tomada capacitiva Os isoladores de travessia de AT devem possuir uma tomada capacitiva.
R 34 - CONS	Isoladores de travessia – Rotação por aplicação de binário excessivo O aperto dos isoladores deve ser tal que estes não rodem quando se lhes aplique um binário 20% superior ao valor máximo permitido pelos terminais respetivos.

3.3.4 Terminais

Requisito	Descrição
R 35 - CONS	Compatibilidade de materiais Os terminais devem ser do tipo exterior e de material adequado à ligação direta de condutores de alumínio e cobre, sem necessidade de acessórios bimetalicos e sem necessidade de utilização de qualquer tipo de massas.

R 36 - CONS	<p>Número de terminais</p> <p>Devem ser quatro terminais para o primário, três ou quatro para o secundário e dois ou três para o terciário, conforme os casos.</p>
R 37 - CONS	<p>Marcações</p> <p>Os terminais do enrolamento primário devem ser marcados com as letras 1N, 1U, 1V e 1W, os do enrolamento secundário com as letras 2N, 2U, 2V e 2W e os do enrolamento terciário com as letras 3U, 3V e 3W.</p> <p>A disposição dos terminais é a assinalada na figura 1 seguinte e deve ser tal que o terminal 1V fique, na medida do possível, situado em planta entre as linhas dos rodados, a igual distância destas.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>2 enrolamentos principais</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2 enrolamentos principais + 1 enrolamento de estabilização</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>2 enrolamentos principais + 1 enrolamento de potência reduzida</p> </div> <p style="text-align: center;">Figura 2 – Marcações dos terminais</p>
R 38 - CONS	<p>Dispositivos anti-rotação</p> <p>Os terminais devem ser providos de dispositivos que impeçam a sua rotação.</p>
R 39 - CONS	<p>Binários de aperto</p> <p>O construtor deve indicar o binário máximo de aperto dos terminais.</p>
R 40 - CONS	<p>Capacidade</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 x In.</p>
R 41 - CONS	<p>Forma e dimensões</p> <p>Os terminais devem ser cilíndricos, não roscados, de dimensões indicadas nos 2 quadros seguintes e as saídas fazem-se por ligador de aperto apropriado.</p>

	Diâmetro dos terminais (mm)					Comprimento mínimo dos terminais (mm)				
	S [MVA]	U [kV]				S [MVA]	U [kV]			
		60	31,5	15,75	10,5		60	31,5	15,75	10,5
	10	30	30	30	30	10	80	80	80	80
	20	30	30	30	50	20	80	80	80	120
	31,5	30	30	50	50	31,5	80	80	120	120
	40	30	30	50	50	40	80	80	120	120

3.3.5 Isolantes

Requisito	Descrição
R 42 - CONS	<p>Óleo isolante</p> <p>O óleo isolante a incorporar nos transformadores é um óleo isolante de origem mineral cujas características devem estar de acordo com o DMA-C27-100.</p> <p>O óleo isolante deve ser fornecido e caracterizado pelo fabricante.</p> <p>O tipo/marca de óleo a incorporar nos transformadores, carece do acordo expresso da EDP Distribuição.</p>
R 43 - CONS	<p>Isolantes sólidos</p> <p>O fabricante deve caracterizar os isolantes sólidos utilizados na construção do transformador.</p>

3.3.6 Conservador

Requisito	Descrição
R 44 - CONS	<p>Generalidades</p> <p>Os transformadores devem possuir conservador de óleo assente sobre o transformador.</p> <p>O eixo do conservador deve ser perpendicular à linha de eixos dos isoladores de travessia, devendo ser colocado ao lado oposto dos terminais neutros (ver secção 0 do presente documento).</p>
R 45 - CONS	<p>Compartimentação</p> <p>O conservador deve ser constituído por dois compartimentos distintos. Um, o principal, ligado à cuba do transformador e o outro ligado ao compartimento do ruptor do comutador de tomadas em serviço.</p>

R 46 - CONS	<p>Comunicação com a atmosfera</p> <p>Os compartimentos do conservador devem unicamente comunicar com a atmosfera através dos respetivos exsicadores de ar respetivos.</p>
R 47 - CONS	<p>Conservador - Buchholz</p> <p>Intercalada na canalização que liga a cuba ao compartimento principal do conservador deve existir um dispositivo de proteção por deteção e de emissão de gás com dois flutuadores (Buchholz).</p> <p>Deve também estar equipado com um dispositivo de recolha de gases, localizado na face lateral do transformador a cerca de 1,5 metros de altura do solo.</p> <p>A escolha do tipo de dispositivo a empregar é feito pelo construtor do transformador, devendo este obedecer à norma EN 50216-2, de acordo com as condições de serviço indicadas na secção 3.1 deste documento.</p> <p>Qualquer que seja o tipo de dispositivo utilizado deve existir uma cablagem, transferindo os terminais dos contactos disponíveis para uma régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares.</p> <p>Entre este dispositivo e o respetivo compartimento do conservador deve ser intercalada uma válvula de isolamento.</p>
R 48 - CONS	<p>Conservador – Válvula de purga</p> <p>Cada compartimento deve ainda possuir uma válvula de purga e um dispositivo de enchimento de diâmetro mínimo 40 mm munido de flange obturável por tampa permitindo a estanquidade.</p>

3.3.7 Permutador de calor

Requisito	Descrição
R 49 - CONS	<p>Permutador de calor - Irradiadores</p> <p>Os irradiadores devem respeitar o estabelecido na norma EN 50216-6.</p> <p>Salvo indicação particular da encomenda, os permutadores de calor devem ser constituídos por tubos ou chapas estampadas agrupadas em irradiadores, desmontáveis, que se ligam à cuba em cima e em baixo, por flanges.</p> <p>Depois de montados, os irradiadores não podem ter a sua face superior a uma cota acima da cota da tampa da cuba.</p> <p>As ligações à cuba devem dispor de válvulas de isolamento solidárias com a cuba.</p> <p>Os irradiadores devem ser perfeitamente herméticos (ao ar, à água e ao óleo quente). Se não poderem suportar as mesmas pressões que a cuba, a aceitação deste condicionalismo ficará sujeita à declaração de um valor reputado razoável e dentro da qualidade de uso. Devem possuir um bujão de esvaziamento e um bujão de purga.</p> <p>No caso dos irradiadores não ocuparem todas as faces da cuba, devem ocupá-las pela seguinte</p>

	<p>ordem:</p> <ul style="list-style-type: none">• face do lado dos isoladores de AT;• face do lado dos isoladores de MT;• face oposta ao comutador de tomadas em serviço.
R 50 - CONS	<p>Permutador de calor - Ventiladores</p> <p>A fim de facilitar a evacuação do calor dos irradiadores devem ser montados ventiladores elétricos que devem obedecer às seguintes prescrições.</p> <p>Os ventiladores objeto desta especificação devem respeitar o estabelecido no REGULAMENTO (UE) nº 327/2011 DA COMISSÃO de 30 de Março de 2011 que dá execução à Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita aos requisitos de conceção ecológica de ventoinhas acionadas por motores com uma potência elétrica de entrada de 125 W a 500 kW e o REGULAMENTO (UE) Nº 2016/228 - Alterações do Regulamento (UE) nº 327/2011.</p> <p>Os ventiladores devem respeitar o estabelecido na norma EN 50216-12.</p> <p>O conjunto de motores ventiladores devem conduzir a que sejam satisfeitas as imposições prescritas no requisito R 16 - CONS do presente documento no que respeita ao ruído.</p> <p>As pás dos ventiladores devem estar de tal modo protegidas mecanicamente por invólucros protetores que fiquem confinados ao seu compartimento, os estragos originados por se soltar uma pá do ventilador com este a rodar à sua velocidade estipulada máxima. Não deve em qualquer caso haver projeções de partículas perigosas.</p> <p>Os motores de acionamento devem ser trifásicos 400 V, 50 Hz.</p> <p>O arranque dos ventiladores deve ser obtido a partir de uma ordem dada pela elevação da temperatura do óleo do transformador (termómetro de quadrante ou termóstato).</p> <p>No caso de a corrente de arranque do conjunto dos motores da ventilação ser superior a 150 A o arranque deve ser escalonado no tempo para que este valor não seja ultrapassado.</p> <p>Este valor não deve ser ultrapassado, mesmo quando da colocação em tensão de um transformador cuja temperatura corresponda ao último estágio da refrigeração em serviço ou após corte accidental e recolocação em serviço da alimentação dos motores.</p> <p>A potência absorvida pela totalidade do dispositivo de refrigeração deve ser a mais reduzida possível, devendo a otimização dos limites ONAN ser efetuada pelo construtor com base nos valores da capitalização fornecidos com a consulta.</p> <p>De qualquer modo não deve exceder os valores indicados no quadro seguinte, devendo o seu valor ser caracterizado pelo construtor.</p>

		Potência do transformador (MVA)	Potência absorvida pela refrigeração (kW)	
		10	2	
		20	2	
		31,5	3	
		40	3	
Todos os ventiladores devem ser etiquetados de acordo com o esquema e desenhos respetivos.				

3.3.8 Comutador de tomadas

3.3.8.1 Comutador de tomadas em serviço

Requisito	Descrição
R 51 - CONS	<p>Generalidades</p> <p>Os transformadores devem possuir um comutador de tomadas em serviço (OLTC) destinado a modificar a relação de transformação, colocado do lado dos terminais neutros (ver secção 0) e de tal forma que a sua desmontagem/descubagem não obrigue à desmontagem de outros componentes (exemplo: conservador).</p>
R 52 - CONS	<p>Tipo construtivo</p> <p>Estes comutadores de tomadas em serviço devem ser de construção compacta, com o ruptor e o seletor no mesmo compartimento e o pré-seletor montado lateralmente.</p> <p>Devem obedecer à norma EN 60214-1 e ser do tipo vácuo de acordo com a mesma norma.</p> <p>A acumulação de energia deve ser efetuada exclusivamente com recurso a molas do tipo compressão.</p> <p>O fabricante deve indicar a marca, tipo e características do comutador de tomadas.</p>
R 53 - CONS	<p>Válvula de sobrepressão</p> <p>A fim de evitar eventuais elevadas sobrepressões internas motivadas por avaria no comutador este deve vir equipado de fábrica com um dispositivo mecânico de abertura automática constituído por uma válvula de sobrepressão, de acordo com o estabelecido na norma EN 50216-5, montada diretamente ou por intermédio de flange, na sua tampa.</p> <p>Esta válvula deve estar munida de um contacto de fecho permitindo a telessinalização. O rearme deste contacto deve exigir uma atuação local.</p> <p>O contacto de fecho deve ter um grau de proteção IP66 e deve ser ativado diretamente pelo pino indicador, cuja reposição para a posição normal deve requerer atuação manual local.</p> <p>As molas devem ser de aço classe 1 de acordo com a norma DIN EN 15800.</p> <p>A válvula de segurança deve possuir um invólucro dentro do qual devem ficar alojados os contactos e as molas.</p> <p>A válvula de segurança e os seus componentes devem possuir uma adequada proteção contra</p>

	<p>a corrosão.</p> <p>Deve existir uma cablagem transferindo os terminais deste contacto para uma régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares.</p>
R 54 - CONS	<p>Relé de proteção de fluxo rápido</p> <p>Intercalado na canalização que liga o compartimento do ruptor do comutador de tomadas em serviço ao respetivo compartimento do conservador, deve ser instalado um relé de proteção, regulado de modo a não ter nenhuma atuação quando ocorrem sobrepressões normais provocadas pela comutação, mas que feche um contacto destinado a provocar o disparo dos disjuntores de proteção do transformador, se ocorrerem fluxos anormais e/ou sobrepressões que ultrapassem os valores normais.</p> <p>Este relé de proteção deve ser da escolha do fabricante do comutador de tomadas.</p> <p>Este relé de proteção deve possuir um dispositivo de teste e sinalização local e remota da sua atuação.</p> <p>O rearme desta proteção deve exigir uma atuação local.</p> <p>Entre este relé de proteção e o respetivo compartimento do conservador deve ser intercalada uma válvula de isolamento.</p>
R 55 - CONS	<p>Desempenho</p> <p>O número de manobras do ruptor (vida útil esperada) deve ser superior a 1.100.000, com intervalos de manutenção não inferiores a 250.000 manobras, sem limitação por tempo e a mudança dos contactos não deve ser necessária antes que ocorra um número de manobras não inferior a 500.000.</p>
R 56 - CONS	<p>Escalões de tensão</p> <p>O número de escalões de tensão selecionados pelo comutador de tomadas em serviço é de 23, igualmente repartidos para um e outro lado da tomada principal por degraus de 900 V ($U_n \pm 11 \times 1,5\%$).</p> <p>Esse comutador deve atuar no enrolamento primário.</p>
R 57 - CONS	<p>Capacidade das tomadas</p> <p>Todas as tomadas deste comutador em serviço devem ser tomadas de plena potência, ou seja, a potência da tomada deve ser igual à potência estipulada, não podendo o funcionamento do transformador e esta potência em qualquer das posições do comutador, provocar aquecimentos superiores aos limites fixados na secção 3.2 do presente documento.</p>

R 58 - CONS	Sobrecargas O comutador deve ser dimensionado de tal forma que, em serviço cíclico normal durante os períodos autorizados pela norma IEC 60076-7, possa suportar sem dano, sobrecargas de corrente da ordem de $1,5 \times I_n^{(5)}$. Deve ainda poder suportar sem dano os eventuais curto-circuitos.
R 59 - CONS	Funcionamento anormal O comutador deve ser concebido de tal forma que seja impossível a imobilização acidental numa posição que corresponda a ter as impedâncias de transição inseridas.
R 60 - CONS	Ensaio do comutador Os ensaios de tipo e de série a que devem ser sujeitos os comutadores de tomadas em serviço e respetivos mecanismos de motorização, são os que estão definidos nas secções 5 e 6 da norma EN 60214-1.
R 61 - CONS	Ensaio de conjunto Devem também ser realizados ensaios de série sobre o conjunto comutador e transformador nas condições de instalação.
R 62 - CONS	Separação das cubas Não devem ser possíveis trocas de óleo entre as cubas do ruptor e do transformador. A cuba do ruptor comunicará apenas com o ar livre através de conservador próprio e respetivo exsiccador.
R 63 - CONS	Indicador de posição O comutador deve possuir um dispositivo que permita a verificação da coincidência da sua posição real com a posição indicada no seu dispositivo de comando.
R 64 - CONS	Chapa de características do comutador O comutador deve possuir uma chapa de características de acordo com o estabelecido na norma EN 60214-1.

3.3.8.2 Comando do comutador de tomadas em serviço

Requisito	Descrição
R 65 - CONS	Comando do comutador de tomadas em serviço O comutador de tomadas deve poder ser comandado dos seguintes modos:

5) Para efeitos práticos, entende-se por sobrecarga ocasional:

- um funcionamento a 1,5 vezes a corrente estipulada durante 3% da sua vida útil, sem comutação;
- comutações na base de 3% do número destes funcionamentos efetuados a correntes iguais a 1,5 vezes a corrente estipulada do transformador.

	<p>— eletricamente à distância;</p> <p>— eletricamente no local;</p> <p>— manualmente.</p>
R 66 - CONS	<p>Tensões disponíveis</p> <p>O motor elétrico de acionamento do comutador de tomadas em serviço, as ordens de comutação, as sinalizações e os alarmes, devem utilizar a tensão contínua de 110V ± 20%.</p> <p><i>Nota: Em casos especiais a EDP Distribuição pode vir a solicitar equipamentos com outras tensões.</i></p>
R 67 - CONS	<p>Dispositivo de controlo passo a passo</p> <p>O comando do comutador de tomadas deve dispor de um dispositivo que só autorize a mudança de um escalão de tensão do comutador, mesmo que a ordem seja mantida para além do fim da manobra, seja repetida antes do fim da manobra ou haja emissão imediata ou simultânea de ordens de diferentes origens.</p> <p>Esta exigência aplica-se também no caso de defeitos à terra ou de rotura de um fio de comando.</p>
R 68 - CONS	<p>Ordens de comutação</p> <p>Para a passagem de um escalão de tensão do comutador ao seu vizinho apenas deve ser dada uma única ordem, mesmo que a sua execução conduza à passagem por várias tomadas.</p>
R 69 - CONS	<p>Indicadores de posição</p> <p>Os diferentes escalões de tensão, numerados de 1 a n, devem ter uma sequência tal que a um aumento neste número deve corresponder uma diminuição da relação de transformação e, portanto, a um aumento da tensão secundária.</p> <p>A indicação de posição deve poder-se obter simultaneamente por dois meios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mecanicamente, por dispositivo mecânico visível através de uma janela mesmo com o armário do mecanismo fechado; • eletricamente, por contactos repetidores de posição destinados à sinalização à distância. <p>Devem existir três sistemas independentes para transmissão da sinalização de posição.</p> <p>Dois destes sistemas devem possuir codificação BCD, devendo o outro possuir transmissão ponto a ponto com contactos livres de potencial.</p> <p>Em separado, deve também ser fornecido um descodificador BCD e um indicador digital de posição, para funcionarem com um dos sistemas BCD acima referidos.</p>
R 70 - CONS	<p>Indicador de comutação em curso</p> <p>Deve existir um contacto disponível que permita indicar à distância que o mecanismo de acionamento está a efetuar uma mudança de posição.</p> <p>Este contacto deve estar fechado durante este período.</p>

	Deve existir no armário de comando uma régua de terminais até onde deve ser feita a cablagem dos terminais deste contacto.
R 71 - CONS	<p>Dispositivos de fim de curso</p> <p>Todos os mecanismos de acionamento por motor devem ser munidos de dispositivos de fim de curso mecânicos e elétricos interditando o comando mecânico e elétrico para além das posições extremas.</p> <p>Independentes dos interruptores de fim de curso mencionados, devem existir dois contactos, que fechem em cada uma das posições extremas do comutador de tomadas, destinados a acionar uma sinalização.</p> <p>Deve existir no armário de comando uma régua de terminais até onde deve ser feita a cablagem dos terminais destes contactos.</p>
R 72 - CONS	<p>Dispositivo de proteção de sobreintensidade</p> <p>Devem ser instalados disjuntores de proteção contra sobreintensidades (curto-circuitos e sobrecargas) para o motor de acionamento e para a resistência de aquecimento do armário.</p> <p>A abertura automática dos disjuntores deve provocar o fecho de um contacto auxiliar.</p> <p>Deve existir uma cablagem transferindo os terminais deste contacto para a régua de terminais existentes neste armário.</p>
R 73 - CONS	<p>Contador de manobras</p> <p>Deve ser instalado um contador de manobras com um mínimo de 5 algarismos, visível do exterior mesmo com o armário fechado.</p>
R 74 - CONS	<p>Funcionamento manual do mecanismo de acionamento</p> <p>O comutador de tomadas em serviço deve poder ser acionado ao nível do solo por uma manivela amovível.</p> <p>Antes de se realizar o acoplamento efetivo da manivela ao eixo de acionamento deve haver a atuação automática de um mecanismo que coloque fora de serviço o motor de acionamento.</p> <p>Na proximidade do ponto de introdução da manivela deve haver uma indicação do sentido de rotação bem como do número de voltas desta, necessárias para efetuar uma operação completa de mudança de tomadas.</p>
R 75 - CONS	<p>Armário de comando do comutador de tomadas – Grau de proteção IP</p> <p>O armário do mecanismo de acionamento deve possuir o grau de proteção mínimo IP 44.</p>
R 76 - CONS	<p>Armário de comando do comutador de tomadas - Instalação</p> <p>O armário deve ser montado na face maior do transformador do lado dos terminais neutros de modo a ficar junto do armário de agrupamento dos auxiliares e a uma altura tal que permita ao operador manobrar a manivela a partir do solo sem outros meios especiais.</p>

R 77 - CONS	<p>Armário de comando do comutador de tomadas – Resistência de aquecimento</p> <p>O armário deve possuir uma resistência de aquecimento alimentada a uma tensão de 230V alternada, destinada a impedir a condensação de humidades no seu interior, mas não conduzindo, mesmo no Verão, a temperaturas exageradas dentro do compartimento. Esta resistência deve ser colocada de preferência na proximidade do orifício inferior de ventilação do armário de tal modo que não crie nenhum aquecimento local exagerado suscetível de deteriorar órgãos vizinhos.</p>
R 78 - CONS	<p>Armário de comando do comutador de tomadas – Iluminação do armário</p> <p>O armário deve possuir uma iluminação alimentada a uma tensão de 230V alternada, acionada por interruptor de porta.</p>
R 79 - CONS	<p>Réguas de terminais</p> <p>Os pontos de ligação da régua de terminais devem ser de aperto por mola, de secção adequada aos condutores que neles ligam e com entradas simples e saídas duplas.</p>
R 80 - CONS	<p>Chapa de características do armário do comutador de tomadas</p> <p>No armário do mecanismo de acionamento deve existir uma chapa de características indicando:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) número e ano da norma a que o comutador de tomadas satisfaz; b) nome do fabricante; c) número de série e designação do tipo; d) ano de fabrico; e) tensão estipulada e frequência estipulada do motor elétrico; f) tensão estipulada e frequência estipulada do equipamento de controlo e comando; g) número de posições de regulação.

3.3.8.3 Comutador de tomadas fora de serviço

Requisito	Descrição
R 81 - CONS	<p>Generalidades</p> <p>Os transformadores de tensões estipuladas referidas na alínea f) do requisito R 11 - CONS do presente documento devem possuir um comutador de tomadas (DETC), destinado a fazer uma comutação série-paralelo dos enrolamentos secundários, com o transformador desenergizado.</p>
R 82 - CONS	<p>Funcionalidade</p> <p>Este comutador deve ser facilmente manobrável do exterior com o transformador sem tensão e deve estar concebido de modo a impedir qualquer erro ou confusão da tensão selecionada.</p>

R 83 - CONS	Sistema de comando 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.
R 84 - CONS	Capacidade Em qualquer das posições deste comutador, o transformador deve poder debitar a sua potência estipulada.
R 85 - CONS	Regulação à saída de fábrica O transformador deve ser entregue com o comutador na posição correspondente à tensão secundária estipulada de 15,75 kV.

3.3.9 Acessórios

3.3.9.1 Rodas e fixação dos transformadores ao solo

Requisito	Descrição
R 86 - CONS	Rodas e fixação dos transformadores ao solo Os transformadores devem possuir rodas orientáveis em duas posições perpendiculares, correspondentes aos dois eixos do transformador.
R 87 - CONS	Rodas e fixação dos transformadores ao solo As rodas podem ser com ou sem verdugo, conforme o especificado na encomenda. Quando com verdugo, devem possuir a bitola de 1435 mm em qualquer das direções (distância entre bordos interiores dos carris). Quando sem verdugo e fixadas na mesma furação das com verdugo devem possuir uma distância entre eixos compreendida entre os limites 1500 mm e 1515 mm. Estes aspetos devem ser clarificados na fase de avaliação de cada projeto.
R 88 - CONS	Rodas e fixação dos transformadores ao solo Devem ser fornecidos patins antissísmicos para fixação dos transformadores ao maciço de betão por meio de parafusos e buchas apropriados. Estes dispositivos e a forma de os fixar devem estar previstos para uma suportabilidade sísmica conforme o especificado em “Condições de serviço”, neste documento. Os parafusos e as buchas e o material para a respetiva fixação fazem parte do fornecimento. Os patins antissísmicos devem estar munidos de sistema que iniba que as vibrações normais do transformador se transmitam ao maciço (ruído conduzido). Para aprovação prévia deste patim, o construtor deve fornecer os cálculos, os desenhos e a

	<p>respetiva furação para interface entre o transformador e o maciço de betão da instalação.</p> <p>O seu desempenho deve ser comprovado tendo em conta o definido em “Condições de serviço” nesta especificação.</p> <p>A aplicação dos patins antissísmicos deve ser feita nos mesmos pontos onde são montadas as rodas devendo permitir a fixação dos transformadores tanto transversal como longitudinalmente ao carril.</p> <p>Deve ser tida em conta a ligeira saliência que a instalação do carril possui, quando embutido no betão.</p> <p>A aplicação dos patins antissísmicos deve ser tal que a altura dos transformadores não sofra alteração relativamente à que teria se fosse instalado com rodas.</p> <p>Em casos especiais, a EDP Distribuição poderá solicitar alterações à forma como se insere a fixação do transformador ao solo.</p>
--	--

3.3.9.2 Hastes de descarga

Requisito	Descrição
R 89 - CONS	<p>Hastes de descarga</p> <p>Estes acessórios apenas devem ser fornecidos se expressamente indicado nas encomendas.</p> <p>Quando pedido, as travessias de linha devem possuir hastes de descarga, dispostas de tal modo que aquelas não fiquem expostas ao arco resultante de eventuais escorvamentos entre as hastes.</p> <p>As hastes, caso existam, devem ser colocadas no mesmo plano vertical e devem poder ser facilmente removidas. A distância entre hastes deve vir regulada supondo que o transformador virá a ser aplicado sem descarregadores de sobretensões (DST).</p> <p>Deve haver a possibilidade de regulação da distância entre pontas de $\pm 15\%$.</p>

3.3.9.3 Dispositivos de ligação à máquina de tratamento de óleo

Requisito	Descrição
R 90 - CONS	<p>Dispositivos de amostragem e de ligação à máquina de tratamento de óleo</p> <p>Devem existir duas válvulas de diâmetro DN 80 munidas de flange, dispostas ao nível inferior da cuba e ligadas respetivamente à parte superior e inferior desta, destinadas a ser ligadas à máquina de tratamento de óleo.</p> <p>Devem também existir duas válvulas de diâmetro DN15, munidas de flange, dispostas ao nível inferior da cuba e ligadas respetivamente à parte inferior desta (a 10 cm do fundo) e à parte superior (a 10 cm da tampa e pelo interior da cuba), destinadas à amostragem do óleo.</p> <p>Todas as flanges devem ser obturadas por tampa, devendo o conjunto ser perfeitamente estanque e resistente ao óleo.</p> <p>A válvula ligada à parte inferior deve permitir efetuar o vazamento da quase totalidade do óleo</p>

	<p>de enchimento.</p> <p>Todas as válvulas existentes no transformador devem ser etiquetadas de acordo com a sua função e referência no desenho respetivo.</p>
--	--

3.3.9.4 Sistema de linha de vida. Proteção anti queda.

Requisito	Descrição
R 91 - CONS	<p>Sistema de linha de vida. Proteção anti queda.</p> <p>Para fixação dos pilares do sistema de linha de vida, os transformadores objeto desta especificação devem possuir, soldados na tampa da cuba, dois suportes de fixação cilíndricos, com altura de 150 mm, diâmetro interior de 71,3 mm e diâmetro exterior mínimo de 88,9 mm.</p> <p>Num plano a 105 mm da base de cada suporte cilíndrico, devem existir 4 furos de 12 mm de diâmetro cujos centros estão organizados dois a dois segundo dois eixos perpendiculares localizados nesse plano. Estes furos destinam-se à colocação de cavilhas de travamento dos pilares do sistema de linha de vida.</p> <p>Estes suportes devem ser colocados o mais próximo possível da linha média longitudinal do transformador e das suas extremidades, sem que, no entanto, colidam com quaisquer acessórios.</p> <p>Os suportes de fixação devem ser montados de tal forma que não possibilitem a acumulação de água no seu interior.</p> <p>Estes dispositivos devem ser sujeitos a aprovação prévia por parte da EDP Distribuição.</p>

3.3.9.5 Dispositivo de proteção contra sobrepressões

Requisito	Descrição
R 92 - CONS	<p>Dispositivo de proteção contra sobrepressões</p> <p>A fim de evitar que eventuais elevadas sobrepressões internas motivadas por avaria no transformador possam deteriorar a cuba, esta deve vir equipada com um dispositivo mecânico de abertura automática constituído por uma válvula de sobrepressão, de acordo com o estabelecido na norma EN 50216-5.</p> <p>Esta válvula deve estar munida de um contacto de fecho permitindo a telessinalização. O rearme deste contacto deve exigir uma atuação local.</p> <p>O contacto de fecho deve ter um grau de proteção IP66 e deve ser ativado diretamente pelo pino indicador, cuja reposição para a posição normal deve requerer atuação manual local.</p> <p>As molas devem ser de aço classe 1 de acordo com a norma DIN EN15800.</p> <p>A válvula de segurança deve possuir um invólucro dentro do qual devem ficar alojados os contactos e as molas.</p>

	<p>A válvula de segurança e os seus componentes devem possuir uma adequada proteção contra a corrosão.</p> <p>Deve existir uma cablagem transferindo os terminais deste contacto para uma régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares.</p> <p>Esta válvula deve possuir um dispositivo associado a uma tubagem que conduza o óleo para a fossa de retenção e até próximo dela, no caso da ocorrência de uma operação da mesma, evitando o derrame sobre a cuba e respetiva tampa.</p>
--	---

3.3.9.6 Transformadores de corrente de travessia

Requisito	Descrição
R 93 - CONS	<p>Transformadores de corrente de travessia – imagem térmica</p> <p>Nos isoladores de travessia 1V (ver secção 0 do presente documento) deve existir um transformador de corrente (TC) facilmente acessível, sem obrigar a descubagem do transformador, relação de transformação e classe de exatidão à escolha do construtor e destinado a alimentar a imagem térmica.</p>
R 94 - CONS	<p>Transformadores de corrente de travessia – funções de proteção</p> <p>Os transformadores devem possuir três transformadores de corrente In/1A 15 VA classe 5P20, a instalar nas travessias 1U, 1V e 1W, destinados a ser adquiridos pelo sistema de proteção comando e controlo (SPCC) da instalação.</p>
R 95 - CONS	<p>Transformadores de corrente de travessia – caixas de terminais</p> <p>Junto a cada travessia equipada com transformadores de corrente deve haver uma caixa de terminais com os respetivos terminais.</p> <p>Deve existir uma cablagem de secção mínima 6 mm² transferindo os terminais destas caixas para uma régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares (ver secção 0).</p>

3.3.9.7 Imagem térmica

Requisito	Descrição
R 96 - CONS	<p>Imagem térmica</p> <p>A fim de obter uma informação tanto quanto possível correta da evolução da temperatura no ponto mais quente dos transformadores, estes devem vir equipados com um dispositivo de imagem térmica.</p> <p>O dispositivo indicador da imagem térmica deve ser montado a cerca de 1,5 m do solo, deve ser visível sem obrigar à abertura de portas e deve conter um indicador instantâneo e um indicador de máxima.</p>

	<p>O vidro do visor deve ser laminado com filtro para raios UV, não devendo no seu interior ocorrer condensações.</p> <p>A sonda térmica do dispositivo deve ser colocada na parte superior do transformador, numa bolsa com a profundidade imersa mínima de 180 mm e roscado interior <i>Pipe Thread</i> ISO 228-G1.</p> <p>A imagem da corrente do transformador é obtida a partir do transformador de travessia referido na secção 3.3.9.6 do presente documento.</p> <p>O dispositivo deve dispor de contactos independentes, reguláveis, permitindo executar as seguintes funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> • contacto destinado ao acionamento de um alarme (normalmente aberto); • contacto destinado ao acionamento de um disparo (normalmente aberto); • contacto destinado a autorizar a transferência de cargas (normalmente fechado). <p>Todos os terminais destes contactos devem ser cablados até uma régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares.</p>
--	---

3.3.9.8 Termómetro de quadrante

Requisito	Descrição
R 97 - CONS	<p>Termómetro de quadrante</p> <p>Os transformadores devem possuir um termómetro que meça a temperatura do óleo na sua parte superior.</p> <p>O dispositivo indicador deve ser montado a cerca de 1,5 m do solo, deve ser visível sem obrigar à abertura de portas e deve conter um indicador instantâneo e um indicador de máxima.</p> <p>O vidro do visor deve ser laminado com filtro para raios UV, não devendo no seu interior ocorrer condensações.</p> <p>A sonda térmica do dispositivo deve ser colocada na parte superior do transformador, numa bolsa com a profundidade imersa mínima de 180 mm e roscado interior <i>Pipe Thread</i> ISO 228-G1.</p> <p>O transformador deve ser dotado de uma outra bolsa igual à acima referida, para utilização em outros sistemas de monitorização.</p> <p>O dispositivo deve dispor de contactos independentes, reguláveis destinados a executar as seguintes funções:</p> <ul style="list-style-type: none"> • contacto destinado à colocação em serviço da ventilação do transformador; • contacto destinado à colocação fora de serviço da ventilação do transformador; • contacto destinado ao acionamento de um alarme (normalmente aberto); • contacto destinado ao acionamento de um disparo (normalmente aberto). <p>Os contactos destinados à colocação em serviço ou fora de serviço da ventilação podem ser</p>

	<p>substituídos por um termóstato regulável.</p> <p>Todos os terminais destes contactos devem ser cablados até uma régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares.</p>						
R 98 - CONS	<p>Monitorização remota da temperatura do óleo superior</p> <p>O transformador deve ser equipado com dispositivo de monitorização de temperatura do óleo superior, com as características seguintes:</p> <table border="1"> <tr> <td>Alimentação</td><td>110 V_{CC}</td></tr> <tr> <td>Saída analógica</td><td>0-5mA e 4-20mA (configurável)</td></tr> <tr> <td>Precisão</td><td>± 3°C</td></tr> </table> <p>Deve ser disponibilizada informação suficiente para parametrização do Sistema Proteção Comando e Controlo (SPCC) da instalação.</p> <p>A medida da sonda de temperatura deve ser disponibilizada em régua de terminais no armário de serviços auxiliares do transformador.</p>	Alimentação	110 V _{CC}	Saída analógica	0-5mA e 4-20mA (configurável)	Precisão	± 3°C
Alimentação	110 V _{CC}						
Saída analógica	0-5mA e 4-20mA (configurável)						
Precisão	± 3°C						

3.3.9.9 Indicadores do nível do óleo

Requisito	Descrição
R 99 - CONS	<p>Indicadores de nível do óleo</p> <p>O conservador deve ser equipado com dois indicadores de nível de óleo, um para cada compartimento, de tal modo dimensionados que a verificação do nível possa ser facilmente efetuada visualmente a partir do solo.</p> <p>Os indicadores de nível devem estar de acordo com o estabelecido na norma EN 50216-5.</p> <p>O vidro do visor deve ser laminado com filtro para raios UV, não devendo no seu interior ocorrer condensações.</p> <p>No caso de existirem contactos de alarme incorporados no nível de óleo, os terminais destes contactos devem ser cablados até uma régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares.</p> <p>Os indicadores devem possuir uma marca assinalando o nível à temperatura de 20 °C e devem assegurar ao longo do tempo as características de visibilidade do indicador para temperaturas de óleo entre -15 °C e +60 °C e simultaneamente resistir á intempérie e á radiação ultravioleta do sol.</p>

3.3.9.10 Exsicador de ar

Requisito	Descrição
R 100 - CONS	<p>Exsicadores de ar</p> <p>Cada compartimento do conservador deve possuir o seu próprio exsicador.</p> <p>Os transformadores de potência devem possuir exsicadores de ar autorregenerativos, por</p>

	<p>secagem ativa, evitando a substituição do elemento desidratador do ar (sílica ou produto com função similar), pelo período de pelo menos 5 anos.</p> <p>O controlo da humidade deve ser feito automaticamente, devendo ser disponibilizadas saídas analógicas (4-20 mA) com a informação da humidade e temperatura.</p> <p>Em caso de saturação do elemento desidratador ou outra anomalia no funcionamento dos exsicadores, deve ser gerado um alarme, com possibilidade de transmissão à distância.</p> <p>Todos estes sinais devem estar disponíveis numa régua de terminais no armário dos auxiliares do transformador.</p> <p>A alimentação elétrica dos exsicadores deve ser proveniente do armário de serviços auxiliares do transformador e ser independente da alimentação de quaisquer outros acessórios.</p> <p>Os exsicadores de ar devem respeitar o estabelecido na norma IEC 60076-22-7.</p> <p>O equipamento não deve conter partes moveis (ventiladores, válvulas solenoides, etc) e em caso algum o fluxo de ar poderá ser obstruído.</p> <p>O elemento desidratador dos exsicadores de ar deve ser sílica-gel, isenta de sais de cobalto ou qualquer outro produto tóxico.</p> <p>Os materiais constituintes dos exsicadores de ar devem resistir à intempérie e à radiação ultravioleta do sol, devendo ser evitadas peças plásticas ou de outros materiais que ponham em causa o tempo de vida do equipamento.</p> <p>O desidratador apenas deve contactar com metal e vidro.</p> <p>Os exsicadores devem ser montados a cerca de 1,5 m do solo.</p> <p>O sistema deve possibilitar que manualmente se possa realizar um teste de autodiagnóstico à sua operação.</p> <p>Este equipamento deve ser sujeito à apreciação prévia por parte da EDP Distribuição.</p>
--	---

3.4 Ligações à terra

Requisito	Descrição
R 101 - CONS	<p>Terminais de terra da cuba</p> <p>Sensivelmente a meio da parte inferior de cada uma das faces menores da cuba, deve existir um terminal tipo B4 conforme EN 60076-22-7, em aço inox soldado ao transformador, com dimensões mínimas 60x60x10 mm, com um furo Ø14 mm, destinado a assegurar a ligação à terra do transformador.</p> <p>Devem existir “shunts” em trança de cobre entre a tampa e a cuba para assegurar a necessária continuidade elétrica.</p>
R 102 - CONS	<p>Ligação à terra do núcleo</p> <p>Para possibilitar a verificação da ligação do núcleo à terra, esta ligação deve ser efetuada por meio de um terminal acessível, inserido em caixa própria com IP 65 mínimo e localizada na tampa do transformador.</p>



3.5 Circuitos auxiliares

Requisito	Descrição
R 103 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Generalidades</p> <p>Todos os equipamentos constituintes do transformador devem estar devidamente referenciados nos esquemas de ligação e no próprio equipamento.</p> <p>A eletrificação dos circuitos auxiliares deve respeitar o especificado nos documentos DRE-C13-510, DRE-C13-512, DMA-C33-201 e D00-C13-500.</p> <p>Os pontos de ligação da régua de terminais devem ser de aperto por mola, de secção adequada aos condutores que neles ligam e com entradas simples e saídas duplas.</p> <p>Os transformadores devem ser entregues com todo o material necessário ao instalador para realizar a alimentação dos auxiliares a partir das seguintes tensões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • sinalizações e alarmes: tensão contínua $U_c = 110\text{ V} \pm 20\%$; • outros: tensão alternada trifásica com neutro $U_a = 230/400\text{ V} + 10\% - 15\%$; $f = 50\text{ Hz}$. <p>O fabricante pode prever a repartição do material elétrico por vários armários. Contudo, todos os circuitos externos a ligar pela EDP Distribuição devem partir dos seguintes pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Dos terminais referidos na anterior secção 3.4: <ul style="list-style-type: none"> — ligação à terra do transformador. — Da régua de terminais existente no armário de comando do comutador de tomadas em serviço: <ul style="list-style-type: none"> — ordens de mudança de escalões do comutador de tomadas em serviço; — indicadores de posição de comutador de tomadas em serviço; — indicador de “comutação em curso” do comutador de tomadas em serviço; — indicadores de “fim de curso” do comutador de tomadas em serviço; — indicadores de atuação das proteções de sobreintensidade do motor de acionamento do comutador de tomadas em serviço. — Da régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares <ul style="list-style-type: none"> — todas as restantes indicações e alimentações, não especificadas nos pontos anteriores. <p>Os terminais da régua de terminais existente no armário de agrupamento dos auxiliares devem ser devidamente referenciados; deve existir uma secção onde são ligados todos os circuitos que necessitam de funcionar com o transformador em armazém (resistências de aquecimento dos vários armários, incluindo o do comutador de tomadas em serviço por exemplo).</p>
R 104 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Localização</p> <p>O armário de agrupamento dos circuitos auxiliares deve localizar-se na face maior dos transformadores, sensivelmente à altura de homem, do lado dos terminais N.</p> <p>Nota: Na encomenda poderá ser definida outra localização.</p>

R 105 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Cablagens</p> <p>Toda a cablagem entre as duas réguas de terminais referidas no requisito R 103 - CONS e a restante aparelhagem deve ser efetuada na fábrica pelo construtor, não sendo permitidas mais que uma ligação por ponto de aperto dos terminais (ver DRE-C13-510).</p> <p>No caso em que por motivo de transporte alguma aparelhagem tiver que ser desmontada, a cablagem deve permanecer amarrada ao transformador, apenas com os terminais, convenientemente referenciados, desligados.</p> <p>Nenhum condutor deve ter secção inferior a 1,5 mm².</p> <p>Os circuitos de alimentação dos motores são dimensionados pelo fabricante em função da utilização e têm como secção mínima 2,5 mm².</p> <p>A entrada dos cabos nos diferentes armários deve ser efetuada pela parte inferior e deve ser de tal modo colocada que a substituição dum cabo se possa fazer sem desmontar a cablagem interna do armário.</p> <p>O armário deve possuir, na parte inferior, um fundo amovível, destinado a receber a cablagem que a EDP Distribuição vier a ter que ligar.</p> <p>Devem ser colocados nas portas ou tampas, pelo lado interior e em bolsas próprias, os esquemas dos respetivos armários.</p>
R 106 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Grau de proteção dos armários</p> <p>O grau de proteção mínimo dos armários, quadros e caixas de terminais deve ser IP 44.</p> <p>Os eventuais orifícios de ventilação devem impedir quer a entrada quer o alojamento de insetos.</p>
R 107 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Iluminação do armário</p> <p>O armário de reagrupamento dos circuitos auxiliares deve possuir uma iluminação alimentada a 230 V alternados, acionada por comutador de porta.</p> <p>Os circuitos de iluminação devem ser independentes dos circuitos de potência.</p>
R 108 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Aquecimento dos quadros e armários</p> <p>Todos os armários devem possuir uma resistência de aquecimento alimentada a 230 V alternados, destinada a impedir a condensação de humidades no seu interior, mas não conduzindo, mesmo no verão, a temperaturas exageradas dentro dos compartimentos. Esta resistência deve ser colocada de preferência na proximidade do orifício inferior de ventilação do armário de tal modo que não crie nenhum aquecimento local exagerado suscetível de deteriorar órgãos vizinhos.</p> <p>Os circuitos de aquecimento devem ser independentes dos circuitos de potência, podendo, no entanto, ser comuns aos circuitos de iluminação referidos no requisito R 107 - CONS.</p>

R 109 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Colocação em serviço da refrigeração</p> <p>A colocação em serviço da refrigeração deve poder ser efetuada normalmente por intermédio de um comutador “manual/automático” devendo a posição manual sobrepor prioritariamente a ordem a ligar, acionando todos os escalões incluindo os termostáticos.</p>
R 110 - CONS	<p>Circuitos auxiliares - Proteção contra sobreintensidades (curto-circuitos e sobrecargas)</p> <p>Cada motor deve ser protegido individualmente, com disjuntores, contra as sobreintensidades resultantes de um funcionamento defeituoso.</p> <p>A atuação destes dispositivos deve provocar o fecho de um contacto auxiliar.</p> <p>Estas indicações de atuação devem ser agrupadas em duas categorias, uma correspondente à atuação da proteção do motor do comando do comutador de tomadas em serviço, que será cablada até à régua de terminais existente no armário de comando do comutador de tomadas em serviço, a outra, correspondente à atuação das proteções dos motores da ventilação, deve ser cablada até à régua de terminais do armário de agrupamento dos auxiliares.</p>

3.6 Marcações

Requisito	Descrição
R 111 - MEC	<p>Marcação do número de série</p> <p>O número de série deve ser indicado na tina, na tampa e, se possível no núcleo, e no conjunto dos enrolamentos.</p>
R 112 - MEC	<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 50629, o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) tipo de transformador; b) referência à especificação DMA-C52-140 (edição em vigor) c) impedância de curto-circuito à potência estipulada nas tomadas extremas e na tomada média (valores medidos) com indicação do par de enrolamentos ao qual a impedância se refere. <p>Nos transformadores com enrolamento terciário, indicação da impedância de curto-circuito à potência de referência;</p> <ul style="list-style-type: none"> d) Marcação de conformidade CE, conforme DIRECTIVA 2009/125/CE e) nível de ruído garantido em ONAN e ONAF. f) código de fabricante para o transformador (deve coincidir com o código de fabricante constante do processo de qualificação <p>Na mesma chapa ou numa outra separada fixada no armário de reagrupamento dos auxiliares,</p>

	<p>junto aos terminais ou na tampa, deve constar o seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> — relação de transformação, potência, classe de exatidão e designação dos terminais dos transformadores de corrente de travessia. <p>Nota: Em substituição da norma EN 50629, passar a considerar a norma EN 50708-3-1, logo que a mesma seja publicada.</p>
R 113 - LOG	<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 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 AT/MT”.</p>

4 TOLERÂNCIAS

Requisito	Descrição
R 114 - PROC	<p>Tolerâncias</p> <p>As tolerâncias a considerar nesta especificação devem estar de acordo com o estabelecido no Regulamento (UE) Nº548/2014 e Regulamento (UE) 1783/2019.</p> <p>Sem prejuízo do parágrafo anterior, para o caso das perdas em vazio e em carga garantidas e para a impedância de curto-circuito, as tolerâncias a aplicar devem estar de acordo com o estabelecido na norma EN 60076-1.</p> <p>No caso do ruído, o valor indicado nesta especificação deve ser tomado como valor máximo.</p> <p>Quando o afastamento for superior às tolerâncias indicadas, considera-se que o transformador não está conforme com a especificação e a EDP Distribuição reserva-se o direito de não o aceitar.</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 construtor deve também ensaiar as matérias-primas e componentes que utilizar no fabrico dos transformadores.

Os ensaios a realizar sobre os transformadores objeto desta especificação devem respeitar o estabelecido nas normas EN 60076 e EN 60214.

Nos relatórios de ensaios deve também constar a eficiência do transformador, calculada a partir dos valores encontrados nos ensaios.

Os transformadores devem ser submetidos a ensaios nas modalidades referidas na secção 5.2 seguinte.

Todos os elementos constitutivos e acessórios suscetíveis de influenciar o funcionamento do transformador durante o ensaio deverão 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 relativo ao ensaio em causa disponha de maneira diferente.

5.2 Tipos de ensaios dos transformadores

5.2.1 Ensaios de qualificação

Os ensaios de qualificação são os ensaios realizados com vista a verificar se as prescrições do presente documento são satisfeitas.

Os ensaios de qualificação podem ser dos tipos seguintes:

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

5.2.1.1 Ensaios de série

Os ensaios de série, a realizar de acordo com o estabelecido na norma EN 60076-1 sobre todos os transformadores, são os a seguir indicados.

Os respetivos relatórios devem ser disponibilizados à EDP Distribuição.

Ensaio	Descrição
E 1 - SERIE	Medição da resistência dos enrolamentos (EN 60076-1)
E 2 - SERIE	Medição da relação de transformação e verificação do símbolo de ligações (EN 60076-1)
E 3 - SERIE	<p>Medição da impedância de curto-circuito e das perdas devido à carga nas tomadas principal e extremas (EN 60076-1)</p> <p><i>Nota: No relatório de ensaios devem ser registados, para além dos valores da impedância de curto-circuito e das perdas em carga, também a corrente de ensaio e a temperatura a que foram realizados.</i></p> <p>Para o caso de transformadores com enrolamento terciário de estabilização, em que não exista a possibilidade de efetuar os ensaios que incluam este enrolamento, admite-se que os valores correspondentes aos que seriam obtidos por ensaio, sejam declarados a partir do cálculo.</p>
E 4 - SERIE	<p>Medição das perdas e da corrente em vazio (EN 60076-1)</p> <p><i>Nota: No relatório de ensaios devem ser registados, para além dos valores das perdas em vazio, também as correntes e tensões de ensaio.</i></p>

E 5 - SERIE	Ensaio dielétricos individuais (EN 60076-3) A EDP Distribuição tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% da tensão de ensaio especificada de todos os transformadores.
E 6 - SERIE	Ensaio ao regulador de tomadas (EN 60076-1) Para além destes ensaios devem também ser fornecidos os relatórios de ensaios de série dos comutadores de tomadas e respetivo comando (EN 60214-1).
E 7 - SERIE	Ensaio de estanquidade (EN 60076-1)
E 8 - SERIE	Verificação da relação de transformação e polaridades dos transformadores de corrente (EN 60076-1)
E 9 - SERIE	Ensaio do revestimento protetor <i>Nota: para este ensaio devem ser tidas em conta as especificações do fabricante e o respetivo procedimento de controlo, com vista a garantir o desempenho especificado na secção 3.2).</i>
E 10 - SERIE	Cálculo do Índice de Eficiência de Pico (PEI) <i>Nota: este cálculo deve ser efetuado de acordo com o estabelecido na secção 3.2 e deve ser indicado preferencialmente no relatório de ensaios.</i>
E 11 - SERIE	Controlo dimensional do transformador relativamente aos planos fornecidos e aos limites especificados.
E 12 - SERIE	Controlo das proteções próprias do transformador.
E 13 - SERIE	Controlo da potência dos ventiladores

5.2.1.2 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo são ensaios efetuados sobre um transformador representativo de outros transformadores com vista a mostrar que todos eles satisfazem as 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, a mesma altitude estipulada de funcionamento e o mesmo sistema de fabrico.

Requisito	Descrição
E 14 - TIPO	Ensaio de aquecimento (EN 60076-2) – ONAN e ONAF
E 15 - TIPO	Ensaio dielétricos de tipo (EN 60076-3) <i>Nota: A EDP Distribuição tem sempre o direito de assistir ao ensaio a 100% da tensão de ensaio especificada de todos os transformadores.</i>
E 16 - TIPO	Medição do nível de ruído (EN 60076-10) <i>Nota: Valores máximos de acordo com o especificado neste documento.</i>

E 17 - TIPO	Medição da potência absorvida pelos motores dos ventiladores (EN 60076-1) <i>Nota: Valores máximos de acordo com o especificado neste documento.</i>
E 18 - TIPO	Medição das perdas e da corrente em vazio com 90% e 110% da tensão estipulada (EN 60076-1)
E 19 - TIPO	Ensaio de tipo relativos aos comutadores de tomadas e respetivo comando motorizado (EN 60214-1)

5.2.1.3 Ensaios especiais

São ensaios diferentes dos ensaios de série e dos ensaios de tipo que poderão ser efetuados sobre um transformador representativo de outros transformadores por acordo entre a EDP Distribuição e o fabricante.

Requisito	Descrição
E 20 - ESPE	Ensaio dielétricos especiais (EN 60076-3)
E 21 - ESPE	Determinação do aquecimento do ponto quente⁶ (EN 6076-2)
E 22 - ESPE	Medida da tangente de δ das capacidades de isolamento do sistema
E 23 - ESPE	Medição da impedância homopolar
E 24 - ESPE	Resistência ao curto-circuito⁷ (EN 60076-5)
E 25 - ESPE	Medida da resistência de isolamento entre cada bobina e a terra e entre bobinas
E 26 - ESPE	Ensaio de deformação sob vácuo
E 27 - ESPE	Ensaio de deformação sob pressão
E 28 - ESPE	Ensaio de estanquidade sob vácuo, no local de instalação
E 29 - ESPE	Medição dos gases dissolvidos no óleo

⁶ Poderá ser efetuado por cálculo

⁷ Suportabilidade térmica – devem ser apresentados os cálculos de acordo com a secção 4.1 da norma EN 60076-5.

Suportabilidade dinâmica – No caso de não existirem ensaios sobre os transformadores propostos, o dossier de ensaios deve ser constituído por relatórios de ensaios de transformadores similares de acordo com os critérios do anexo B da norma EN 60076-5 e a demonstração da sua conformidade evidenciada pelos critérios do anexo A da mesma norma.

E 30 - ESPE	Medição das harmónicas da corrente em vazio. Nota: Esta medição é feita estando os enrolamentos alimentados à tensão estipulada e a uma tensão 5% superior à tensão estipulada.
E 31 - ESPE	Ensaio de comprovação do desempenho da proteção anticorrosiva. Conforme o processo de proteção anticorrosiva adotado, o fabricante deve apresentar à EDP Distribuição a comprovação do seu desempenho baseado em ensaios realizados de acordo com normas internacionais aplicáveis ao tipo de superfície e proteção utilizada, e tendo em conta os níveis de corrosão admitidos e durabilidade, especificados neste documento.

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 32 - RECE	Ensaio de receção Os ensaios de receção consistem na repetição dos ensaios de série, em todas as unidades.

5.2.3 Ensaios de verificação da identidade ao tipo

Requisito	Descrição
E 33 - TIPO	Ensaio de verificação da identidade ao tipo São ensaios de tipo ou especiais 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.

6 LEGISLAÇÃO DE AMBIENTE E SEGURANÇA

Requisito	Descrição
R 115– 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 116– 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 117– PROC	<p>Legislação de segurança e ambiental – Óleo e Equipamentos contendo óleo</p> <p>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.</p>
R 118– PROC	<p>Legislação de segurança e ambiente – Ecodesign</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Os transformadores devem ser acompanhados do relatório de ensaios de série e da documentação exigida no REGULAMENTO (UE) 548/2014 e REGULAMENTO (UE) 1783/2019.</p>
R 119– PROC	<p>Tratamento em final de vida</p> <p>O fornecedor deve disponibilizar informação suficiente para que todos os componentes possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional.</p>

ANEXO A
TABELA DE CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE TRANSFORMADOR AT/MT

Tipos de transformadores e respetivos códigos Jump

Código Jump	Descritivo	Potência	Tensões	Símbolos de ligação
20136719	TRANSF 20MVA 60/10.5KV YN D11	20	60/10.5	YNd11
20136718	TRANSF 20MVA 60/15.75KV YN D11	20	60/15.75	YNd11
20147591	TRANSF 20MVA 60/15.75KV YN D5	20	60/15.75	YNd5
20136717	TRANSF 20MVA 60/31.5KV YN YN0 (D)	20	60/31.5	YNyn0+d
20147592	TRANSF 31.5MVA 60/10.5KV YN D11	31.5	60/10.5	YNd11
20136766	TRANSF 31.5MVA 60/15.75KV YN D11	31.5	60/15.75	YNd11
20136797	TRANSF 31.5MVA 60/15.75KV YN D5	31.5	60/15.75	YNd5
20147487	TRANSF 31.5MVA 60/31.5KV YN YN0 (D)	31.5	60/31.5	YNyn0+d
20136720	TRANSF 40MVA 60/10.5KV YN D11	40	60/10.5	YNd11
20150922	TRANSF 40MVA 60/15.75KV YN D11	40	60/15.75	YNd11
20147485	TRANSF 40MVA 60/15.75KV YN D5	40	60/15.75	YNd5
20150923	TRANSF 40MVA 60/31.5KV YN YN0 (D)	40	60/31.5	YNyn0+d
20150924	TRANSF 31.5MVA 60/31.5/10.5KV YN YN0 D11	31.5	60/31.5/10.5	YNyn0d11
20147594	TRANSF 31.5MVA 60/31.5/10.5KV YN YN0 D5	31.5	60/31.5/10.5	YNyn0d5
20150925	TRANSF 31.5MVA 60/31.5/15.75KV YN YN0 D11	31.5	60/31.5/15.75	YNyn0d11
20147593	TRANSF 31.5MVA 60/31.5/15.75KV YN YN0 D5	31.5	60/31.5/15.75	YNyn0d5

ANEXO B – LISTA DE CONFORMIDADE

Conforme documento “Anexo B – DMA-C52-140.xlsx”.