

## TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

### Reatâncias de Neutro

Características e ensaios

---

**Elaboração:** DIT, DGOS e DSAT

**Homologação:** conforme despacho do CA de 2024-05-06

**Edição:** 2ª, anula e substitui a edição de ABR 2005

**Acesso:** X Livre

Restrito

Confidencial

**ÍNDICE**

<b>0</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>CAMPO DE APLICAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>TERMOS E DEFINIÇÕES .....</b>	<b>4</b>
4.1	Ensaio de tipo .....	4
4.2	Ensaio de série .....	4
4.3	Ensaio de recepção .....	4
<b>5</b>	<b>SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO EM SERVIÇO .....</b>	<b>5</b>
6.1	Condições normais de serviço.....	5
6.2	Condições especiais de serviço.....	5
6.3	Características da rede MT .....	6
<b>7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ESTIPULADAS .....</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
8.1	Características construtivas.....	9
8.2	Acessórios .....	11
<b>9</b>	<b>MARCAÇÕES .....</b>	<b>13</b>
9.1	Chapa de características .....	13
9.2	Outras marcações .....	13
<b>10</b>	<b>ENSAIOS .....</b>	<b>14</b>
10.1	Generalidades .....	14
10.2	Ensaio de tipo .....	14
10.3	Ensaio de série .....	15
10.4	Ensaio de recepção .....	15
10.5	Ensaio especiais .....	15
<b>11</b>	<b>TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO, INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>12</b>	<b>LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA E AMBIENTE .....</b>	<b>16</b>
<b>13</b>	<b>APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS .....</b>	<b>17</b>
	<b>ANEXO A QUADROS DE ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS .....</b>	<b>18</b>
	<b>ANEXO B TABELA DE CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE REATÂNCIA .....</b>	<b>20</b>
	<b>ANEXO C – LISTA DE CONFORMIDADE.....</b>	<b>21</b>

## 0 INTRODUÇÃO

A presente 2ª edição deste documento anula e substitui a anterior edição (DMA-C52-300/N: ABR 2005 - Edição 1).

As principais alterações relativamente à anterior edição, são:

- Atualização normativa;
- Especificação das condições normais de serviço e condições especiais de serviço;
- Indicação de que os enrolamentos poderão ser também em alumínio;
- Definição do ciclo de funcionamento para reactâncias de 1000 A com períodos de 10 s;
- Especificação de limites de aquecimento depois do curto-circuito;
- Normalização de solução com líquido isolante do tipo éster natural;
- Especificação de um requisito de proteção contra a corrosão, para dois níveis de corrosividade;
- Revisão das secções de marcações e ensaios;
- Criada em anexo tabela de códigos Jump;
- Criação das secções de legislação de segurança e ambiente, apresentação de propostas, anexo A e anexo B.

## 1 OBJETO

O presente documento destina-se a definir as características e os ensaios a que devem obedecer as reatâncias de neutro, a adquirir pela E-REDES.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento aplica-se a reatâncias de neutro usadas para criação de neutro artificial no secundário dos transformadores AT/MT das subestações e sua ligação à terra. A sua função é limitar as correntes de curto-circuito fase terra a 300 A em redes aéreas e mistas e a 1000 A em redes subterrâneas.

## 3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

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

Quaisquer alterações das referidas edições listadas só serão aplicáveis no âmbito do presente documento se forem objeto de inclusão específica, por modificação ou aditamento do mesmo.

DMA-C27-100		Dielétricos líquidos e gasosos - Óleos isolantes de origem mineral para transformadores - Características e ensaios
DMA-C27-101		Dielétricos líquidos e gasosos - Ésteres naturais para transformadores - Características e ensaios
DMA-C33-840		Condutores isolados e seus acessórios para redes - Terminações amovíveis - Características e ensaios
NP EN 50160	2010	Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia eléctrica
NP EN 60529	2016	Graus de protecção assegurados pelos invólucros (Código IP)
EN 50180-1	2015	Bushings above 1 kV up to 52 kV and from 250 A to 3,15 kA for liquid filled transformers - Part 1: General requirements for bushings
EN 50180-2	2015	Bushings above 1 kV up to 52 kV and from 250 A to 3,15 kA for liquid filled transformers - Part 2: Requirement for bushing components
EN 50180-3	2015	Bushings above 1 kV up to 52 kV and from 250 A to 3,15 kA for liquid filled transformers - Part 3: Requirements for bushing fixations

IEC 60085	2007	Electrical insulation - Thermal evaluation and designation
IEC 60076-1	2011	Power transformers - Part 1: General
IEC 60076-2	2011	Power transformers - Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers
IEC 60076-3 + AMD1	2013/2018	Power transformers - Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air
IEC 60076-5	2006	Power transformers - Part 5: Ability to withstand short circuit
IEC 60076-6	2007	Power transformers - Part 6: Reactors
IEC 60076-10 + AMD1	2016/2020	Power transformers - Part 10: Determination of sound levels
IEC 60076-22-1	2019	Power transformers - Part 22-1: Power transformer and reactor fittings - Protective devices
IEC TS 60815-1	2008	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
IEC TS 60815-2	2008	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems
IEC TS 60815-3	2008	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 3: Polymer insulators for a.c. systems

## 4 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento são aplicáveis os termos e definições da norma IEC 60076-6 acrescidas das definições seguidamente apresentadas.

### 4.1 Ensaios de tipo

Ensaio realizado com o objetivo de verificar a conformidade com a especificação técnica aplicável. São ensaios de natureza tal que, uma vez realizados, não precisam de ser repetidos, a não ser que ocorram mudanças nas matérias-primas, na concepção ou no processo de fabrico, que possam alterar as características do produto.

### 4.2 Ensaios de série

Ensaio realizado de forma repetitiva durante o ciclo de fabricação do produto, quer sob a forma de ensaios individuais quer, sob a forma de ensaios por amostra. Estes ensaios têm como objetivo verificar que uma dada fabricação satisfaz os critérios definidos.

### 4.3 Ensaios de receção

Ensaio efetuado pelo fabricante, com a presença do cliente ou de uma terceira entidade em sua representação, com o objetivo de verificar a conformidade de um fornecimento com a especificação técnica aplicável.

## 5 SIGLAS E ABREVIATURAS

Neste documento são utilizadas as seguintes siglas e abreviaturas:

AT	Alta tensão
DMA	Documento normativo de materiais e aparelhos – Características e Ensaios
ISO/IEC	International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission
MT	Média Tensão
NP	Norma Portuguesa
RN	Reatância de neutro

## 6 CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO EM SERVIÇO

### 6.1 Condições normais de serviço

As reatâncias de neutro são instaladas nos parques exteriores de aparelhagem das subestações AT/MT da E-REDES e estarão sujeitas às condições normais de serviço a seguir especificadas.

Requisito	Descrição
R001	<p><b>Condições normais de serviço</b></p> <p>As reatâncias de neutro destinam-se a serviço exterior, são instaladas nos parques exteriores de aparelhagem das subestações AT/MT da E-REDES e devem estar preparadas para as condições normais de serviço definidas na secção 5.1 da norma IEC 60076-6 e para as condições especiais de serviço referidas na secção 6.2</p> <p>As condições normais de serviço associadas à altitude, temperatura, humidade e radiação solar podem ser consultadas no Quadro 1.</p>

**Quadro 1**

#### Condições normais de serviço

Condições	Exterior
Altitude	≤ 1000 m
Temperatura máxima do meio de arrefecimento	40 °C
Temperatura mínima do meio de arrefecimento	-25 °C
Temperatura média mensal no mês mais quente do meio de arrefecimento	30 °C
Temperatura média anual do meio de arrefecimento	20 °C
Radiação solar	≤ 1000 Wm <sup>-2</sup>

### 6.2 Condições especiais de serviço

Requisito	Descrição
R002	<p><b>Nível de poluição</b></p> <p>Para as reatâncias de neutro objecto deste documento, deve ser considerada uma classe de severidade “forte” no local da instalação, de acordo com a secção 8.3 da norma IEC TS 60815-1.</p> <p><i>Nota: Em determinadas circunstâncias, pode ser solicitado na encomenda, reatâncias de neutro para utilização em zonas de classe de severidade “muito forte”.</i></p>
R003	<p><b>Suportabilidade sísmica</b></p> <p>As reatâncias de neutro objeto desta especificação devem suportar sem danos, sismos com um valor de 5 m/s<sup>2</sup> - Nível de Aceleração na Base (a<sub>r</sub>) em direção horizontal e 3,7 m/s<sup>2</sup> na direção vertical, avaliado pelo Método de Teste de Amplitude Calculada, de acordo com a Norma EN IEC 60068-3-3.</p>

### 6.3 Características da rede MT

As reatâncias de neutro são instaladas na rede MT cujas características se especificam de seguida.

Requisito	Descrição
R004	<b>Tensão nominal</b> As RN são dimensionadas para a utilização em redes trifásicas de MT de 10 kV, 15 kV e 30 kV. Em condições normais de exploração, não considerando as situações subsequentes a defeitos ou a interrupções, admite-se uma variação na tensão de alimentação de acordo com o estipulado na norma NP EN 50160.
R005	<b>Frequência</b> A frequência nominal das redes em que as RN vão ser instalados é de 50 Hz. Em condições normais de exploração admite-se uma variação na frequência de acordo com o estipulado na norma NP EN 50160.
R006	<b>Condições de utilização</b> As RN são instaladas num sistema com as condições expostas no Quadro 2.

**Quadro 2**  
**Condições de utilização**

<b>Tensão nominal da rede (<math>U_n</math>) (kV)</b>	10	15	30
<b>Tensão mais elevada da rede (<math>U_m</math>) (kV)</b>	12	17,5	36
<b>Tensão estipulada suportável de curta duração:</b>			
<b>à frequência industrial (kV) (eficaz)</b>	28	38	70
<b>ao choque atmosférico (kV) (pico)</b>	75	95	170
<b>Corrente estipulada de curta duração:</b>			
<b>térmica (3 s) (kA) (eficaz)</b>	16	16	12,5
<b>dinâmica (kA) (pico)</b>	40	40	31,25

## 7 CARACTERÍSTICAS ESTIPULADAS

Requisito	Descrição
R007	<b>Tempo de vida útil</b> O tempo de vida esperado para este tipo de equipamentos é de, pelo menos, 30 anos.
R008	<b>Características</b> As RN devem obedecer à seção 10 da norma IEC 60076-6 e devem ter as características estipuladas de acordo com o Quadro 3 e Quadro 4. Os ciclos de funcionamento estipulado a considerar para todos os tipos de reatâncias objeto desta especificação, são os indicados no Quadro 5.

**Quadro 3**

**Características estipuladas**

Seção IEC 60076-6	Características	Nível estipulado		
		10 kV	15 kV	30 kV
10.4.1	Tensão estipulada, $U_r$	10 kV	15 kV	30 kV
10.4.5	Corrente estipulada de curta duração do neutro, $I_{NSTr} - 3 \times I_0$	300 A (10 s) 1000 A (10 s)		
10.4.4	Corrente estipulada permanente do neutro, $I_{Nr}$	5 A		
10.4.3	Impedância homopolar estipulada, $Z_0$	Ver Quadro 4		
10.7	Nível de isolamento: a 50 Hz (valor eficaz) valor de pico	28 kV 75 kV	38 kV 95 kV	70 kV 170 kV

**Nota:** a relação X/R (75°C), as perdas, a corrente em vazio e o nível de potência sonora, devem ser declaradas pelo fabricante.

**Quadro 4**

**Impedância homopolar  $Z_0$  [ohm]<sup>1</sup>**

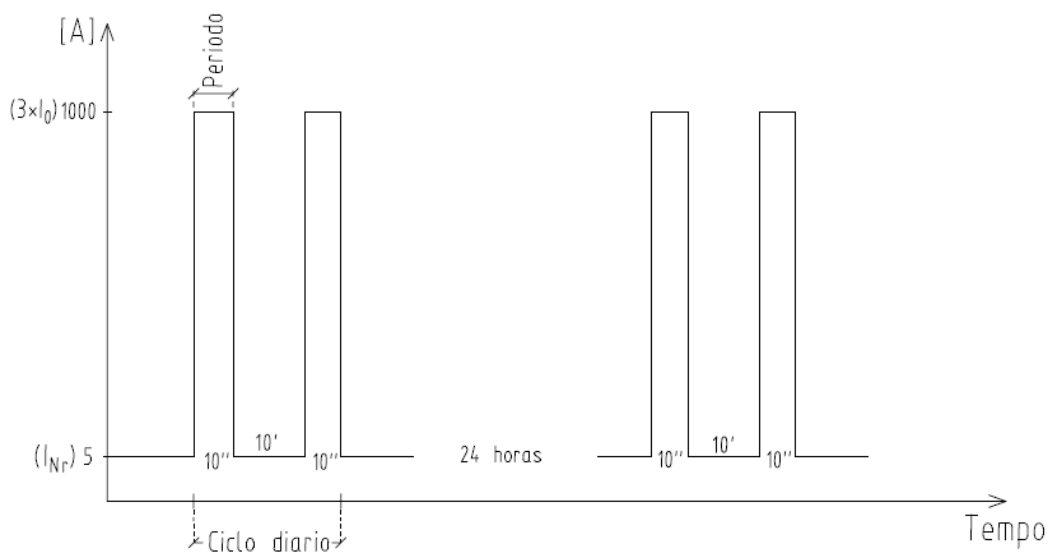
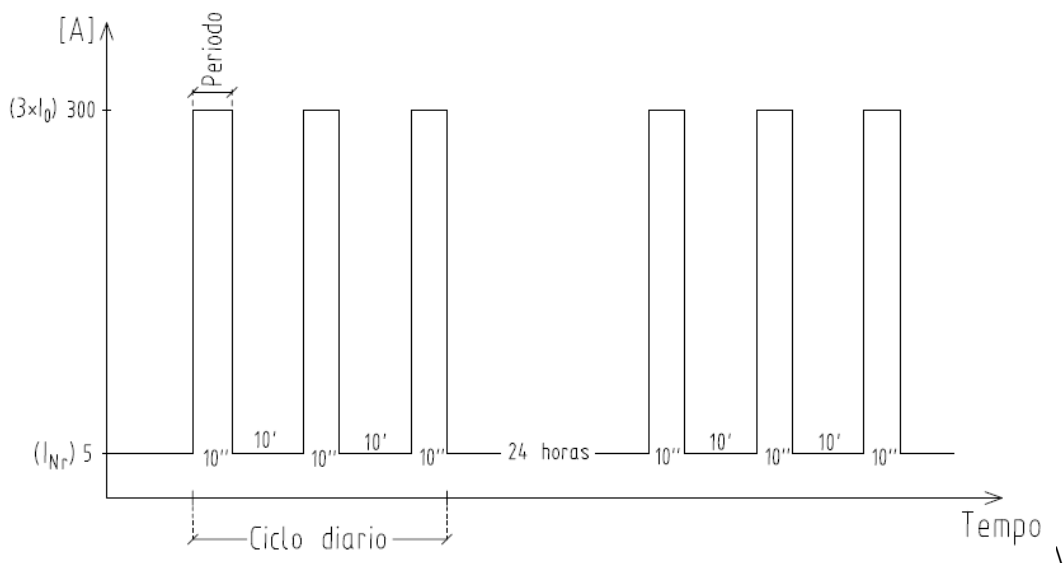
		$U_n$ [kV]		
		10 kV	15 kV	30 kV
$3 \times I_0$	300 A	58	87	174
	1000 A	17,3	26	52

<sup>1</sup> A impedância homopolar é dada em função de  $U_n$  de  $I_0$ , pela relação  $\frac{U_n}{\sqrt{3}} = Z_0 \cdot I_0$ .

**Quadro 5**  
**Ciclos de funcionamento estipulados**

Ciclos de funcionamento	Ciclo diário	Ciclo anual	Número de operações por período <sup>2</sup>
Reatâncias de 300 A (redes predominantemente aéreas)	3 períodos de 10 s com $3 \times I_0$ , espaçados de pelo menos 10 min	5 ciclos diários, espaçados de pelo menos 24 h	3
Reatâncias de 1000 A (redes predominantemente subterrâneas)	2 períodos de 10 s com $3 \times I_0$ , espaçados de pelo menos 10 min	4 ciclos diários, espaçados de pelo menos 24 h	1

Ver as figuras abaixo onde estão representados os ciclos diários e os tempos respectivos para uma reatância de 300 e de 1000 A.



<sup>2</sup> Número de passagens da corrente do neutro de curta duração estipulada –  $3I_0$ , em cada período de 10 s. Estes valores devem ser levados em conta sobretudo nas características de projecto ligadas à suportabilidade mecânica ao curto-circuito, considerando o tempo de vida esperado para estes equipamentos.



**8 CONCEÇÃO E CONSTRUÇÃO****8.1 Características construtivas**

Requisito	Descrição
<b>R009</b>	<b>Tipo de RN</b> As RN devem ser trifásicas, com enrolamentos com isolamento uniforme <sup>3</sup> , separados, em cobre ou alumínio, imersos em líquido isolante e herméticos <sup>4</sup> à penetração do ar exterior.
<b>R010</b>	<b>Tipo de ligação</b> As RN devem possuir os enrolamentos ligados em zig-zag (símbolo ZN) e o terminal de neutro deve estar acessível.
<b>R011</b>	<b>Tipo de arrefecimento</b> O arrefecimento das RN deve ser do tipo ONAN ou KNAN, de acordo a indicação da E-REDES.
<b>R012</b>	<b>Aquecimento</b> As RN devem poder suportar um aquecimento médio limite dos enrolamentos de 65 K e um aquecimento máximo do líquido isolante na sua parte superior de 60 K, considerando a corrente estipulada permanente de neutro $I_{Nr}$ , especificada no quadro 3.
<b>R013</b>	<b>Aquecimento depois de um ciclo diário completo</b> Depois de um ciclo diário completo (ver quadro 5), as reatâncias não devem ultrapassar um aquecimento médio limite dos enrolamentos de 120 K e um aquecimento máximo do líquido isolante na sua parte superior de 100 K.
<b>R014</b>	<b>Classe térmica</b> Os materiais constituintes das RN devem pertencer, no mínimo, à classe térmica A, de acordo com o definido na tabela 1 da norma IEC 60085.
<b>R015</b>	<b>Cuba</b> As cubas das RN devem poder suportar as variações de temperatura e de pressão a que estão sujeitas em serviço, por forma a não porem em causa a sua estanquidade e geometria. O fabricante deve demonstrar que, com a temperatura máxima esperada para a reatância, não será excedida a pressão máxima permissível da cuba, a declarar pelo fabricante. Na documentação deve constar o ábaco de variação da pressão com a temperatura, característico de cada cuba.
<b>R016</b>	<b>Líquido isolante</b> O líquido isolante deve estar de acordo com o DMA-C27-100 (óleos minerais) ou com o DMA-C27-101 (ésteres naturais) e o seu fornecimento é feito pelo fabricante. O líquido isolante a fornecer deve ser proposto pelo fabricante e aceite pela E-REDES.
<b>R017</b>	<b>Olhais</b> As RN devem dispor de olhais de suspensão suficientemente dimensionados para permitir a elevação das RN sem dano e, em caso de necessidade de descubagem, devem permitir elevar o conjunto da tampa, do núcleo e dos enrolamentos.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Um transformador diz-se hermético quando não se podem produzir trocas notáveis entre os seus componentes internos e a atmosfera exterior.

Requisito	Descrição
<p><b>R018</b></p>	<p><b>Rodas</b></p> <p>As RN devem possuir rodas orientáveis em duas posições perpendiculares, correspondentes aos eixos das RN e que devem respeitar as seguintes dimensões:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— afastamento entre eixos de rastos das rodas - 520 mm;</li> <li>— largura do rasto das rodas - 40 mm;</li> <li>— diâmetro das rodas - 125 mm.</li> </ul> <p>O fabricante deve prever e indicar uma forma de acoplar as rodas à reatância, para o caso das mesmas não serem usadas na a sua instalação.</p>
<p><b>R019</b></p>	<p><b>Forma</b></p> <p>A forma das RN deve ser tal que a água da chuva não se possa acumular nem penetrar nestas por infiltração nas juntas da tampa ou noutro qualquer lugar.</p> <p>A junta da tampa deve resistir à ação das radiações ultravioletas do sol, à chuva e a outros agentes atmosféricos agressivos.</p>
<p><b>R020</b></p>	<p><b>Proteção contra a corrosão</b></p> <p>Todas as peças metálicas e respetivas soldaduras que sejam integrantes das RN objeto desta especificação devem ser protegidas eficazmente contra a corrosão.</p> <p>A concepção e o estudo dos pormenores de fabrico das cubas devem também ter em consideração a prevenção da corrosão.</p> <p>As arestas vivas das peças metálicas devem ser rebarbadas.</p> <p>Sempre que houver necessidade de proceder a soldaduras numa superfície em que já esteja aplicado um revestimento, todas as zonas que forem afectadas têm de ser decapadas de acordo com o que for especificado.</p> <p>Se o esquema de pintura exigir uma preparação da superfície só conseguida por uma decapagem a jacto abrasivo, a preparação das superfícies das zonas de soldadura deve ser efectuada por esse processo.</p> <p>Todas as partes metálicas das RN não devem apresentar ao fim de 15 anos e sem manutenção, um grau de corrosão superior a Ri3 de acordo com a norma EN ISO 4628-3, para o caso do aço, ou equivalente para o caso dos outros metais, quando sujeitas a uma atmosfera com uma categoria de corrosividade C3 de acordo com a norma EN ISO 12944-2. Em casos especiais, a E-REDES poderá vir a solicitar RN para utilização em atmosferas de categoria de corrosividade C5 de acordo com a mesma norma e para as quais se admite, ao fim do mesmo tempo, o mesmo grau de corrosão referido.</p> <p>O fabricante deve fornecer documentação detalhada com o seu esquema de proteção anticorrosiva e a forma como o aplica, devendo ainda indicar os métodos de controlo em fabricação e os respetivos critérios de aceitação/rejeição para garantir a conformidade do produto com esta especificação.</p> <p>O procedimento de controlo em produção a fornecer pelo fabricante, deve ser adequado ao controlo do esquema de proteção anticorrosiva proposto. Este procedimento deve conter a espessura de película seca mínima, a máxima e o número de pontos mínimos e partes da RN a controlar.</p> <p>A comprovação do desempenho acima especificado deve ser feita com recurso a ensaios baseados nas normas aplicáveis ao tipo de tratamento anticorrosivo utilizado.</p>
<p><b>R021</b></p>	<p><b>Quadro de reagrupamento de sinais</b></p> <p>As RN devem possuir um quadro de reagrupamento de sinais com as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— invólucro com dimensões adequadas de modo a permitir um bom acesso à régua de terminais instalada e a uma fácil realização das ligações, para montagem exterior. O invólucro deve ser em material isolante e IP 55 segundo a norma EN 60529 e IK 10 segundo a norma EN 50102 e deve ter uma porta com dobradiças e fechadura com manípulo não amovível e sem chave;</li> <li>— entradas e saídas de cabos feitas pela parte inferior do invólucro e executadas por intermédio de buçins de diâmetro apropriado aos respectivos cabos;</li> <li>— no interior do quadro deve existir uma barra de cobre para ligação à terra das bainhas metálicas dos cabos e um terminal de terra que assegure a ligação à rede de terras.</li> </ul>

**8.2 Acessórios**

Requisito	Descrição
<b>R022</b>	<p><b>Protecções para detecção de gás, temperatura e pressão elevadas</b></p> <p>Todas as RN devem possuir dispositivos que detectem pressão, temperatura elevadas e a formação de gás (nível de líquido isolante) no interior da cuba.</p> <p>Estes dispositivos devem estar de acordo, no aplicável, com a norma EN IEC 60076-22-1 e ter dois contactos livres de potencial que permitam sinalizar à distância dois níveis (alarme e disparo) de cada uma das grandezas referidas acima, independentes e reguláveis (para a deteção de gás, a regulação pode ser dispensada).</p> <p>Os valores de regulação destes níveis (alarme e disparo) recomendados pelo fabricante da reatância e regulados de fábrica, devem vir indicados no interior da tampa dos dispositivos (por acordo entre o fabricante e a E-REDES, poderá ser aceite outro local).</p> <p>Deve também ser disponibilizada a indicação visual da temperatura e da formação de gás no interior da cuba.</p> <p>Este equipamento deve estar preparado para instalações exteriores e em consequência resistir à corrosão, à ação direta dos raios solares e à penetração da água e de poeiras, para além de ter de estar concebido por forma a evitar condensações no seu interior.</p> <p>Se estes dispositivos forem fornecidos com uma régua de terminais já incluída, será dispensável o quadro atrás referido no requisito R021. Deve ser fornecido o respetivo esquema de ligações.</p> <p>Estes dispositivos devem estar imunes às perturbações eletromagnéticas próprias do funcionamento das reatâncias, pelo que devem estar equipados com a blindagem magnética necessária a este tipo de ambiente, para evitar quaisquer disparos intempestivos da proteção.</p> <p>Nota: não são aceites parafusos de plástico com funções mecânicas – Exemplo: aperto das tampas do equipamento.</p>
<b>R023</b>	<p><b>Dispositivo de enchimento e esvaziamento</b></p> <p>As RN devem possuir um dispositivo de enchimento, de diâmetro mínimo 21 mm, obturável por tampa que não prejudique a estanquidade da cuba.</p> <p>As RN devem possuir, na parte inferior, um dispositivo de esvaziamento com válvula, obturado por bujão ou equivalente, perfeitamente estanque e resistente ao líquido isolante, previsto para poder ser ligado a uma máquina de tratamento.</p>
<b>R024</b>	<p><b>Terminais de terra</b></p> <p>Devem possuir dois terminais cilíndricos em aço inox soldados à RN, com um comprimento mínimo de 40 mm possuindo um roscado interior M12, equipados com parafuso também em aço inox, destinados a assegurar a ligação à terra.</p> <p>O terminal existente na tampa deverá situar-se aproximadamente na vertical do terminal existente na base.</p>
<b>R025</b>	<p><b>Travessias</b></p> <p>As RN devem ser equipadas com quatro travessias iguais, do tipo exterior, sendo marcadas com as letras 1U, 1V e 1W para as fases, e 1N para o neutro.</p> <p>As travessias devem ser montadas na tampa, perpendicularmente à sua superfície.</p> <p>As travessias devem ser do tipo cone exterior de acordo com a norma EN 50180 e possuir as características definidas no Quadro 6.</p> <p><b>Nota:</b> Em casos especiais, as reatâncias podem ser solicitadas com travessias do tipo aberto com linha de fuga mínima para poluição forte (conforme a secção 8.3 da norma IEC TS 60815-1).</p>

Requisito	Descrição
R026	<p><b>Terminais de AT - Encravamento</b></p> <p>Em conjunto com os terminais deve existir um sistema de encravamento com chave que impossibilite a desmontagem das terminações amovíveis sem que seja realizado o fecho do seccionador de terra.</p> <p>Este dispositivo deve ser proposto pelo fabricante e aceite pela E-REDES. Na fase de qualificação serão ajustados com a E-REDES os pormenores da fechadura.</p> <p>A fechadura a considerar neste encravamento será do tipo da indicada na figura 1.</p> <div data-bbox="767 551 1034 792" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Figura 1– Tipo de fechadura para encravamento dos terminais de AT</p> <p><i>Nota: a fechadura não faz parte do fornecimento.</i></p>

**Quadro 6**

**Características das travessias a aplicar nas RN**

Tensão nominal da rede (kV)	Tensão estipulada (kV)	Corrente estipulada (A)	Tipo de superfície de contacto	Tipo de contacto
10 e 15	12-24	250	A	Perno deslizante
30	36	400	B	

**9 MARCAÇÕES****9.1 Chapa de características**

Requisito	Descrição
R027	<b>Durabilidade e legibilidade da chapa de características</b> Cada RN deve possuir uma chapa de características em português, legível de material à prova de água, indelével e deve durar toda a vida útil da RN.
R028	<b>Visibilidade da chapa de características</b> As chapas de características devem ser visíveis na posição normal de serviço e devem ser colocadas numa das faces laterais da RN.
R029	<b>Informações da chapa de características</b> Nas chapas de características, para além das informações requeridas nos Regulamentos Eco-Design em vigor, devem constar também as seguintes informações: <ul style="list-style-type: none"><li>— tipo do transformador (reatância);</li><li>— tipo de aplicação (interior ou exterior);</li><li>— referência à norma IEC 60076-6;</li><li>— referência à especificação DMA-C52-300 (edição em vigor);</li><li>— nome e endereço do fabricante;</li><li>— número de série;</li><li>— ano de fabrico;</li><li>— nível(s) de isolamento;</li><li>— frequência estipulada;</li><li>— tensão estipulada;</li><li>— corrente de neutro estipulada e duração;</li><li>— tipo de arrefecimento;</li><li>— tipo de líquido isolante</li><li>— corrente permanente estipulada;</li><li>— massa total;</li><li>— massa do líquido isolante;</li><li>— massa da parte ativa;</li><li>— grupo de ligação ou símbolo de ligação;</li><li>— impedância homopolar (valor medido);</li><li>— relação X/R (75°C)</li><li>— nível de potência sonora.</li></ul>

**9.2 Outras marcações**

Requisito	Descrição
R030	<b>Número de série</b> O número de série deve ser indicado na tampa e, se possível, na cuba, no núcleo e no conjunto dos enrolamentos.

Requisito	Descrição
R031	<b>Marcação CE</b> As RN devem cumprir com todos os requisitos aplicáveis no âmbito da marcação CE e ser inscrita de forma visível, legível e indelével com o respetivo símbolo.
R032	<b>Etiquetagem JUMP – QR Code e código de barras</b> As RN devem seguir as instruções definidas no documento “Programa JUMP – Etiquetagem de Materiais e Equipamentos”, quanto à forma e método de etiquetagem e conceção das etiquetas (Etiqueta QR Code e Código de barras). Para materiais geridos por número de série, o código de barras deve estar impresso no equipamento e deve ser garantida a durabilidade do mesmo durante toda a sua vida útil. No anexo B encontra-se a listagem de todos os códigos E-REDES para as reatâncias objeto desta especificação.

## 10 ENSAIOS

### 10.1 Generalidades

A conformidade das características das RN com a presente especificação deve ser confirmada através da realização de ensaios, a efectuar em laboratórios acreditados para o efeito ou outros desde que com o acordo prévio da E-REDES.

As tolerâncias devem estar de acordo com as normas IEC 60076-1, IEC 60076-3 e IEC 60076-6.

### 10.2 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo devem ser efectuados sobre uma RN representativa de outras, com vista a mostrar que todas elas satisfazem às condições especificadas que não são controladas pelos ensaios de série.

Uma reatância é considerada como representativa de outras se tiver a mesma tensão nominal, a mesma potência nominal, o mesmo tipo, o mesmo dieléctrico, a mesma altitude nominal de funcionamento e o mesmo sistema de fabrico.

Requisito	Descrição
E001	<b>Ensaio dieléctricos</b> De acordo com a secção 10.9.7 da norma IEC 60076-6.
E002	<b>Ensaio de aquecimento</b> De acordo com a secção 10.9.6.1 da norma IEC 60076-6. Nestes ensaios deve ser considerada a influência dos efeitos do aquecimento devidos à acção conjugada da corrente em vazio e da corrente estipulada permanente do neutro.
E003	<b>Ensaio de suportabilidade aos ciclos de funcionamento com a corrente de curta duração (3xI<sub>0</sub>)</b> O fabricante deve evidenciar por ensaios a suportabilidade das reatâncias aos ciclos de funcionamento definidos no quadro 5, considerando como condições iniciais o efeito acumulado da corrente em vazio e da corrente estipulada permanente do neutro e tendo em conta os limites de temperatura especificados no R013.
E004	<b>Ensaio do revestimento de proteção contra a corrosão</b> Para este ensaio devem ser tidas em conta as especificações do fabricante e o respetivo procedimento de controlo, com vista a garantir o desempenho em termos de proteção contra a corrosão especificado no requisito R020, do qual o fabricante deverá fazer prova.

### 10.3 Ensaios de série

O fabricante deve efetuar, ao longo da sua produção e em todas as RN, pelo menos os seguintes ensaios de série que a seguir se indicam:

Requisito	Descrição
<b>E005</b>	<b>Ensaios visuais</b> Verificação das características construtivas, acessórios e marcações de acordo, respetivamente, com as secções 8.1 8.2 e 9 do presente documento.
<b>E006</b>	<b>Medição da resistência dos enrolamentos</b> De acordo com a secção 11.2 da norma IEC 60076-1.
<b>E007</b>	<b>Medição da impedância homopolar</b> De acordo com a secção 10.9.5 da norma IEC 60076-6.
<b>E008</b>	<b>Determinação do X/R</b> Determinação da relação entre a reatância e a resistência a 50 Hz.
<b>E009</b>	<b>Medição das perdas e da corrente em vazio</b> De acordo com a secção 11.5 da norma IEC 60076-1.
<b>E010</b>	<b>Medida das perdas em carga</b> De acordo com a secção 11.4 da norma IEC 60076-1.
<b>E011</b>	<b>Ensaios dieléctricos</b> De acordo com a secção 10.9.7 da norma IEC 60076-6.
<b>E012</b>	<b>Ensaios do revestimento de proteção contra a corrosão</b> Para este ensaio devem ser tidas em conta as especificações do fabricante e o respetivo procedimento de controlo adequado ao esquema de proteção anticorrosiva que foi proposto no âmbito do E004 .

### 10.4 Ensaios de receção

Os ensaios de receção, efetuados pelo fornecedor, com a presença da E-REDES ou de uma terceira entidade em sua representação, devem corresponder aos ensaios indicados em baixo, salvo se existir um plano de ensaios previamente acordado entre a E-REDES e o fornecedor.

Os ensaios de receção são a repetição dos ensaios de série, anteriormente especificados.

### 10.5 Ensaios especiais

São ensaios diferentes dos ensaios de série e dos ensaios de tipo e devem ser efectuados sobre uma reatância representativa de outras.

Requisito	Descrição
<b>E013</b>	<b>Demonstração da suportabilidade à corrente estipulada de curta duração do neutro – 3 x I<sub>o</sub></b> De acordo com a secção 10.9.8 da norma IEC 60076-6, à excepção de que neste caso, o número de ensaios a considerar deve ser de nove, sendo a duração de cada um de pelo menos $0,5 \pm 0,05$ s.
<b>E014</b>	<b>Medição do nível acústico sonoro</b> De acordo com a norma IEC 60076-10.

**11 TRANSPORTE, ARMAZENAMENTO, INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Requisito	Descrição
R033	<b>Transporte, armazenamento, instalação, operação e manutenção</b> O fabricante de RN deve fornecer as instruções necessárias para o transporte, armazenamento, instalação, operação e manutenção das RN.

**12 LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA E AMBIENTE**

Os produtos, e respetivos constituintes, devem estar conforme as normas técnicas europeias de segurança e ambiente aplicáveis e cumprir toda a legislação aplicável em vigor.

Requisito	Descrição
R034	<b>Legislação de segurança e ambiental</b> Os equipamentos/produtos, e respetivos constituintes, devem estar conforme as normas técnicas europeias aplicáveis e cumprir toda a legislação aplicável em vigor, designadamente as Diretivas Reach, RoHS, WEE e Ecodesign.
R035	<b>Composição e tratamento em final de vida</b> Informação suficiente sobre a composição dos equipamentos designadamente quanto à incorporação de materiais reciclados e recicláveis. Informação suficiente para que todos os componentes dos equipamentos possam ser desfeitos ou reciclados de acordo com a legislação internacional e nacional em vigor. Os equipamentos e/ou materiais a fornecer devem minimizar o uso de materiais não recicláveis de forma a reduzir desperdícios durante as fases de transporte e instalação.
R036	<b>Líquido isolante e Equipamentos contendo líquidos isolantes</b> 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, caso seja aplicável.
R037	<b>Legislação de segurança e ambiente – Ecodesign</b> 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.
R038	<b>Marcação CE</b> As RN devem possuir marcação CE e no seu fornecimento, devem ser acompanhadas 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.



Requisito	Descrição
R039	<p><b>Circularidade e pegada de carbono</b></p> <p>O fornecedor deverá apresentar uma declaração com a caracterização dos critérios de circularidade incorporados durante a extração e/ou fabrico e/ou transporte do produto que aumentem o potencial de utilização dos seus materiais, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• potencial de recuperação do produto/materiais,</li><li>• origem dos materiais: percentagem de incorporação de matérias/componentes reciclados ou reutilizados e matérias virgens,</li><li>• percentagem de incorporação de materiais críticos que constam na lista de matérias-primas essenciais para a UE, publicada em 2020,</li><li>• composição elementar do produto (bill of material),</li><li>• quantidade de carbono emitido.</li></ul> <p>O fornecedor deverá referir a disponibilidade de serviços de logística inversa aplicados ao produto e/ou embalagem.</p> <p>A declaração a apresentar deverá fazer referência a eventuais requisitos de verificação definidos em standards ou certificações no âmbito da ISO/TC 207/SC5 - Avaliação do Ciclo de Vida, ISO/TC 323 – Economia Circular, ISO 8887-1:2017 - Documentação Técnica do Produto, Declaração Ambiental do Produto, Certificação Cradle to Cradle ou outros.</p>

### 13 APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

Requisito	Descrição
R040	<p><b>Certificados ou relatórios de ensaios de tipo e especiais</b></p> <p>Os proponentes devem apresentar os certificados ou relatórios comprovativos da realização dos ensaios de tipo e dos ensaios especiais e enviar o anexo A devidamente preenchido.</p>
R041	<p><b>Declaração de conformidade</b></p> <p>Os proponentes devem apresentar uma Declaração de Conformidade com o DMA-C52-300 devidamente preenchida e assinada de acordo com a norma ISO/IEC 17050-1.</p>
R042	<p><b>Evidências e listas de conformidade</b></p> <p>Os proponentes devem apresentar toda a informação que evidencie a conformidade dos produtos propostos com a presente especificação e preencher, para cada RN proposta, as listas de conformidade que constam no Anexo C – ver ficheiro “folha de cálculo” anexa.</p> <p>Deve ser disponibilizada, de forma agregada e por cada unidade a informação técnica de características dimensionais, mecânicas e elétricas resultantes de medições e ensaios. Neste contexto deve ser disponibilizada compilação de documentação por parte do fabricante/fornecedor que permita identificar e caracterizar cada um dos componentes constituintes do equipamento, isto é: Travessias, equipamentos de proteção e acessórios, etc.</p>
R043	<p><b>Manuais</b></p> <p>O fornecimento das reatâncias deve ser acompanhado de manuais de instalação, manutenção que permitam assegurar a devida conservação e bom funcionamento ao longo do tempo de vida útil.</p> <p>Deve ser também incluída informação relativa ao processo de enchimento ou reposição do líquido isolante em caso de necessidade.</p>

**ANEXO A**  
**QUADROS DE ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS****Quadro A.1**  
**Ensaio de Tipo**

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaio	Página(s) do Relatório de Ensaio	Observações
Ensaio dielétrico	Secção 10.9.7 da norma IEC 60076-6					
Ensaio de aquecimento	Secção 10.9.6.1 da norma IEC 60076-6 e E002 do DMA-C52-300					
Ensaio de suportabilidade aos ciclos de funcionamento com a corrente de curta duração (3xI <sub>0</sub> )	E003 do DMA-C52-300					
Ensaio do revestimento de proteção contra a corrosão	E004 do DMA-C52-300					

**Quadro A.2**  
**Ensaio Especial**

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaio	Página(s) do Relatório de Ensaio	Observações
Demonstração da suportabilidade à corrente estipulada de curta duração do neutro – 3 x I <sub>0</sub>	E013 do DMA-C52-300					
Medição do nível acústico sonoro	Norma IEC 60076-10					

**Quadro A.3**  
**Ensaio de Série**

Designação do ensaio	Normas de referência	Resultado obtido	Laboratório	Refª do Relatório de Ensaio	Página(s) do Relatório de Ensaio	Observações
Ensaio visual: Verificação das características construtivas, acessórios e marcações de acordo, respetivamente, com as secções 8.1 8.2 e 9 do presente documento.	E005 do DMA-C52-300					
Medição da resistência dos enrolamentos: De acordo com a secção 11.2 da norma IEC 60076-1.	E006 do DMA-C52-300					

Medição da impedância homopolar: De acordo com a secção 10.9.5 da norma IEC 60076-6.	E007 do DMA-C52-300					
Determinação do X/R: Determinação da relação entre a reatância e a resistência a 50 Hz.	E008 do DMA-C52-300					
Medição das perdas e da corrente em vazio: De acordo com a secção 11.5 da norma IEC 60076-1.	E009 do DMA-C52-300					
Medida das perdas em carga: De acordo com a secção 11.4 da norma IEC 60076-1.	E010 do DMA-C52-300					
Ensaio dieléctricos: De acordo com a secção 10.9.7 da norma IEC 60076-6.	E013 do DMA-C52-300					
Ensaio do revestimento de protecção contra a corrosão: Para este ensaio devem ser tidas em conta as especificações do fabricante e o respetivo procedimento de controlo adequado ao esquema de protecção anticorrosiva que foi proposto no âmbito do E004	E012 do DMA-C52-300					

**ANEXO B**  
**TABELA DE CÓDIGOS JUMP DE ACORDO COM CADA TIPO DE REATÂNCIA**

Código Jump	Descritivo	Isolante Líquido	Tensão Primária [kV]	3xlo [A]	Travessias	Poluição	Utilização	Montagem
20201186	REACT NEUT ESTER 10KV 300A-TRAV ENF-C3	Éster Natural	10	300	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20201187	REACT NEUT ESTER 10KV 1000A-TRAV ENF-C3	Éster Natural	10	1000	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20201188	REACT NEUT ESTER 15KV 300A-TRAV ENF-C3	Éster Natural	15	300	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20201189	REACT NEUT ESTER 15KV 1000A-TRAV ENF-C3	Éster Natural	15	1000	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20201190	REACT NEUT ESTER 30KV 300A-TRAV ENF-C3	Éster Natural	30	300	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20201191	REACT NEUT ESTER 30KV 1000A-TRAV ENF-C3	Éster Natural	30	1000	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20201192	REACT NEUT ESTER 10KV 300A-TRAV ENF-C5	Éster Natural	10	300	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20201193	REACT NEUT ESTER 10KV 1000A-TRAV ENF-C5	Éster Natural	10	1000	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20201194	REACT NEUT ESTER 15KV 300A-TRAV ENF-C5	Éster Natural	15	300	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20201195	REACT NEUT ESTER 15KV 1000A-TRAV ENF-C5	Éster Natural	15	1000	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20201196	REACT NEUT ESTER 30KV 300A-TRAV ENF-C5	Éster Natural	30	300	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20201197	REACT NEUT ESTER 30KV 1000A-TRAV ENF-C5	Éster Natural	30	1000	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20136775	REACT NEUT OL MIN 10KV 300A-TRAV ENF-C3	Óleo Mineral	10	300	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20136705	REACT NEUT OL MIN 10KV 1000A-TRAV ENF-C3	Óleo Mineral	10	1000	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20136706	REACT NEUT OL MIN 15KV 300A-TRAV ENF-C3	Óleo Mineral	15	300	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20136707	REACT NEUT OL MIN 15KV 1000A-TRAV ENF-C3	Óleo Mineral	15	1000	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20136708	REACT NEUT OL MIN 30KV 300A-TRAV ENF-C3	Óleo Mineral	30	300	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20136780	REACT NEUT OL MIN 30KV 1000A-TRAV ENF-C3	Óleo Mineral	30	1000	ENF	C3	React Neutro	Exterior
20183737	REACT NEUT OL MIN 10KV 300A-TRAV ENF-C5	Óleo Mineral	10	300	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20183738	REACT NEUT OL MIN 10KV 1000A-TRAV ENF-C5	Óleo Mineral	10	1000	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20183739	REACT NEUT OL MIN 15KV 300A-TRAV ENF-C5	Óleo Mineral	15	300	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20183740	REACT NEUT OL MIN 15KV 1000A-TRAV ENF-C5	Óleo Mineral	15	1000	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20183741	REACT NEUT OL MIN 30KV 300A-TRAV ENF-C5	Óleo Mineral	30	300	ENF	C5	React Neutro	Exterior
20183742	REACT NEUT OL MIN 30KV 1000A-TRAV ENF-C5	Óleo Mineral	30	1000	ENF	C5	React Neutro	Exterior

## ANEXO C – LISTA DE CONFORMIDADE

Para cada tipo de reatância devem ser preenchidas as listas de conformidade constantes do documento “Anexo C – DMA-C52-300.xlsx”.