

TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Transformadores de tensão MT e de 60 kV

Características e ensaios

Elaboração: DNT

Homologação: conforme despacho do CA de 2007-02-13

Edição: 2ª. Substitui a edição de Outubro 1984 e os DMA-C42-511/E, DMA-C42-525/E e DMA-C42-526/E

Emissão: EDP Distribuição – Energia, S.A.
DNT – Direcção de Normalização e Tecnologia
Av. Urbano Duarte, 100 • 3030-215 Coimbra • Tel.: 239002000 • Fax: 239002344
E-mail: dnt@edp.pt

Divulgação: EDP Distribuição – Energia, S.A.
GBCI – Gabinete de Comunicação e Imagem
Rua Camilo Castelo Branco, 43 • 1050-044 Lisboa • Tel.: 210021684 • Fax: 210021635

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	3
1	OBJECTO	3
2	NORMALIZAÇÃO DE REFERÊNCIA	3
3	GENERALIDADES	3
4	CARACTERÍSTICAS DE ISOLAMENTO	4
4.1	Tipo de material isolante	4
4.2	Níveis de isolamento dos enrolamentos primários	4
4.3	Isolamento dos enrolamentos secundários	4
5	COMPORTAMENTO AOS CURTO-CIRCUITOS	4
6	ESFORÇOS MECÂNICOS	4
7	TERMINAIS	4
8	CHAPAS DE CARACTERÍSTICAS	5
9	PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO	5
10	VERIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS. ENSAIOS	5
10.1	Ensaio de tipo	5
10.2	Ensaio individuais de série	6
10.2.1	Verificação da marcação dos terminais	6
10.2.2	Ensaio à frequência industrial sobre os enrolamentos primários	6
10.2.3	Medição das descargas parciais	6
10.2.4	Ensaio à frequência industrial sobre os enrolamentos secundários	6
10.2.5	Ensaio à frequência industrial entre secções dos enrolamentos secundários	6
10.2.6	Determinação dos erros	6
10.3	Ensaio especiais	7
10.3.1	Ensaio ao choque atmosférico, onda cortada	7
10.3.2	Medida da capacidade e do factor de dissipação dielétrica	7
10.3.3	Ensaio mecânicos	7
	ANEXO A - TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 10 KV	8
	ANEXO B - TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 15 KV	9
	ANEXO C - TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 30 KV	10
	ANEXO D - TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 60 KV	11
	ANEXO E - CARACTERÍSTICAS A FORNECER E A GARANTIR PELO FABRICANTE	12

0 INTRODUÇÃO

Este documento anula e substitui a anterior versão, de OUT 1984, deste DMA e ainda os DMA-C42-511/E (JAN 1988) e respectivo Aditamento 1 (ABR 1999), DMA-C42-525/E (OUT 1984) e DMA-C42-525/E (OUT 1984).

Com a sua elaboração pretendeu-se proceder a uma actualização relativamente à mais recente normalização nacional e internacional, incluindo-se também as alterações avulsas que foram sendo adoptadas ao longo dos últimos tempos e outras que agora se julga necessário introduzir.

As principais alterações consideradas foram:

- actualização de documentos de referência;
- ajuste das potências e classes de precisão de alguns tipos de transformadores, de acordo com as necessidades da aparelhagem actualmente em uso e das exigências das medições a efectuar;
- redefinição dos níveis de poluição a que vão estar sujeitos os transformadores;
- redefinição dos esforços mecânicos a suportar pelos terminais dos transformadores de 60 kV, de acordo com a normalização de referência;
- acrescento de uma secção com os ensaios para verificação das características;
- incorporação dos transformadores de tensão para alimentação dos OCR nos anexos A, B e C do presente documento.

1 OBJECTO

O presente documento destina-se a fixar as características técnicas a que devem obedecer os transformadores de tensão de média tensão e de 60 kV, a adquirir pela EDP e destinados a equipar as suas redes de distribuição.

2 NORMALIZAÇÃO DE REFERÊNCIA

Os aparelhos a que se refere este documento devem obedecer ao definido na norma IEC 60044-2 - Instrument transformers - Part 2 : Inductive voltage transformers - (2003).

3 GENERALIDADES

Todos os aparelhos devem ser conforme o protótipo sujeito aos ensaios de tipo, de que o fabricante deve apresentar os respectivos certificados.

São transformadores monofásicos com um ou mais enrolamentos secundários de função especializada.

Em anexos a este documento e correspondente aos escalões de tensão das redes onde estes transformadores irão ser instalados, são definidos os valores específicos para os diversos tipos de transformadores, bem como as características das respectivas redes.

As condições ambientais de serviço consideram-se, em princípio, dentro das definidas no parágrafo 4.1 da norma IEC 60044-2, para uma categoria de temperatura -5/40.

Em determinadas circunstâncias, pode ser solicitado na encomenda, transformadores de tensão para condições especiais de serviço, de acordo com a secção 4.2 da mesma norma.

A poluição a que podem estar sujeitos os transformadores de montagem exterior, deve ser considerada de nível “forte”, e portanto com linha de fuga específica mínima e factor de linha de fuga¹⁾, conformes com o especificado na secção 6.1.5.1 da norma IEC 60044-2, em ambiente costeiro.

Em casos especiais, podem ser solicitados na encomenda, transformadores preparados para utilização em zonas de poluição “muito forte”.

As instalações eléctricas de montagem destes transformadores consideram-se todas em situação exposta.

A linha de fuga específica mínima para os transformadores de montagem interior deve ser de 16 mm/kV.

1) *Factor de linha de fuga é a relação entre a linha de fuga específica e a distância de arco (ver também a norma IEC 60 815).*

4 CARACTERÍSTICAS DE ISOLAMENTO

4.1 Tipo de material isolante

O isolamento dos transformadores de MT deve ser de tipo seco, assegurado por resinas sintéticas de elevada resistência mecânica, capazes de suportar também as partes activas. Estas resinas devem ser resistentes à propagação da chama e não higroscópicas.

O isolamento interno dos transformadores de 60 kV deve ser em princípio, do tipo papel-óleo, podendo no entanto ser eventualmente também do tipo seco. No caso de ser do tipo papel-óleo, o óleo de enchimento dos transformadores deve ser de boa qualidade e deve ser garantida uma boa estanquidade, de modo a não haver contacto entre o óleo e a atmosfera exterior, qualquer que seja o dispositivo utilizado para permitir a compensação da variação do volume do óleo em função da temperatura.

O isolamento exterior dos transformadores de 60 kV deve ser em material cerâmico.

4.2 Níveis de isolamento dos enrolamentos primários

O isolamento dos enrolamentos primários deve ser concebido para poder suportar as tensões referidas nas secções 6.1.1.2, 6.1.2.2 e 6.1.2.3 da norma IEC 60044-2, tomando-se sempre, na tabela 4 desta norma, para cada valor de U_m , o valor mais elevado para as tensões de isolamento ao choque atmosférico.

Nos transformadores de ligação fase-terra o terminal de ligação à terra, quando isolado do chassis deve poder suportar a tensão de curta duração (1 minuto), à frequência industrial, de 3 kV de valor eficaz.

4.3 Isolamento dos enrolamentos secundários

Tanto o isolamento dos enrolamentos secundários entre si, como o seu isolamento em relação à terra devem ser previstos para poderem suportar a tensão de curta duração (1 minuto) à frequência industrial de 3 kV de valor eficaz.

5 COMPORTAMENTO AOS CURTO-CIRCUITOS

De acordo com a secção 6.2 da norma IEC 60044-2, os transformadores devem ser concebidos e fabricados para suportarem sem danos, quando alimentados à tensão nominal, os efeitos térmicos e mecânicos dum curto-circuito externo (secundário) durante 1 segundo.

6 ESFORÇOS MECÂNICOS

Todos os transformadores devem ser dimensionados e fabricados para resistirem aos esforços mecânicos (quer estáticos, quer dinâmicos) susceptíveis de se fazerem sentir sobre eles nomeadamente os que são transmitidos pelos seus terminais.

Em particular, em todos os transformadores de montagem exterior, os terminais devem ser previstos para suportar esforços estáticos de 500 N, aplicados de acordo com o método especificado na secção 10.3 da norma IEC 60044-2.

7 TERMINAIS

Todos os terminais devem ser claramente identificados e referenciados de acordo com o disposto na secção 11.2 da norma IEC 60044-2, de preferência e sempre que possível, por gravação em relevo sobre o isolante.

Nos transformadores de 60 kV os terminais de AT devem ser do tipo patilha ou espigão e de material adequado à ligação directa de condutores de alumínio ou cobre, sem necessidade de acessórios bimetálicos.

Os terminais secundários devem ser agrupados numa única caixa, selável (apenas para os transformadores de MT), com protecção adequada à entrada de água e corpos sólidos. Para o caso de transformadores de montagem exterior a caixa de terminais deve apresentar o grau de protecção contra a entrada de água IP 43 de acordo com a norma NP EN 60529.

Estes terminais devem ser de aperto por parafuso em aço inoxidável e permitir o aperto de condutores cuja alma condutora tenha secção recta compreendida entre 2,5 mm² e 10 mm², inclusive.

Na parte interior da tampa de terminais deve ser inserido, de forma indelével, o esquema do transformador.

Por acordo entre o fornecedor e a EDP Distribuição, esta exigência pode vir a ser dispensada, após comunicação fundamentada e aceite, sobre a impossibilidade da sua implementação.

8 CHAPAS DE CARACTERÍSTICAS

As chapas de características devem ser executadas em conformidade com o referido nas secções 11.1, 12.5 e 13.8 da norma IEC 60044-2.

Todas as informações contidas nas chapas, devem corresponder rigorosamente às características do aparelho.

Deve ser garantido o cuidado numa boa fixação destas ao corpo do transformador.

9 PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO

Todas as peças metálicas em aço, ferro fundido ou materiais similares e que sejam integrantes dos transformadores, nomeadamente dos de montagem exterior, devem ser protegidos eficazmente contra a corrosão por galvanização por imersão a quente, sendo o seu controlo feito de acordo com as normas NP-526²⁾ e NP-527³⁾.

As peças a galvanizar devem ser prévia e cuidadosamente desengorduradas. A decapagem pode ser realizada por processo químico.

A massa do revestimento de zinco por unidade de superfície, determinada de acordo com a norma NP 525⁴⁾, não deverá ser inferior a 700 g.m⁻². O teor de zinco do banho deverá ser pelo menos igual a 98,5%.

As peças em alumínio, nomeadamente os invólucros de protecção e as caixas de terminais para os transformadores de exterior, são anodizadas.

10 VERIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS. ENSAIOS

10.1 Ensaios de tipo

O conjunto dos ensaios de tipo compreende os ensaios a seguir referidos que devem ser realizados pela ordem porque são especificados.

A repetição dos ensaios de tipo, na totalidade ou em parte, poderá ser exigida desde que haja dúvidas sobre a manutenção das características dos transformadores ou haja alterações da tecnologia de fabrico ou das matérias-primas utilizadas.

2) NP-526 - Produtos zincados - Verificação da aderência do revestimento.

3) NP-527 - Produtos zincados - Verificação da uniformidade do revestimento.

4) NP 525 - Produtos zincados - Determinação da massa por unidade de superfície e da espessura média do revestimento.

10.1.1 Ensaio de aquecimento

Ensaio a realizar de acordo com o estabelecido no parágrafo 8.1 da norma IEC 60044-2.

10.1.2 Ensaio de comportamento ao curto-circuito

Ensaio a realizar de acordo com o estabelecido no parágrafo 8.2 da norma IEC 60044-2.

10.1.3 Ensaio de choque atmosférico

Ensaio a realizar de acordo com o estabelecido no parágrafo 8.3.2 da norma IEC 60044-2, com os valores da tensão de choque indicados na secção 4.2 do presente documento.

10.1.4 Ensaio sob chuva (para transformadores de tipo exterior)

Ensaio a realizar de acordo com o estabelecido no parágrafo 8.4 da norma IEC 60044-2, com os valores da tensão de choque indicados na secção 4.2 do presente documento.

10.1.5 Determinação dos erros

Ensaio a realizar de acordo com o estabelecido nos parágrafos 12.3 e 13.6.2 da norma IEC 60044-2.

10.1.6 Medida das perturbações radioelétricas

Ensaio a realizar de acordo com o estabelecido no parágrafo 8.5 da norma IEC 60044-2.

Todos os ensaios dieléctricos de tipo devem ser efectuados sobre o mesmo transformador.

Depois dos transformadores terem sido submetidos aos ensaios dieléctricos de tipo, devem ser sujeitos a todos os ensaios de série.

10.2 Ensaios individuais de série

Os ensaios individuais de série tem como finalidade revelar defeitos da fabricação ou das matérias-primas utilizadas e devem ser executados sobre todos os transformadores.

10.2.1 Verificação da marcação dos terminais

Ensaio para verificar a correcção da marcação dos terminais, de acordo com o indicado no parágrafo 9.1 da norma IEC 60044-2.

10.2.2 Ensaios à frequência industrial sobre os enrolamentos primários

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 9.2 da norma IEC 60044-2.

10.2.3 Medição das descargas parciais

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 9.2.4 da norma IEC 60044-2.

10.2.4 Ensaios à frequência industrial sobre os enrolamentos secundários

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 9.3 da norma IEC 60044-2.

10.2.5 Ensaios à frequência industrial entre secções dos enrolamentos secundários

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 9.3 da norma IEC 60044-2.

10.2.6 Determinação dos erros

Ensaio a realizar de acordo com o estabelecido nos parágrafos 12.4 e 13.7 da norma IEC 60044-2.

10.3 Ensaios especiais

Ensaios a realizar a pedido específico da EDP.

10.3.1 Ensaio ao choque atmosférico, onda cortada

Ensaios a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 10.1 da norma IEC 60044-2.

10.3.2 Medida da capacidade e do factor de dissipação dieléctrica

Ensaios a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 10.2 da norma IEC 60044-2.

10.3.3 Ensaios mecânicos

Ensaios a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 10.3 da norma IEC 60044-2.

ANEXO A

TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 10 KV

A1 Características das redes

Tensão nominal: 10 kV.

Tensão mais elevada: 12 kV.

Frequência nominal: 50 Hz.

Regime de neutro: redes com os neutros não efectivamente à terra.

A2 Características dos transformadores

Tensão primária nominal (kV)		$10 / \sqrt{3}$	10	10
Factores de tensão nominal		1,2 em permanência 1,9 s a 30 s	1,2 em permanência	1,2 em permanência
Enrolamento secundário de medição	Tensão nominal (V)	$100 / \sqrt{3}$	100	120
	Potência de precisão (VA)	60	30	500
	Classe de precisão	0,5	0,5	3P
Enrolamento secundário de tensão residual	Tensão nominal (V)	100/3		
	Potência de precisão (VA)	60		
	Classe de precisão	3		
Tipo de montagem		Interior	Interior	Exterior

ANEXO B

TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 15 KV

B1 Características das redes

Tensão nominal: 15 kV.

Tensão mais elevada: 17,5 kV.

Frequência nominal: 50 Hz.

Regime de neutro: redes com os neutros não efectivamente à terra.

B2 Características dos transformadores

Tensão primária nominal (kV)		$15 / \sqrt{3}$	15	15
Factores de tensão nominal		1,2 em permanência 1,9 s a 30 s	1,2 em permanência	1,2 em permanência
Enrolamento secundário de medição	Tensão nominal (V)	$100 / \sqrt{3}$	100	120
	Potência de precisão (VA)	60	30	500
	Classe de precisão	0,5	0,5	3P
Enrolamento secundário de tensão residual	Tensão nominal (V)	100/3		
	Potência de precisão (VA)	60		
	Classe de precisão	3		
Tipo de montagem		Interior	Interior	Exterior

ANEXO C

TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 30 KV

C1 Características das redes

Tensão nominal: 30 kV.

Tensão mais elevada: 36 kV.

Frequência nominal: 50 Hz.

Regime de neutro: redes com os neutros não efectivamente à terra.

C2 Características dos transformadores

Tensão primária nominal (kV)		$30 / \sqrt{3}$	30	30
Factores de tensão nominal		1,2 em permanência 1,9 h a 8 h	1,2 em permanência	1,2 em permanência
Enrolamento secundário de medição	Tensão nominal (V)	$100 / \sqrt{3}$	100	120
	Potência de precisão (VA)	60	30	500
	Classe de precisão	0,5	0,5	3P
Enrolamento secundário de tensão residual	Tensão nominal (V)	100/3		
	Potência de precisão (VA)	60		
	Classe de precisão	3		
Tipo de montagem		Interior	Interior	Exterior

ANEXO D

TRANSFORMADORES DE TENSÃO PARA 60 KV

D1 Características das redes

Tensão nominal: 60 kV.

Tensão mais elevada: 72,5 kV.

Frequência nominal: 50 Hz.

Regime de neutro: redes com os neutros não efectivamente à terra.

Montagem: exterior, a menos que na encomenda seja solicitado o contrário.

D2 Características dos transformadores

Tensão primária nominal (kV)		$60 / \sqrt{3}$
Factores de tensão nominal		1,2 em permanência 1,5 s a 30 s
Enrolamento secundário de medição	Tensão nominal (V)	$100 / \sqrt{3}$
	Potência de precisão (VA)	150
	Classe de precisão	0,5
Enrolamento secundário de tensão residual	Tensão nominal (V)	100/3
	Potência de precisão (VA)	120
	Classe de precisão	3

ANEXO E

CARACTERÍSTICAS A FORNECER E A GARANTIR PELO FABRICANTE

Nota: este anexo deve ser preenchido pelo fabricante para cada tipo de transformador.

As não conformidades com a especificação devem ser claramente assinaladas neste documento.

E1 Identificação

Fabricante ou marca:	
Tipo construtivo:	
Condições de serviço:	Interior/Exterior
Nº e tipo de enrolamentos:	
Relação(ões) de transformação:	
Ensaio de tipo executados ⁵⁾ :	Sim/Não

E2 Características gerais

Classe de isolamento:	
Frequência estipulada:	Hz
Tensão mais elevada para o material:	kV
Níveis de isolamento: Enrolamentos primários - valor estipulado da tensão suportável ao choque atmosférico: - valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial: Enrolamentos secundários - valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial:	 kV kV kV
Tensão primária estipulada:	kV
Tensão secundária estipulada ⁶⁾	V
Factor de tensão estipulado e respectiva duração permitida:	... / ... s
Valor estipulado da potência térmica	VA

E3 Características de precisão

Potência de precisão:	
Classe de precisão:	

5) No caso de – sim –, indicar a referência dos respectivos certificados.

6) Para cada enrolamento existente, referir o respectivo valor.

E4 Isoladores (caso de montagem exterior)

Marca:	
Tipo:	
Material:	
Linha de fuga específica:	mm / kV
Linha de fuga total:	mm
Distância no ar:	mm

E5 Esforços mecânicos sobre os terminais

Horizontal longitudinal:	N
Horizontal transversal:	N
Vertical:	N

E6 Terminais

Terminais primários – material: – dimensões: – furação (quando existente): – posição (em planta):	mm
Terminais secundários – material: – tipo e calibre: – posição (em planta): – Terminais secundários (em caixa com tampa selável) (sim/não)	mm

E7 Atravancamento

Altura total:	mm
Comprimento e largura:	 x mm
Furação para fixação:	
Referência do plano do fabricante:	