

TRANSFORMADORES DE MEDIDA

Transformadores de corrente 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 Setembro 1984 e ainda os DMA-C42-551/E, DMA-C42-570/E e DMA-C42-571/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	Níveis de isolamento dos enrolamentos secundários	4
5	CORRENTE TÉRMICA ESTIPULADA PERMANENTE	4
6	ESFORÇOS MECÂNICOS.....	4
7	TERMINAIS	5
8	CHAPAS DE CARACTERÍSTICAS.....	5
9	PROTECÇÃO CONTRA A CORROSÃO	5
10	VERIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS. ENSAIOS	6
10.1	Ensaio de tipo.....	6
10.1.1	Ensaio de resistência às correntes de curto-circuito	6
10.1.2	Ensaio de aquecimento.....	6
10.1.3	Ensaio dieléctricos	6
10.1.3.1	Ensaio ao choque atmosférico	6
10.1.3.2	Ensaio sob chuva (para transformadores do tipo exterior)	6
10.1.4	Ensaio relativos à precisão	6
10.1.4.1	Determinação dos erros dos núcleos de medição	6
10.1.4.2	Determinação dos erros dos núcleos de protecção	6
10.1.4.3	Verificação do factor de segurança (núcleos de medição)	6
10.1.4.4	Verificação do erro composto (núcleos de protecção)	6
10.1.4.5	Verificação da resistência à corrosão das partes metálicas	6
10.1.5	Ensaio mecânicos.....	7
10.2	Ensaio individuais de série	7
10.2.1	Verificação da marcação dos terminais.....	7
10.2.2	Ensaio dieléctricos	7
10.2.2.1	Ensaio à frequência industrial sobre os enrolamentos primários e medição das descargas parciais	7
10.2.2.2	Ensaio à frequência industrial entre secções dos enrolamentos primário e secundário e sobre os enrolamentos secundários	7
10.2.2.3	Ensaio de sobretensão entre espiras	7
10.2.3	Ensaio de precisão	7
10.2.3.1	Ensaio de precisão em núcleos de medição.....	7
10.2.3.2	Ensaio de precisão em núcleos de protecção.....	7
10.2.3.3	Verificação do erro composto (núcleos de protecção)	7
10.2.4	Verificação da resistência à corrosão das partes metálicas	7
	ANEXO A - TRANSFORMADORES DE CORRENTE PARA 10 KV	8
	ANEXO B - TRANSFORMADORES DE CORRENTE PARA 15 KV.....	9
	ANEXO C - TRANSFORMADORES DE CORRENTE PARA 30 KV	10
	ANEXO D - TRANSFORMADORES DE CORRENTE 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 do DMA-C42-550/E de SET 1984 e ainda os DMA-C42-551/E de ABR 1988, DMA-C42-570/E de SET 1984 e DMA-C42-571/E de 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;
- definição das características dos transformadores para 60 kV;
- 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 de tipo e de série para verificação das características.

1 OBJECTO

O presente documento destina-se a fixar as características técnicas a que devem obedecer os transformadores de corrente 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 60044-1 - Instrument transformers - Part 1 : Instrument transformers – Part 1: Current 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 60044-1, para uma categoria de temperatura -5/40.

Em determinadas circunstâncias, podem ser solicitados na encomenda, transformadores para condições especiais de serviço, de acordo com a secção 3.1 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 5.1.6.1 da norma IEC 60044-1, em ambiente costeiro.

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

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).*

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

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

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 deverá ser de boa qualidade e deverá 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 5.1.1.2, 5.1.2.2 e 5.1.3 da norma IEC 60044-1, 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 Níveis de 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, de acordo com a secção 5.1.3 e 5.1.4 da norma IEC 60044-1.

O isolamento entre espiras dos enrolamentos secundários deve poder suportar uma tensão de 4,5 kV (valor de pico) de acordo com a secção 5.1.5 da mesma norma.

5 CORRENTE TÉRMICA ESTIPULADA PERMANENTE

Todos os transformadores devem ser previstos para suportar em permanência, nas condições de serviço previsíveis, uma sobreintensidade de 20% relativamente à maior relação de transformação, sem que o seu limite de aquecimento seja ultrapassado.

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 60 kV, os terminais devem ser previstos para suportar esforços estáticos 1250 N, aplicados de acordo com o método especificado na secção 9.3 da norma IEC 60044-1.

7 TERMINAIS

Todos os terminais devem ser claramente identificados e referenciados de acordo com o disposto na secção 10.1 da norma IEC 60044-1, 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 e uma proposta alternativa.

Os transformadores de montagem exterior devem ter formas construtivas ou ser providos de acessórios que impeçam a acumulação da água da chuva no seu invólucro.

8 CHAPAS DE CARACTERÍSTICAS

A chapa de características deve ser executada de acordo com o referido no parágrafo 10.2 da norma IEC 60044-1 e outros a ele ligados, como sejam o 11.7 e 12.7, conforme o que for aplicável.

Deve ser garantida uma boa fixação da chapa de características ao corpo do aparelho, e colocada em local bem visível.

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.

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 VERIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS. ENSAIOS

10.1 Ensaios de tipo

O conjunto dos ensaios de tipo compreende os ensaios a seguir descritos que, em princípio, devem ser realizados pela ordem por que são especificados e sobre um transformador de cada tipo.

A repetição dos ensaios de tipo, na totalidade ou em parte, pode ser exigida desde que haja dúvidas sobre a manutenção das características dos transformadores ao longo dos fornecimentos ou haja alterações da tecnologia de fabrico ou das matérias-primas utilizadas. O fabricante/fornecedor deve informar a EDP Distribuição, sempre que uma destas situações ocorra.

Após a realização dos ensaios especificados no presente documento na secção 10.1.3, os aparelhos devem ainda poder suportar os ensaios dieléctricos especificados adiante na secção 10.2.2.

10.1.1 Ensaios de resistência às correntes de curto-circuito

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 7.1 da norma IEC 60044-1, com os valores das correntes e tempos especificados nos anexos a este documento.

10.1.2 Ensaio de aquecimento

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 13 da norma IEC 60404-1.

10.1.3 Ensaios dieléctricos

10.1.3.1 Ensaio ao choque atmosférico

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 7.3, 7.3.2 e 7.3.2.1 da norma IEC 60404-1 com os valores da tensão de choque indicados na secção 4.2 do presente documento.

10.1.3.2 Ensaio sob chuva (para transformadores do tipo exterior)

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 7.4 da norma IEC 60404-1.

10.1.4 Ensaios relativos à precisão

10.1.4.1 Determinação dos erros dos núcleos de medição

Este ensaio, destinado a verificar a classe de precisão dos núcleos de medição, será realizado de acordo com o indicado nos parágrafos 11.4 da norma IEC 60404-1.

10.1.4.2 Determinação dos erros dos núcleos de protecção

Este ensaio, destinado a verificar a classe de precisão dos núcleos de protecção, será realizado de acordo com o indicado no parágrafo 12.4 da norma IEC 60404-1.

10.1.4.3 Verificação do factor de segurança (núcleos de medição)

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 11.6 da norma IEC 60404-1.

10.1.4.4 Verificação do erro composto (núcleos de protecção)

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 12.5 da norma IEC 60404-1.

10.1.4.5 Verificação da resistência à corrosão das partes metálicas

A comprovação da resistência à corrosão das partes metálicas deve ser objecto de acordo entre o fornecedor e a EDP Distribuição, tendo em conta o tipo de materiais a proteger e o processo de protecção, atendendo ainda aos parâmetros estabelecidos na secção 9 do presente documento.

O processo de protecção anticorrosiva, a comprovação da sua eficácia e a forma e os parâmetros de controlo respectivos ao longo do processo de produção devem ser declarados pelo fabricante.

10.1.5 Ensaios mecânicos

Ensaios a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 9.3 da norma IEC 60044-1.

10.2 Ensaios individuais de série

Os ensaios individuais de série aqui descritos devem ser efectuados sobre todos os transformadores a fornecer.

Os ensaios relativos à precisão devem ser realizados após os ensaios dieléctricos.

10.2.1 Verificação da marcação dos terminais

Ensaio para verificar a correcção da marcação dos terminais de acordo com o indicado no parágrafo 8.1 da norma IEC 604044-1.

10.2.2 Ensaios dieléctricos

10.2.2.1 Ensaios à frequência industrial sobre os enrolamentos primários e medição das descargas parciais

Ensaios a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 8.2 (8.2.1 e 8.2.2) da norma IEC 604044-1.

Devido aos efeitos sobre o tempo de vida dos transformadores, a repetição deste ensaio deve ser devidamente ponderada. Esta situação, a ocorrer, deve ficar registada.

10.2.2.2 Ensaios à frequência industrial entre secções dos enrolamentos primário e secundário e sobre os enrolamentos secundários

Ensaios a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 8.3 da norma IEC 604044-1.

10.2.2.3 Ensaio de sobretensão entre espiras

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 8.4 da norma IEC 604044-1, de preferência segundo o procedimento A.

10.2.3 Ensaios de precisão

10.2.3.1 Ensaios de precisão em núcleos de medição

Ensaios destinados a verificar a classe de precisão dos núcleos de medição, serão realizados de acordo com o indicado no parágrafo 11.5 da norma IEC 604044-1.

10.2.3.2 Ensaios de precisão em núcleos de protecção

Ensaios destinados a verificar a classe de precisão dos núcleos de protecção, serão realizados de acordo com o parágrafo 12.4 da norma IEC 604044-1.

10.2.3.3 Verificação do erro composto (núcleos de protecção)

Ensaio a realizar de acordo com o indicado no parágrafo 12.6 da norma IEC 604044-1.

10.2.4 Verificação da resistência à corrosão das partes metálicas

A forma de comprovação da resistência à corrosão das partes metálicas deve ser declarada pelo fabricante, tendo em conta os parâmetros estabelecidos na secção 9 do presente documento.

Esta verificação poderá ser um processo expedito que no entanto garanta não haver desvios significativos na produção, relativamente às condições estipuladas e verificadas pelos ensaios de tipo.

ANEXO A

TRANSFORMADORES DE CORRENTE PARA 10 KV

A1 Características das redes

- 1.1 - Tensão nominal 10 kV
- 1.2 - Tensão mais elevada 12 kV
- 1.3 - Frequência nominal 50 Hz
- 1.4 - Regime de neutro - Redes com neutro não efectivamente à terra

A2 Características dos transformadores

A2.1 Características de curto-circuito

Estes transformadores devem ser previstos para os seguintes valores de corrente de curto-circuito:

- valor eficaz da corrente nominal de curta duração (3 segundos)..... 16 kA
- valor de pico da corrente nominal de curta duração 40 kA

Nota: em situações particulares, a EDP pode vir a aceitar um valor eficaz da corrente nominal de curta duração de 16 kA (1,5 segundos).

A2.2 Valores característicos dos secundários (núcleos) dos transformadores

Os transformadores indicados no quadro abaixo têm os secundários (núcleos) de função especializada, com os seguintes valores característicos:

Quadro de valores característicos dos TC para 10 kV

Relação de transformação	Núcleo	Potência de precisão (VA)	Classe de precisão	Factor segurança (Fs) Factor limite precisão (n)
50-100/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
150-300/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
30-60/5 A	medida	10	0,5S	$F_s \leq 5$
300/5 A	protecção	30	5 P	$n = 15$
1250-2500/5-5-5 A	medida	15	1	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$
	protecção	15	5 P	$n = 20$
1250-2500/1-1 A	medida	15	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 20$
200-400/1-1 A	medida	15	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$

A2.3 - Tipo de montagem

Estes transformadores são de montagem interior, a menos que na encomenda seja explicitado o contrário.

ANEXO B

TRANSFORMADORES DE CORRENTE PARA 15 KV

B1 Características das redes

- 1.1 - Tensão nominal 15 kV
1.2 - Tensão mais elevada 17,5 kV
1.3 - Frequência nominal 50 Hz
1.4 - Regime de neutro - Redes com neutro não efectivamente à terra

B2 Características dos transformadores
B2.1 Características de curto-circuito

Os transformadores apenas com um núcleo devem ser previstos para os seguintes valores de corrente de curto-circuito:

- valor eficaz da corrente nominal de curta duração (3 segundos) 12,5 kA
- valor de pico da corrente nominal de curta duração 31,5 kA

Nota: em situações particulares, a EDP pode vir a aceitar um valor eficaz da corrente nominal de curta duração de 12,5 kA (1,5 segundos).

Os transformadores com núcleos de medida e protecção devem ser previstos para os seguintes valores de corrente de curto-circuito:

- valor eficaz da corrente nominal de curta duração (3 segundos) 16 kA
- valor de pico da corrente nominal de curta duração 40 kA

B2.2 Valores característicos dos secundários (núcleos) dos transformadores:

Os transformadores indicados no quadro abaixo têm os secundários (núcleos) de função especializada, com os seguintes valores característicos:

Quadro de valores característicos dos TC para 15 kV

Relação de transformação	Núcleo	Potência de precisão (VA)	Classe de precisão	Factor segurança (Fs) Factor limite precisão (n)
50-100/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
50-100/5-5 A	medida	15	1	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$
150-300/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
25-50/5 A	medida	10	0,5S	$F_s \leq 5$
200-400/5-5 A	medida	15	1	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$
800-1600/5-5-5 A	medida	15	1	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$
	protecção	15	5 P	$n = 20$
800-1600/1-1 A	medida	15	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 20$
200-400/1-1 A	medida	15	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$

B2.3 Tipo de montagem

Estes transformadores são de montagem interior, a menos que na encomenda seja explicitado o contrário.

ANEXO C

TRANSFORMADORES DE CORRENTE PARA 30 KV

C1 Características das redes

- 1.1 - Tensão nominal 30 kV
- 1.2 - Tensão mais elevada 36 kV
- 1.3 - Frequência nominal 50 Hz
- 1.4 - Regime de neutro - Redes com neutro não efectivamente à terra

C2 Características dos transformadores

C2.1 Características de curto-circuito

Os transformadores apenas com um núcleo devem ser previstos para os seguintes valores de corrente de curto-circuito:

- valor eficaz da corrente nominal de curta duração (3 segundos) 8 kA
- valor de pico da corrente nominal de curta duração 20 kA

Nota: em situações particulares, a EDP pode vir a aceitar um valor eficaz da corrente nominal de curta duração de 8 kA (1,5 segundos).

Os transformadores com núcleos de medida e protecção devem ser previstos para os seguintes valores de corrente de curto-circuito:

- valor eficaz da corrente nominal de curta duração (3 segundos) 12,5 kA
- valor de pico da corrente nominal de curta duração 31,5 kA

C2.2 Valores característicos dos secundários (núcleos) dos transformadores:

Os transformadores indicados no quadro abaixo têm os secundários (núcleos) de função especializada, com os seguintes valores característicos:

Quadro de valores característicos dos TC para 30 kV

Relação de transformação	Núcleo	Potência de precisão (VA)	Classe de precisão	Factor segurança (Fs) Factor limite precisão (n)
10-20/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
25-50/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
100-200/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
150-300/5 A	medida	15	0,5S	$F_s \leq 5$
100-200/5-5 A	medida	15	1	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$
400-800/5-5-5 A	medida	15	1	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$
	protecção	15	5 P	$n = 20$
400-800/1-1 A	medida	15	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 20$
100-200/1-1 A	medida	15	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	15	5 P	$n = 15$

C2.3 Tipo de montagem

Estes transformadores são de montagem interior, a menos que na encomenda seja explicitado o contrário.

ANEXO D
TRANSFORMADORES DE CORRENTE PARA 60 KV**D1 Características das redes**

- 1.1 - Tensão nominal 60 kV
1.2 - Tensão mais elevada 72,5 kV
1.3 - Frequência nominal 50 Hz
1.4 - Regime de neutro - Redes com neutro efectivamente à terra

D2 Características dos transformadores**D2.1 Características de curto-circuito**

Os transformadores apenas com um núcleo devem ser previstos para os seguintes valores de corrente de curto-circuito:

- valor eficaz da corrente nominal de curta duração (3 segundos) 25 kA ou 31,5 kA
- valor de pico da corrente nominal de curta duração 62,5 kA ou 80 kA

D2.2 Valores característicos dos secundários (núcleos) dos transformadores:

Os transformadores indicados no quadro abaixo têm os secundários (núcleos) de função especializada, com os seguintes valores característicos:

Quadro de valores característicos dos TC para 60 kV

Relação de transformação	Núcleo	Potência de precisão (VA)	Classe de precisão	Factor segurança (Fs) Factor limite precisão (n)
200-400/1-1 A	medida	30	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	30	5 P	$n = 20$
400-800/1-1 A	medida	30	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	30	5 P	$n = 20$
600-1200/1-1 A	medida	30	0,5	$F_s \leq 5$
	protecção	30	5 P	$n = 20$

D2.3 Tipo de montagem

Estes transformadores são de montagem exterior, a menos que na encomenda seja explicitado o contrário.

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 de núcleos:	
Relação(ões) de transformação:	
Ensaio(s) de tipo executado(s):	Sim/Não

E2 Características gerais e comuns a todos os núcleos

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: - valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial entre secções dos enrolamentos primários: Enrolamentos secundários - valor estipulado da tensão suportável à frequência industrial: - sobretensão entre espiras:	 kV kV kV kV kV
Corrente(s) primária(s) estipulada(s):	A
Corrente secundária estipulada	A
Corrente térmica estipulada de curta duração e respectivo tempo:	kA / s
Corrente dinâmica estipulada	kA

E3 Características adicionais para os núcleos de medição

Classe de precisão:	
Potência de precisão:	VA
Factor de segurança:	

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

E4 Características adicionais para os núcleos de protecção⁶⁾

Classe de precisão:	
Potência de precisão:	VA
Factor limite de precisão:	
Factor limite de precisão:	
Resistência do enrolamento secundário:	Ω
Tensão de saturação:	V
Resistência de dimensionamento (curva de saturação):	

E5 Isoladores (caso de montagem exterior)

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

E6 Esforços mecânicos sobre os terminais

Horizontal longitudinal:	N
Horizontal transversal:	N
Vertical:	N

E7 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

E8 Atravancamento

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

6) Quando existir mais do que um núcleo de protecção, estas características devem ser fornecidas separadamente para cada núcleo.