

Norma Portuguesa

NP
EN 50160
2001

Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia eléctrica

Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution

Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems

ICS
29.020

DESCRIPTORES

Redes de energia eléctrica; distribuição de energia eléctrica; sistemas de energia eléctrica; tensão (electricidade); baixa tensão; média tensão; frequências; flutuações de tensão; sobretensão; tensão transitória; definições

CORRESPONDÊNCIA

Versão Portuguesa da EN 50160:1999

HOMOLOGAÇÃO

Termo de Homologação Nº 128/2001, de 2001-05-16

ELABORAÇÃO

IEP (DGE e EDP)

2ª EDIÇÃO

Dezembro de 2001

CÓDIGO DE PREÇO

X006

© IPQ reprodução proibida

Instituto Português da  Qualidade

Rua António Gião, 2
PT - 2829-513 CAPARICA PORTUGAL

Tel. (+ 351) 21 294 81 00
Fax. (+ 351) 21 294 81 01

E-mail: ipq@mail.ipq.pt
URL: www.ipq.pt

Versão Portuguesa

Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia eléctrica

Merkmale der Spannung in
öffentlichen
Elektrizitätsversorgungsnetzen

Caractéristiques de la tension
fournie par les réseaux publics
de distribution

Voltage characteristics of
electricity supplied by public
distribution systems

A presente Norma é a versão portuguesa da Norma Europeia EN 50160:1999 e tem o mesmo estatuto que as versões oficiais. A tradução é da responsabilidade do Instituto Português da Qualidade. Esta Norma Europeia foi ratificada pelo CENELEC em 1999-01-01.

Os membros do CENELEC são obrigados a submeter-se ao Regulamento Interno do CEN/CENELEC que define as condições de adopção desta Norma Europeia, como norma nacional, sem qualquer modificação. Podem ser obtidas listas actualizadas e referências bibliográficas relativas às normas nacionais correspondentes junto do Secretariado Central ou de qualquer dos membros do CENELEC.

A presente Norma Europeia existe nas três versões oficiais (Alemão, Francês e Inglês). Uma versão noutra língua, obtida pela tradução, sob responsabilidade de um membro do CENELEC, para a sua língua nacional, e notificada ao Secretariado Central, tem o mesmo estatuto que as versões oficiais.

Os membros do CENELEC são os organismos nacionais de normalização dos seguintes países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Irlanda, Islândia, Itália, Luxemburgo, Noruega, Países Baixos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça.

CENELEC

Comité Européen de Normalization Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secretariado Central: rue de Stassart 35, B - 1050 Bruxelas

Preâmbulo da EN 50160:1999

A presente Norma Europeia foi preparada pela CENELEC/BTTF 68-6, Características físicas da energia eléctrica. O projecto foi submetido ao Procedimento de Aceitação Única (UAP) e foi aprovado pelo CENELEC como EN 50160 em 1994-07-05.

Três projectos de emenda (prAA, prAB e prAC) foram submetidos ao voto formal CENELEC e foram aprovados em 1999-01-01 pelo CENELEC para inclusão na segunda edição da EN 50160.

Esta Norma Europeia substitui a EN 50160:1994.

Foram fixadas as seguintes datas:

- data limite até à qual a EN deve ser implementada a nível nacional
por publicação de uma norma nacional idêntica ou por endosso (dop) 2000-05-01
- data limite de anulação das normas nacionais divergentes com a EN (dow) 2000-05-01

Os anexos designados por “informativos” são incluídos unicamente para informação.

Nesta norma, o anexo A é informativo.

Índice	Página
Preâmbulo da EN 50160:1999.....	4
1 Generalidades	7
1.1 Campo de aplicação	7
1.2 Objecto	8
1.3 Definições	8
1.4 Referências normativas	11
2 Características da alimentação em baixa tensão.....	12
2.1 Frequência	12
2.2 Amplitude da tensão de alimentação.....	13
2.3 Variações da tensão de alimentação.....	13
2.4 Variações rápidas da tensão	13
2.5 Cavas da tensão de alimentação	14
2.6 Interrupções breves da tensão de alimentação	14
2.7 Interrupções longas da tensão de alimentação	14
2.8 Sobretensões temporárias entre os condutores activos e a terra	14
2.9 Sobretensões transitórias entre os condutores activos e a terra	14
2.10 Desequilíbrio das tensões de alimentação.....	15
2.11 Tensões harmónicas	15
2.12 Tensões inter-harmónicas.....	16
2.13 Transmissão de sinais de informação na rede	16
3 Características da alimentação em média tensão	16
3.1 Frequência	17
3.2 Amplitude da tensão de alimentação.....	17
3.3 Variações da tensão de alimentação.....	17
3.4 Variações rápidas da tensão	17
3.5 Cavas (abaixamentos) da tensão de alimentação	17
3.6 Interrupções breves da tensão de alimentação	18
3.7 Interrupções longas da tensão de alimentação	18
3.8 Sobretensões temporárias entre os condutores activos e a terra	18
3.9 Sobretensões transitórias entre os condutores activos e a terra	18

Índice (continuação)	Página
3.10 Desequilíbrio das tensões de alimentação	18
3.11 Tensões harmónicas	19
3.12 Tensões inter-harmónicas	19
3.13 Transmissão de sinais de informação na rede	20
Anexo A (informativo) - Natureza específica da electricidade	21

1 Generalidades

1.1 Campo de aplicação

A presente norma descreve as características principais, no ponto de entrega ao cliente, da tensão de alimentação por uma rede de distribuição pública em baixa ou média tensão, adiante designada abreviadamente por “rede”, em condições de exploração normais. A presente norma indica os limites ou valores característicos da tensão que um cliente tem o direito de esperar, não descrevendo a situação típica de ligação a uma rede de distribuição pública.

NOTA: Nas secções 1.3.7 e 1.3.8 são definidos os conceitos de “baixa tensão” e “média tensão”.

A presente norma não se aplica em condições anormais de exploração, como sejam os casos seguintes:

- exploração em condições de avaria ou em condições provisórias de fornecimento previstas para manter os clientes alimentados durante trabalhos de manutenção ou de construção na rede, ou para limitar a extensão e a duração de uma interrupção de alimentação;
- não conformidade da instalação ou dos equipamentos do cliente com as normas aplicáveis ou com as prescrições técnicas de ligação de cargas, estabelecidas pelas autoridades públicas ou pelo distribuidor de energia eléctrica, incluindo os limites de emissão de perturbações conduzidas;
- não conformidade das instalações de produção com as normas aplicáveis ou com as condições técnicas de interligação com a rede de distribuição pública, estabelecidas pelas autoridades públicas ou pelo distribuidor de energia eléctrica (por exemplo, produtores em regime especial);
- condições excepcionais, independentes da vontade do fornecedor, tais como:
 - condições climáticas excepcionais e outras catástrofes naturais,
 - perturbações provenientes de terceiros,
 - decisões oficiais,
 - greves (nos termos das obrigações legais),
 - casos de força maior,
 - interrupções devidas a causas externas.

As características da tensão indicadas na presente norma não são destinadas a serem utilizadas como níveis de compatibilidade electromagnética (CEM) ou como limitações da emissão pelo cliente de perturbações conduzidas nas redes de distribuição pública.

As características da tensão indicadas na presente norma não são destinadas a serem utilizadas para especificar requisitos em normas de produtos, mas devem ser tidas em consideração. Deve ser especialmente notado que o desempenho de um equipamento pode ser prejudicado se for submetido a condições de alimentação não consideradas na norma de produto.

A presente norma pode ser substituída no todo ou em parte pelos termos de um contrato acordado entre o cliente e o fornecedor.

1.2 Objecto

A presente norma tem por objecto definir e descrever os valores que caracterizam a tensão de alimentação, tais como:

- a frequência,
- a amplitude,
- a forma da onda,
- a simetria das tensões trifásicas.

Em exploração normal, estas características estão sujeitas a variações devidas a modificações da carga da rede, a perturbações geradas por certos equipamentos e ao aparecimento de defeitos que são principalmente devidos a causas externas.

As características variam de forma aleatória, tanto no tempo num dado ponto de entrega, como no espaço num dado instante. Devido a estas variações, os níveis das características podem, por vezes, ser excedidos num número restrito de casos.

Alguns dos fenómenos com incidência na tensão são particularmente imprevisíveis, de tal modo que é impossível indicar valores precisos das características correspondentes. Convém portanto interpretar em consequência os valores indicados na presente norma para estes fenómenos, nomeadamente cavas de tensão e interrupções de tensão.

1.3 Definições

Para efeitos de aplicação da presente norma, entende-se por:

1.3.1 cliente

Comprador da energia eléctrica junto de um fornecedor.

1.3.2 fornecedor

Entidade que fornece energia eléctrica a clientes por meio de uma rede de distribuição pública.

1.3.3 ponto de entrega

Ponto de ligação da instalação do cliente à rede.

NOTA: Este ponto pode ser diferente, por exemplo, do ponto de contagem ou do ponto de acoplamento comum.

1.3.4 tensão de alimentação

Valor eficaz da tensão presente num dado momento no ponto de entrega, medido num dado intervalo de tempo.

1.3.5 tensão nominal de uma rede (U_n)

Tensão pela qual uma rede é designada e em relação à qual são referidas certas características de funcionamento.

1.3.6 tensão de alimentação declarada (U_c)

Tensão nominal U_n da rede, salvo se, por acordo entre o fornecedor e o cliente, a tensão de alimentação aplicada no ponto de entrega diferir da tensão nominal, caso em que essa tensão é a tensão de alimentação declarada U_c .

1.3.7 baixa tensão (abreviatura: BT)

Para efeitos da presente norma, tensão utilizada para o fornecimento de energia eléctrica cujo valor eficaz nominal tenha o limite máximo de 1 kV.

1.3.8 média tensão (abreviatura: MT)

Para efeitos da presente norma, tensão utilizada para o fornecimento de energia eléctrica cujo valor eficaz nominal seja superior a 1 kV e não superior a 35 kV.

1.3.9 condição normal de exploração

Para uma rede, condição permitindo corresponder à procura da carga, às manobras da rede e à eliminação dos defeitos pelos sistemas de protecção automática, na ausência de condições excepcionais ligadas a influências externas ou a incidentes importantes.

1.3.10 perturbação conduzida

Fenómeno electromagnético propagado através dos condutores de uma rede. Em certos casos, pode propagar-se um fenómeno electromagnético através dos enrolamentos dos transformadores, e consequentemente entre redes de diferentes níveis de tensão. Estas perturbações podem degradar o funcionamento de um dispositivo, de um equipamento ou de um sistema, ou provocar danos.

1.3.11 frequência da tensão de alimentação

Taxa de repetição da onda fundamental da tensão de alimentação, medida durante um dado intervalo de tempo.

1.3.12 variação de tensão

Aumento ou diminuição da tensão provocados pela variação da carga total da rede ou de parte desta.

1.3.13 variação rápida de tensão

Uma variação do valor eficaz da tensão entre dois níveis consecutivos mantidos durante tempos definidos mas não indicados.

1.3.14 flutuação de tensão

Série de variações da tensão ou variação cíclica da envolvente de uma tensão (VEI 161-08-05).

1.3.15 tremulação (flicker)

Impressão de instabilidade da sensação visual provocada por um estímulo luminoso cuja luminância ou repartição espectral flutua no tempo (VEI 161-08-13).

NOTA: Uma flutuação de tensão provoca variações da luminância das lâmpadas, o que produz o fenómeno visual chamado tremulação (flicker). Acima de um certo limiar, a tremulação torna-se incómoda. Este incómodo (desconforto) aumenta rapidamente com a amplitude da flutuação. Para algumas taxas de repetição, mesmo amplitudes fracas podem revelar-se incómodas (fadiga visual).

1.3.16 severidade da tremulação

Intensidade do desconforto provocado pela tremulação definida pelo método de medição UIE-CEI da tremulação e avaliada segundo os seguintes valores:

- **severidade de curta duração** (P_{st}) medida num período de 10 min;
- **severidade de longa duração** (P_{lt}) calculada sobre uma sequência de 12 valores de P_{st} relativos a um intervalo de duas horas, segundo a expressão:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$$

1.3.17 cava (abaixamento) da tensão de alimentação

Diminuição brusca da tensão de alimentação para um valor situado entre 90% e 1% da tensão declarada U_c , seguida do restabelecimento da tensão depois de um curto lapso de tempo. Por convenção, uma cava de tensão dura de 10 ms a 1 min. O valor de uma cava de tensão é definido como sendo a diferença entre a tensão eficaz durante a cava de tensão e a tensão declarada. As variações de tensão que não reduzam a tensão de alimentação a um valor inferior a 90% de U_c não são consideradas como cavas da tensão.

1.3.18 interrupção da alimentação

Situação em que a tensão de alimentação no ponto de entrega é inferior a 1% da tensão declarada U_c . Uma interrupção da alimentação pode ser classificada como:

- **prevista**, quando os clientes são informados com antecedência, para permitir a execução de trabalhos programados na rede, ou
- **acidental**, quando provocada por defeitos permanentes ou transitórios, na maior parte das vezes ligados a acontecimentos externos, a avarias ou a interferências. Uma interrupção acidental pode ser classificada como:
 - **interrupção longa** (superior a 3 min) provocada por um defeito permanente,
 - **interrupção breve** (não superior a 3 min) provocada por um defeito transitório.

NOTA 1: As repercussões de uma interrupção prevista podem ser minimizadas pelo cliente se este tomar medidas apropriadas.

NOTA 2: As interrupções acidentais são imprevisíveis e essencialmente aleatórias.

1.3.19 sobretensão temporária à frequência industrial

Sobretensão ocorrendo num dado local com uma duração relativamente longa.

NOTA: As sobretensões temporárias são habitualmente devidas a manobras ou a defeitos (por exemplo: deslastragem súbita de carga, defeitos monofásicos, não linearidades, etc.).

1.3.20 sobretensão transitória

Sobretensão, oscilatória ou não, de curta duração, em geral fortemente amortecida e com uma duração máxima de alguns milissegundos.

NOTA: As sobretensões transitórias são em geral devidas a descargas atmosféricas, a manobras ou à fusão de fusíveis. O tempo de subida das sobretensões transitórias pode variar de menos de um microsegundo a alguns milissegundos.

1.3.21 tensão harmónica

Tensão sinusoidal cuja frequência é um múltiplo inteiro da frequência fundamental da tensão de alimentação. As tensões harmónicas podem ser avaliadas:

- individualmente, segundo a sua amplitude relativa (U_h) em relação à tensão fundamental U_1 , em que “h” representa a ordem da harmónica;
- globalmente, ou seja, pelo valor da distorção harmónica total (THD) calculado pela expressão seguinte:

$$\text{THD} = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2}$$

NOTA: As harmónicas da tensão de alimentação são causadas principalmente pelas cargas não lineares de clientes ligados em todos os níveis de tensão da rede de alimentação. As correntes harmónicas, ao circularem através das impedâncias da rede, dão origem a tensões harmónicas. As correntes harmónicas, as impedâncias da rede e, por consequência, as tensões harmónicas nos pontos de entrega variam no tempo.

1.3.22 tensão inter-harmónica

Tensão sinusoidal cuja frequência está compreendida entre as frequências das harmónicas, ou seja, cuja frequência não é um múltiplo inteiro da frequência fundamental.

NOTA: Podem surgir simultaneamente tensões inter-harmónicas com frequências muito próximas formando um espectro de banda larga.

1.3.23 desequilíbrio de tensão

Estado no qual os valores eficazes das tensões das fases ou das defasagens entre tensões de fases consecutivas, num sistema trifásico, não são iguais.

1.3.24 sinal de informação transmitido na rede

Sinal sobreposto à tensão de alimentação destinado à transmissão de informações na rede e nas instalações de clientes. Podem transmitir-se por meio da rede os seguintes três tipos de sinais:

- **sinais de telecomando centralizado:** sinais de tensão sinusoidal sobrepostos na gama de 110 Hz a 3 000 Hz;
- **sinais de corrente portadora:** sinais de tensão sinusoidal sobrepostos na gama de 3 kHz a 148,5 kHz;
- **sinais de marcação da onda:** impulsos (transitórios) de curta duração sobrepostos em pontos escolhidos da forma de onda da tensão.

1.4 Referências normativas

Os documentos normativos seguintes contêm especificações que, através da referência neste texto, constituem disposições válidas para a presente norma. Estas referências normativas são citadas nos locais adequados no texto e as publicações são listadas abaixo. Para referências datadas, aplicam-se as respectivas emendas ou revisões destas publicações a esta Norma Europeia apenas quando nela incorporadas por emenda ou revisão. Para referências não datadas, aplica-se a última edição da publicação (incluindo emendas).

EN 50065-1	1991	Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz
A1	1992	Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances
EN 60555-1	1987	Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment Part 1: Definitions (IEC 60555-1:1982)
EN 60868	1993	Flickermeter – Functional and design specifications (IEC 60868:1986 + A1:1990)
EN 61000-4-7	1993	Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto (IEC 61000-4-7:1991)
ENV 61000-2-2	1993	Electromagnetic compatibility Part 2: Environment Section 2: Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems (IEC 61000-2-2:1990)
HD 472 S1	1989	Nominal voltages for low voltage public electricity supply systems (IEC 60038:1983, modified; title of IEC 60038: IEC standard voltages)
IEC 60050-161	1990	International Electrotechnical Vocabulary Chapter 161: Electromagnetic compatibility
UNPEDE 91 en 50.02		Voltage dips and short interruptions in public medium voltage electricity supply systems

2 Características da alimentação em baixa tensão

2.1 Frequência

A frequência nominal da tensão de alimentação deve ser igual a 50 Hz. Em condições normais de exploração o valor médio da frequência fundamental, medido em intervalos de 10 s, deve estar compreendido entre os valores seguintes:

- no caso de redes com ligação síncrona a redes interligadas:

$50 \text{ Hz} \pm 1\%$	(isto é, de 49,5 Hz a 50,5 Hz)	durante 99,5% de um ano,
$50 \text{ Hz} \left(\begin{smallmatrix} +4 \\ -6 \end{smallmatrix} \right) \%$	(isto é, de 47 Hz a 52 Hz)	durante 100% do tempo.
- no caso de redes sem ligação síncrona a redes interligadas (por exemplo, redes existentes em certas ilhas):

$50 \text{ Hz} \pm 2\%$	(isto é, de 49 Hz a 51 Hz)	durante 95% de uma semana,
$50 \text{ Hz} \pm 15\%$	(isto é, de 42,5 Hz a 57,5 Hz)	durante 100% do tempo.

2.2 Amplitude da tensão de alimentação

A tensão nominal normalizada U_n para as redes de BT é a seguinte:

- no caso de sistemas trifásicos com quatro condutores:

$$U_n = 230 \text{ V entre fase e neutro,}$$

- no caso de sistemas trifásicos com três condutores:

$$U_n = 230 \text{ V entre fases,}$$

NOTA 1: Até ao ano 2003, a tensão nominal pode diferir do valor de 230 V, nas condições definidas no HD 472 S1.

NOTA 2: Nas redes de BT, a tensão de alimentação declarada e a tensão nominal são iguais.

2.3 Variações da tensão de alimentação

Em condições normais de exploração, não considerando as situações subsequentes a defeitos ou a interrupções de alimentação:

- durante cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios de 10 min devem situar-se na gama de $U_n \pm 10\%$;

NOTA 1: Até ao ano 2003, esta gama de tensões pode diferir destes valores nas condições definidas no HD 472 S1.

- todos os valores eficazes médios de 10 min devem situar-se na gama de $U_n \left(\begin{smallmatrix} +10 \\ -15 \end{smallmatrix} \right) \%$.

NOTA 2: Nos casos de fornecimento de energia eléctrica em áreas remotas, por intermédio de linhas longas, os valores da tensão podem estar fora da gama $U_n \left(\begin{smallmatrix} +10 \\ -15 \end{smallmatrix} \right) \%$. Os clientes devem ser informados.

2.4 Variações rápidas da tensão

2.4.1 Amplitude das variações rápidas da tensão

As variações rápidas da tensão provêm essencialmente das variações da carga das instalações dos clientes ou de manobras na rede.

Em condições normais de exploração, as variações rápidas da tensão não ultrapassam, em geral, 5% de U_n , o que não exclui a possibilidade de ocorrerem variações atingindo 10% de U_n com duração muito breve, várias vezes no mesmo dia, em circunstâncias excepcionais.

NOTA: Uma variação da tensão conduzindo a uma tensão inferior a 90% de U_n é considerada uma cava de tensão (veja-se a secção 2.5).

2.4.2 Severidade da tremulação

Em condições normais de exploração, para qualquer período de uma semana, a severidade de longa duração causada por flutuações de tensão deve ser $P_{fl} \leq 1$ durante 95% do tempo.

NOTA: A reacção à tremulação (flicker) é subjectiva e pode variar conforme a percepção da sua causa e o período durante o qual persiste. Em certos casos, $P_{fl} = 1$ pode causar desconforto, ao passo que, noutros casos, valores superiores de P_{fl} não causam desconforto.

2.5 Cavas da tensão de alimentação

As cavas da tensão são em geral devidas a defeitos que ocorrem em instalações de clientes ou na rede. Estes acontecimentos aleatórios são imprevisíveis. A sua frequência anual depende muito do tipo de rede e do ponto de observação. Além disso, a sua repartição ao longo do ano pode ser muito irregular.

Valores indicativos:

Em condições normais de exploração, o número possível de cavas da tensão pode ir de algumas dezenas a um milhar por ano. A maior parte das cavas da tensão dura menos de 1 s e tem uma amplitude inferior a 60%. No entanto, podem ocorrer embora raramente cavas da tensão com amplitude e duração superiores. Em certos locais, é frequente a ocorrência de cavas da tensão com amplitudes entre 10% e 15% de U_n , em consequência de manobras de ligação e desligação de carga em instalações de clientes.

2.6 Interrupções breves da tensão de alimentação

Valores indicativos:

Em condições normais de exploração, o número anual de interrupções breves pode variar de algumas dezenas a algumas centenas. A duração de cerca de 70% das interrupções breves é inferior a 1 s.

NOTA: Em certos documentos, a duração das interrupções breves é definida como não ultrapassando 1 min. Mas, por vezes, existem algoritmos de controlo com tempos de operação até 3 min para evitar interrupções longas.

2.7 Interrupções longas da tensão de alimentação

As **interrupções acidentais** têm origem em causas externas ou em acontecimentos que não podem ser evitados pelo fornecedor. Não é possível indicar frequências anuais e durações médias comuns para as interrupções longas, devido a diferenças importantes na configuração e estrutura das redes de diferentes países e aos efeitos imprevisíveis da acção de terceiros ou das intempéries.

Valores indicativos:

Em condições normais de exploração, a frequência anual das interrupções de tensão com duração superior a 3 min pode ser de 10 a 50, conforme as regiões.

Não se dão valores indicativos para as **interrupções previstas** por serem anunciadas com antecedência.

2.8 Sobretensões temporárias entre os condutores activos e a terra

Em geral, por ocasião de um defeito à terra numa rede ou em instalações de clientes, aparece uma sobretensão temporária à frequência industrial que desaparece com a eliminação do defeito. Essa sobretensão pode atingir o valor da tensão entre fases devido ao desvio do ponto neutro da rede trifásica.

Valores indicativos:

Em certas condições, um defeito a montante de um transformador pode produzir sobretensões temporárias do lado da BT, enquanto se mantiver a corrente de defeito. Estas sobretensões não ultrapassam em geral 1,5 kV_{ef}.

2.9 Sobretensões transitórias entre os condutores activos e a terra

As sobretensões transitórias não ultrapassam em geral 6 kV de crista, mas podem surgir valores mais elevados. O tempo de crescimento pode variar de menos de um microsegundo a alguns milissegundos.

NOTA: A quantidade de energia de uma sobretensão transitória varia consideravelmente com a sua origem. Uma sobretensão induzida provocada por uma descarga atmosférica caracteriza-se em geral por uma amplitude mais elevada e por uma quantidade de energia inferior às de uma sobretensão provocada por manobras, pois esta costuma ter uma duração maior. Os dispositivos de protecção contra sobretensões utilizados pelos clientes devem ter em conta os requisitos mais elevados de energia das sobretensões de manobra devidas a defeitos. Ficarão assim cobertos os esforços devidos às sobretensões induzidas quer por descargas atmosféricas quer por manobras na rede.

2.10 Desequilíbrio das tensões de alimentação

Em condições normais de exploração, para cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios de 10 min da componente inversa das tensões não devem ultrapassar 2% da correspondente componente directa. Em certas regiões em que existam clientes alimentados por linhas parcialmente monofásicas ou bifásicas, podem ocorrer desequilíbrios de até 3% nos pontos de entrega trifásicos.

NOTA: A presente norma só indica valores para a componente inversa das tensões, por ser esta a componente determinante para as eventuais perturbações provocadas pelos aparelhos ligados à rede.

2.11 Tensões harmónicas

Em condições normais de exploração, para cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios de 10 min de cada tensão harmónica não devem exceder os valores indicados no quadro 1. Em consequência de ressonâncias, podem surgir tensões mais elevadas para uma harmónica.

Além disso, a distorção harmónica total (THD) da tensão de alimentação (incluindo as harmónicas até à ordem 40) não deve ultrapassar 8%.

NOTA: A limitação à ordem 40 é convencional.

Quadro 1 - Valores das tensões harmónicas nos pontos de entrega até à ordem 25, expressas em percentagem da tensão nominal (U_n)

Harmónicas ímpares				Harmónicas pares	
Não múltiplas de 3		Múltiplas de 3		Ordem h	Tensão relativa (%)
Ordem h	Tensão relativa (%)	Ordem h	Tensão relativa (%)		
5	6,0	3	5,0	2	2,0
7	5,0	9	1,5	4	1,0
11	3,5	15	0,5	6 ... 24	0,5
13	3,0	21	0,5		
17	2,0				
19	1,5				
23	1,5				
25					

NOTA: Não são indicados valores para harmónicas de ordem superior a 25, por serem em geral de pequena amplitude, mas muito imprevisíveis devido a efeitos de ressonância.

2.12 Tensões inter-harmónicas

O nível das tensões inter-harmónicas tem vindo a crescer em consequência do desenvolvimento dos conversores de frequência e de outros equipamentos de controlo similares. Devido à pouca experiência neste domínio, os níveis de tensões inter-harmónicas estão em estudo.

Em certos casos, as tensões inter-harmónicas, mesmo de pequena amplitude, provocam tremulação (veja-se a secção 2.4.2) ou interferências nos sistemas de telecomando centralizado.

2.13 Transmissão de sinais de informação na rede

Em certos países, a rede pode ser utilizada pelo fornecedor para transmitir sinais. Os valores médios de 3 s das tensões dos sinais transmitidos não devem exceder os valores indicados na figura 1 durante pelo menos 99% de um dia.

NOTA: Em instalações de clientes, podem ser utilizados sinais com correntes portadoras de frequências compreendidas entre 95 kHz e 148,5 kHz. Como as tensões nestas frequências podem atingir $1,4 V_{ef}$ na rede de BT, estes valores devem ser tidos em conta apesar de não ser autorizada a utilização da rede para comunicações entre clientes. Devido à possibilidade de interferências mútuas entre instalações de transmissão de sinais vizinhas, um cliente pode ter de proteger a sua instalação contra esses efeitos, ou aplicar uma imunidade adequada contra essa influência para a sua instalação.

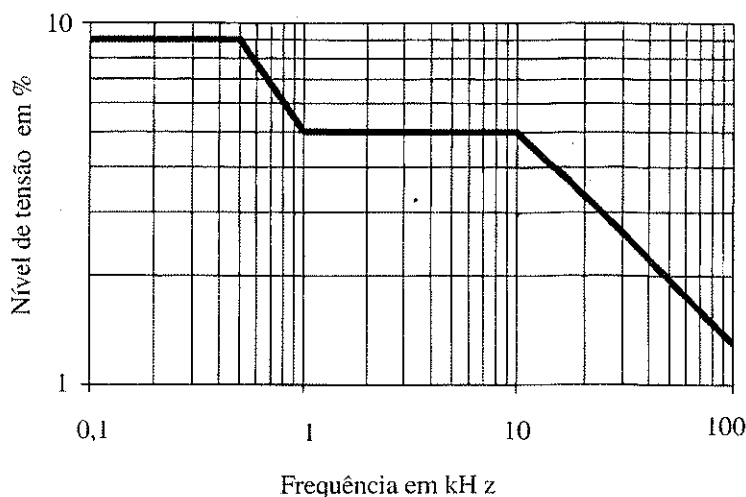


Figura 1: Níveis de tensão dos sinais em função da frequência, expressos em percentagem da U_n utilizada nas redes de BT

3 Características da alimentação em média tensão

Os clientes cujas necessidades excedam a capacidade da rede de BT são em geral alimentados a tensões declaradas superiores a 1 kV. A secção 3 da presente norma aplica-se às alimentações cuja tensão declarada não seja superior a 35 kV (MT).

NOTA: Certos clientes também podem ser alimentados em MT para satisfazer requisitos específicos ou para atenuar as perturbações induzidas pelos seus equipamentos.

3.1 Frequência

A frequência nominal da tensão de alimentação deve ser igual a 50 Hz. Em condições normais de exploração o valor médio da frequência fundamental, medido em intervalos de 10 s, deve estar compreendido entre os valores seguintes:

- no caso de redes com ligação síncrona a redes interligadas:
 - 50 Hz $\pm$ 1% (isto é, de 49,5 Hz a 50,5 Hz) durante 99,5% de um ano,
 - 50 Hz $\left(\begin{smallmatrix} +4 \\ -6 \end{smallmatrix} \right)$ % (isto é, de 47 Hz a 52 Hz) durante 100% do tempo.
- no caso de redes sem ligação síncrona a redes interligadas (por exemplo, redes existentes em certas ilhas):
 - 50 Hz $\pm$ 2% (isto é, de 49 Hz a 51 Hz) durante 95% de uma semana,
 - 50 Hz $\pm$ 15% (isto é, de 42,5 Hz a 57,5 Hz) durante 100% do tempo.

3.2 Amplitude da tensão de alimentação

A amplitude a considerar é a da tensão declarada U_c .

3.3 Variações da tensão de alimentação

Em condições normais de exploração, não considerando as interrupções de alimentação, 95% dos valores eficazes médios de 10 min para cada período de uma semana devem estar compreendidos na gama de $U_c \pm 10\%$.

3.4 Variações rápidas da tensão

3.4.1 Amplitude das variações rápidas da tensão

As variações rápidas da tensão provêm essencialmente das variações da carga nas instalações dos clientes ou de manobras na rede.

Em condições normais de exploração, as variações rápidas da tensão não ultrapassam em geral 4% de U_c , mas podem ocorrer variações até 6% de U_c com duração muito breve, várias vezes no mesmo dia, em circunstâncias excepcionais.

3.4.2 Severidade da tremulação

Em condições normais de exploração, para qualquer período de uma semana, a severidade de longa duração causada por flutuações de tensão deve ser $P_{lt} \leq 1$ durante 95% do tempo.

3.5 Cavas (abaixamentos) da tensão de alimentação

As cavas da tensão são em geral devidas a defeitos que ocorrem em instalações de clientes ou na rede. A sua frequência anual depende muito do tipo de rede e do ponto de observação. Além disso, a sua repartição ao longo do ano pode ser muito irregular.

Valores indicativos:

Em condições normais de exploração, o número possível de cavas da tensão pode ir de algumas dezenas a um milhar por ano. A maior parte das cavas de tensão dura menos de 1 s e tem uma amplitude inferior a

60 %. No entanto, podem ocorrer embora raramente cavas da tensão com amplitude e duração superiores. Em certos locais, é frequente a ocorrência de cavas da tensão com amplitudes entre 10% e 15% de U_c , em consequência de manobras de ligação e desligação de carga em instalações de clientes.

3.6 Interrupções breves da tensão de alimentação

Valores indicativos:

Em condições normais de exploração, o número anual de interrupções breves pode variar de algumas dezenas a algumas centenas. A duração de cerca de 70% das interrupções breves é inferior a 1 s.

NOTA: Em certos documentos, a duração das interrupções breves é definida como não ultrapassando 1 min. Mas, por vezes, existem algoritmos de controlo com tempos de operação até 3 min para evitar interrupções longas.

3.7 Interrupções longas da tensão de alimentação

As **interrupções acidentais** têm origem em causas externas ou em acontecimentos que não podem ser evitados pelo fornecedor. Não é possível indicar frequências anuais e durações médias comuns para as interrupções longas, devido a diferenças importantes na configuração e estrutura das redes de diferentes países e aos efeitos imprevisíveis da acção de terceiros ou das intempéries.

Valores indicativos:

Em condições normais de exploração, a frequência anual das interrupções de tensão com duração superior a 3 min pode ser de 10 a 50, conforme as regiões.

Não se dão valores indicativos para as **interrupções previstas** por serem anunciadas com antecedência.

3.8 Sobretensões temporárias entre os condutores activos e a terra

Em geral, por ocasião de um defeito à terra numa rede ou em instalações de clientes, aparece uma sobretensão temporária à frequência industrial que desaparece com a eliminação do defeito. O valor previsível para este tipo de sobretensão depende do tipo de ligação do neutro à terra. Para redes com o neutro ligado à terra, directamente ou por impedância, a sobretensão não deve ultrapassar $1,7 U_c$. Para redes de neutro isolado ou com bobina de extinção, a sobretensão não deve ultrapassar $2,0 U_c$. O tipo de ligação do neutro à terra deve ser indicado pelo fornecedor.

3.9 Sobretensões transitórias entre os condutores activos e a terra

Nas redes de MT, as sobretensões transitórias ocorrem como resultado de manobras ou, quer directamente quer por indução, aquando de descargas atmosféricas. As sobretensões de manobra são em geral inferiores em amplitude às sobretensões devidas a descargas atmosféricas, mas o seu tempo de crescimento pode ser menor e/ou podem durar mais tempo.

NOTA: O plano de coordenação de isolamento das instalações do cliente deve ser compatível com o do fornecedor.

3.10 Desequilíbrio das tensões de alimentação

Em condições normais de exploração, para cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios de 10 min da componente inversa das tensões não devem ultrapassar 2% da correspondente componente directa. Em certas regiões podem ocorrer desequilíbrios de até 3%.

NOTA: A presente norma só indica valores para a componente inversa das tensões, por ser esta a componente determinante para as eventuais perturbações provocadas pelos aparelhos ligados à rede.

3.11 Tensões harmónicas

Em condições normais de exploração, para cada período de uma semana, 95% dos valores eficazes médios de 10 min de cada tensão harmónica não devem exceder os valores indicados no quadro 2. Em consequência de ressonâncias, podem surgir tensões mais elevadas para uma harmónica.

Além disso, a distorção harmónica total (THD) da tensão de alimentação (incluindo as harmónicas até à ordem 40) não deve ultrapassar 8%.

NOTA: A limitação à ordem 40 é convencional.

Quadro 2 - Valores das tensões harmónicas nos pontos de entrega até à ordem 25, expressas em percentagem da tensão declarada (U_c)

Harmónicas ímpares				Harmónicas pares	
Não múltiplas de 3		Múltiplas de 3			
Ordem h	Tensão relativa (%)	Ordem h	Tensão relativa (%)	Ordem h	Tensão relativa (%)
5	6,0	3	5,0 ^{*)}	2	2,0
7	5,0	9	1,5	4	1,0
11	3,5	15	0,5	6 ... 24	0,5
13	3,0	21	0,5		
17	2,0				
19	1,5				
23	1,5				
25	1,5				

^{*)} Conforme a concepção da rede, o valor da harmónica de ordem três pode ser muito inferior.

NOTA: Não são indicados valores para harmónicas de ordem superior a 25, por serem em geral de pequena amplitude, mas muito imprevisíveis devido a efeitos de ressonância.

3.12 Tensões inter-harmónicas

O nível das tensões inter-harmónicas tem vindo a crescer em consequência do desenvolvimento dos conversores de frequência e de outros equipamentos de controlo similares. Devido à pouca experiência neste domínio, os níveis de tensões inter-harmónicas estão em estudo.

Em certos casos, as tensões inter-harmónicas, mesmo de pequena amplitude, provocam tremulação (veja-se a secção 3.4.2) ou interferências nos sistemas de telecomando centralizado.

3.13 Transmissão de sinais de informação na rede

Em certos países, a rede pode ser utilizada pelo fornecedor para transmitir sinais. Os valores médios de 3 s das tensões dos sinais transmitidos não devem exceder os valores indicados na figura 2 durante 99% de um dia. Estão em estudo valores para as frequências compreendidas entre 9 kHz e 95 kHz.

NOTA: Parte-se do princípio que os clientes não serão autorizados a utilizar a rede de MT para a transmissão de sinais.

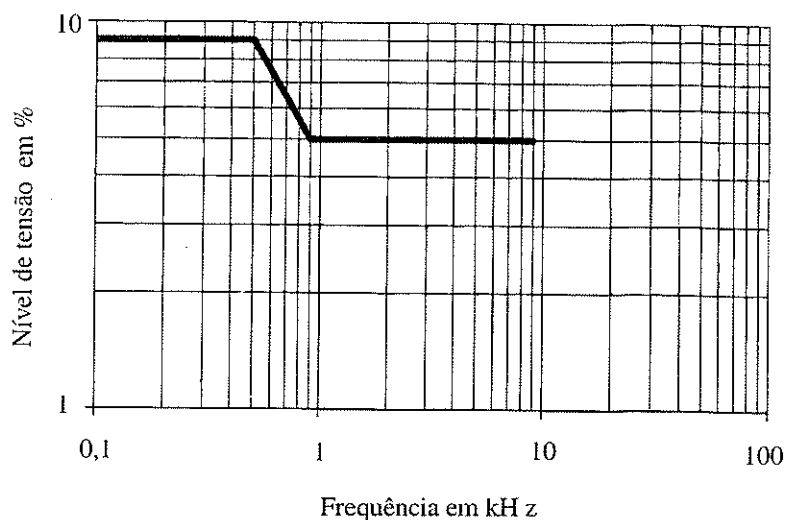


Figura 2: Níveis de tensão dos sinais em função da frequência, expressos em percentagem da U_c utilizada nas redes de MT

Anexo A

(informativo)

Natureza específica da electricidade

A electricidade é uma forma de energia particularmente flexível e adaptável. Na sua utilização, ela é convertida noutras formas de energia: térmica, luminosa, mecânica, e muitas formas electromagnéticas, electrónicas, acústicas e visuais que estão na base das técnicas modernas de telecomunicações, de informática e de lazer.

A electricidade, tal como é fornecida aos clientes, apresenta numerosas características variáveis que desempenham um papel na utilidade que representa para os clientes. A presente norma descreve as características da electricidade, relativamente à tensão alternada. Considerando a utilização dada à electricidade, é desejável que a tensão de alimentação apresente alternâncias regulares, segundo uma sinusóide perfeita e uma amplitude constante. Na prática, numerosos factores não o permitem. Contrariamente aos produtos correntes, a utilização da electricidade é um dos principais factores que influenciam a variação das suas “características”.

O fornecimento da energia eléctrica aos aparelhos dos clientes provoca a circulação de correntes mais ou menos proporcionais à procura dos clientes. Quando estas correntes circulam nos condutores da rede, provocam quedas de tensão. A amplitude da tensão de alimentação de um cliente individual é função, em qualquer momento, das quedas de tensão acumuladas em todos os componentes da rede pela qual o cliente é alimentado e é determinada tanto pela procura individual como pela procura simultânea dos outros clientes. Estando a procura de cada cliente em variação constante e existindo uma variação suplementar ao nível da simultaneidade entre as procuras dos vários clientes, a tensão de alimentação também variará. É por esta razão que a presente norma trata das características da tensão em termos estatísticos e probabilísticos. É do interesse económico do cliente que a norma do fornecimento corresponda às condições normalmente esperadas e não a circunstâncias invulgaes, tais como uma coincidência fortuita entre as procuras de vários aparelhos ou clientes.

A electricidade chega ao cliente através dos equipamentos do sistema de produção, transporte e distribuição. Cada componente da rede está sujeito a danos ou avarias provocados por solicitações eléctricas, mecânicas e químicas devidas a factores variados, tais como condições climáticas extremas, desgaste normal, deterioração por envelhecimento, perturbações causadas por actividades humanas, pelas aves e outros animais, etc. Estes danos podem afectar ou mesmo causar a interrupção da alimentação de electricidade a um ou mais clientes.

Para manter a frequência constante, é necessário equilibrar em cada instante o conjunto da capacidade de produção com a carga combinada pedida simultaneamente. Sendo, tanto a capacidade de produção como a carga, susceptíveis de variações descontínuas, muito particularmente no caso de defeitos nos sistemas de produção, de transporte ou de distribuição, existe sempre um certo risco de desequilíbrio que provoque um aumento ou uma diminuição da frequência. Este risco diminui se numerosas redes estiverem agrupadas em grandes redes interligadas cuja capacidade de produção seja muito grande em relação às eventuais variações.

Muitas outras características podem perturbar ou danificar os equipamentos dos clientes, e mesmo ser perigosas, tanto para os equipamentos como para pessoas e bens. Algumas destas características estão ligadas a fenómenos transitórios inevitáveis inerentes à própria rede e causadas por defeitos, manobras ou fenómenos atmosféricos (descargas atmosféricas). Outras são o resultado de diversas utilizações da electricidade que modificam directamente a forma da onda da tensão, impõem uma forma particular à sua

amplitude ou lhe sobrepõem tensões de sinais. Por coincidência, a proliferação recente de equipamentos produzindo estes efeitos tem sido acompanhada do aumento de equipamentos sensíveis a estas perturbações.

A presente norma define, na medida do possível, as variações das características normalmente expectáveis fornecendo, nos outros casos, a melhor indicação possível do que, em termos quantitativos, se pode prever.

Devido à muito grande diversidade de estrutura das redes de distribuição, em função das regiões, que resultam por exemplo das diferenças de densidade de carga, da repartição da população ou da topografia, numerosos clientes podem constatar variações de tensão nitidamente inferiores aos valores indicados na presente norma.

Uma das propriedades particulares da electricidade é que, em relação a algumas das suas características, a sua qualidade depende mais do cliente do que do produtor ou do fornecedor. O cliente é, assim, um parceiro importante do fornecedor na manutenção da qualidade da electricidade.

Esta questão já foi abordada noutras normas já publicadas ou em curso de elaboração. As normas que tratam das emissões dos equipamentos dos clientes definem os níveis de perturbações electromagnéticas autorizadas. As normas sobre a imunidade definem os níveis de perturbação toleráveis pelos equipamentos sem provocar danos excessivos ou paragens de funcionamento. Um terceiro tipo de normas respeitante aos níveis de compatibilidade electromagnética permite coordenar e harmonizar as normas de emissão e de imunidade, com o fim de assegurar a compatibilidade electromagnética.

Embora a presente norma tenha laços evidentes com os níveis de compatibilidade, é importante notar que trata das características da tensão eléctrica. Não é uma norma sobre os níveis de compatibilidade. Deve ser especialmente realçado que o desempenho de um equipamento pode ser degradado se for sujeito a condições de alimentação mais severas que as especificadas na respectiva norma de produto.

Norma Portuguesa

NP
EN 50160:2001
ERRATA
Abr. 2004

Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia eléctrica

Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution

Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems

ERRATA

Esta errata à NP EN 50160:2001 corresponde à corrigenda de Abril de 2004 da EN 50160:1999.

NOTA: Esta errata inclui e substitui a errata de Janeiro de 2004 à NP EN 50160:2001.

Secção 2.2, nota 1

Substituir “2003” por “2008”.

Secção 2.3, nota 1

Substituir “2003” por “2008”.

© IPQ reprodução proibida

Instituto Português da  Qualidade

Rua António Gão, 2
PT - 2829-513 CAPARICA PORTUGAL

Tel. (+ 351) 21 294 81 00
Fax. (+ 351) 21 294 81 01

E-mail: ipq@mail.ipq.pt
URL: www.ipq.pt