

Enero 2001

TÍTULO

Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución

Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems.

Caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 50160 de noviembre 1999.

OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE-EN 50160 de octubre 1996.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 208 *Compatibilidad Electromagnética* cuya Secretaría desempeña UNESA.

Versión en español

Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución

**Voltage characteristics of electricity
supplied by public distribution systems.**

**Caractéristiques de la tension fournie par
les réseaux publics de distribution.**

**Merkmale der Spannung in öffentlichen
Elektrizitätsversorgungsnetzen.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1999-01-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CENELEC
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES.....	5
1 GENERALIDADES	6
1.1 Campo de aplicación.....	6
1.2 Objeto	6
1.3 Definiciones	7
1.4 Normas para consulta.....	9
2 CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	10
2.1 Frecuencia	10
2.2 Amplitud de la tensión suministrada	10
2.3 Variaciones de la tensión suministrada.....	11
2.4 Variaciones rápidas de tensión	11
2.5 Huecos de tensión.....	11
2.6 Interrupciones breves de la tensión suministrada	11
2.7 Interrupciones largas de la tensión suministrada	12
2.8 Sobretensiones temporales en la red entre fases y tierra.....	12
2.9 Sobretensiones transitorias entre fases y tierra	12
2.10 Desequilibrio de la tensión suministrada.....	12
2.11 Tensiones armónicas.....	12
2.12 Tensiones interarmónicas.....	13
2.13 Transmisión de señales de información por la red	13
3 CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN.....	14
3.1 Frecuencia	14
3.2 Amplitud de la tensión suministrada	14
3.3 Variaciones de la tensión suministrada.....	15
3.4 Variaciones rápidas de tensión	15
3.5 Huecos de tensión.....	15
3.6 Interrupciones breves de la tensión suministrada	15
3.7 Interrupciones largas de la tensión suministrada	15
3.8 Sobretensiones temporales en la red entre fases y tierra.....	16
3.9 Sobretensiones transitorias entre fases y tierra	16
3.10 Desequilibrio de la tensión suministrada.....	16
3.11 Tensiones armónicas.....	16
3.12 Tensiones interarmónicas.....	17
3.13 Transmisión de señales de información por la red	17
ANEXO A (Informativo) NATURALEZA PARTICULAR DE LA ELECTRICIDAD	18

ANTECEDENTES

Esta norma europea fue preparada por el grupo BTTF 68-6, "Características físicas de la energía eléctrica" de CENELEC. El texto del borrador fue sometido al Procedimiento de Aceptación Unica y fue aprobado por CENELEC como EN 50160 el 1994-07-05.

Tres borradores de modificaciones (prAA, prAB, prAC) fueron sometidos al voto formal de CENELEC y fueron aprobados por CENELEC el 1999-01-01 para su inclusión en una segunda edición de la Norma EN 50160.

Esta norma europea sustituye a la Norma EN 50160:1994.

Se han fijado las siguientes fechas:

- Fecha límite en la que la EN debe ser adoptada a nivel nacional por la publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación (dop) 2000-01-01
- Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes (dow) 2000-01-01

Los anexos denominados "informativos" se dan sólo para información.

En esta norma, el anexo A es informativo.

1 GENERALIDADES

1.1 Campo de aplicación

Esta norma describe, en el punto de entrega al cliente, las características principales de la tensión suministrada por una red general de distribución en baja tensión y en media tensión en condiciones normales de explotación. Esta norma da los límites o los valores de las características de la tensión que todo cliente tiene derecho a esperar, y no da los valores típicos en la red general de distribución.

NOTA – Véanse las definiciones de baja tensión y de media tensión en los apartados 1.3.7 y 1.3.8.

Esta norma no se aplica en las situaciones de explotación anormales, incluidas en los casos siguientes:

- condiciones que siguen a una avería o condiciones provisionales de alimentación previstas para mantener el suministro a los clientes durante trabajos de mantenimiento o de construcción en la red, o para limitar la extensión y la duración de una interrupción de alimentación;
- no conformidad de la instalación o de los equipos del cliente a las normas aplicables o a los requisitos técnicos de conexión de cargas establecidos, bien por la administración o bien por el distribuidor de electricidad, que incluyen los límites de emisión de perturbaciones conducidas;
- no conformidad de los medios de producción a las normas aplicables o a las condiciones técnicas de conexión a la red eléctrica de distribución establecidas, bien por la administración o bien por el distribuidor de electricidad (autoproducción);
- condiciones excepcionales, que no son dominadas por el distribuidor, tales como:
 - condiciones climáticas excepcionales y otras catástrofes naturales;
 - hechos provenientes de terceros;
 - decisiones gubernativas;
 - acciones de huelga (sujetas a obligaciones legales);
 - fuerza mayor;
 - interrupciones debidas a causas externas.

Las características de la tensión dadas en esta norma no están destinadas a ser utilizadas como niveles de compatibilidad electromagnética (CEM) o como limitaciones de emisión por el cliente de perturbaciones conducidas por las redes generales de distribución.

Las características de la tensión dadas en esta norma no están destinadas a ser utilizadas para definir las exigencias de los equipos en las normas de producto, pero deberían ser tenidas en cuenta. Es especialmente importante destacar que las prestaciones de un equipo pueden degradarse si está sometido a condiciones de alimentación que no están tenidas en cuenta en la norma de producto correspondiente al equipo.

Esta norma puede ser sustituida en su totalidad o en parte por los términos de un contrato concertado entre un cliente y el distribuidor de electricidad.

1.2 Objeto

El objeto de esta norma es definir y describir los valores que caracterizan la tensión de alimentación suministrada, tales como:

- la frecuencia;
- la amplitud;

- la forma de la onda;
- la simetría de las tensiones trifásicas.

En explotación normal, estas características están sujetas a variaciones debidas a modificaciones de carga de la red, perturbaciones emitidas por ciertos equipos, y por la aparición de defectos debidos principalmente a causas externas.

Las características varían de manera aleatoria, a la vez en el tiempo en un punto de suministro dado, y en el espacio, en un instante dado. A causa de estas variaciones, los niveles de las características podrán ser sobrepasados alguna vez.

Ciertos fenómenos que tienen una incidencia sobre la tensión son particularmente imprevisibles de tal modo que es imposible indicar el valor preciso de las características correspondientes. Conviene pues interpretar en consecuencia los valores dados en esta norma para estos fenómenos, a saber: huecos de tensión, interrupciones de tensión.

1.3 Definiciones

Para las necesidades de esta norma, se aplican las definiciones siguientes:

1.3.1 cliente: Comprador de electricidad a un distribuidor.

1.3.2 distribuidor: Suministrador de electricidad a clientes por medio de una red de distribución.

1.3.3 punto de suministro: Punto de enlace de la instalación del cliente con la red general.

NOTA – Este punto puede ser diferente, por ejemplo, del punto de medida o del punto de conexión común.

1.3.4 tensión de alimentación: Valor eficaz de la tensión presente en un instante dado en el punto de suministro y medido en un intervalo de tiempo dado.

1.3.5 tensión nominal de una red (U_n): Tensión que caracteriza o identifica una red y a la cual se hace referencia para ciertas características del funcionamiento.

1.3.6 tensión de alimentación declarada (U_c): La tensión de alimentación declarada U_c es generalmente la tensión nominal U_n de la red. Si, como consecuencia de un acuerdo entre el distribuidor y el cliente, la tensión de alimentación aplicada en sus bornes difiere de la tensión nominal, entonces, aquella tensión corresponde a la tensión de alimentación declarada U_c .

1.3.7 baja tensión (abreviatura: BT): En el ámbito de esta norma, tensión utilizada para el suministro eléctrico, cuyo valor eficaz nominal es de 1 kV como máximo.

1.3.8 media tensión (abreviatura: MT): En el ámbito de esta norma, tensión utilizada para el suministro eléctrico, cuyo valor eficaz nominal está comprendido entre 1 kV y 35 kV.

1.3.9 condiciones normales de explotación: Condiciones que permiten responder a la demanda de la carga, a las maniobras de red y a la eliminación de las faltas por los sistemas de protección automática, en ausencia de condiciones excepcionales debidas a influencias exteriores o a casos de fuerza mayor.

1.3.10 perturbación conducida: Fenómeno electromagnético propagado a lo largo de los conductores de las líneas de una red de distribución. En ciertos casos, un fenómeno electromagnético se propaga a través de los arrollamientos de los transformadores y, por lo tanto, entre redes de diferentes niveles de tensión. Estas perturbaciones pueden degradar las prestaciones de un aparato, de un equipo o de un sistema, o provocar daños.

1.3.11 frecuencia de la tensión de alimentación: Tasa de repetición de la componente fundamental de la tensión de alimentación, medida durante un intervalo de tiempo dado.

1.3.12 variación de tensión: Aumento o disminución de tensión, provocada normalmente por la variación de la carga total de la red de distribución o de una parte de esa red.

1.3.13 variación rápida de tensión: Una variación del valor eficaz de una tensión entre dos niveles consecutivos mantenidos durante intervalos de tiempo definidos pero no especificados.

1.3.14 fluctuación de tensión: Serie de variaciones de tensión o variación cíclica de la envolvente de la tensión (VEI 161-08-05).

1.3.15 parpadeo (Flicker): Impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso en el cual la luminosidad o la distribución espectral fluctúan en el tiempo (VEI 161-08-13).

NOTA – Las fluctuaciones de tensión provocan variaciones de luminancia del alumbrado, lo que produce el fenómeno ocular llamado parpadeo. Por encima de un cierto umbral, el parpadeo se vuelve molesto. Esta molestia aumenta rápidamente con la amplitud de la fluctuación. Para ciertas tasas de repetición, amplitudes incluso débiles pueden resultar molestas.

1.3.16 severidad del parpadeo: Intensidad de la molestia provocada por el parpadeo definida por el método de medida UIE-CEI del parpadeo y evaluada según las cantidades siguientes:

- **severidad de corta duración (P_{st})** medida en un período de 10 min;
- **severidad de larga duración (P_{lt})** calculada a partir de una secuencia de 12 valores de P_{st} en un intervalo de 2 h, según la fórmula siguiente:

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

1.3.17 hueco de la tensión de alimentación: Disminución brusca de la tensión de la alimentación a un valor situado entre el 90% y el 1% de la tensión declarada U_c , seguida del restablecimiento de la tensión después de un corto lapso de tiempo. Por convenio, un hueco de tensión dura de 10 ms a 1 min. La profundidad de un hueco de tensión es definida como la diferencia entre la tensión eficaz mínima durante el hueco de tensión y la tensión declarada. Las variaciones de tensión que no reducen la tensión de alimentación a un valor inferior al 90% de la tensión declarada U_c no son consideradas como huecos de tensión

1.3.18 interrupción de alimentación: Condición en la que la tensión en los puntos de suministro es inferior al 1% de la tensión declarada U_c . Una interrupción de alimentación puede ser clasificada como:

- **prevista**, cuando los clientes son informados de antemano para permitir la ejecución de trabajos programados en la red de distribución, o
- **accidental**, cuando está provocada por defectos permanentes o fugitivos, la mayoría de las veces ligadas a sucesos exteriores, a averías o interferencias. Una interrupción accidental puede ser clasificada como:
 - **interrupción larga** (sobrepasando 3 min) provocada por un defecto permanente;
 - **interrupción breve** (hasta 3 min) provocada por un defecto fugitivo.

NOTA 1 – Las repercusiones de una interrupción prevista pueden ser minimizadas por el cliente si toma las medidas apropiadas.

NOTA 2 – Las interrupciones accidentales son sucesos imprevisibles y esencialmente aleatorios.

1.3.19 sobretensión temporal a frecuencia industrial: Sobretensión de una duración relativamente larga en un lugar dado.

NOTA – Las sobretensiones temporales son habitualmente debidas a maniobras o defectos (por ejemplo: reducción súbita de la carga, defectos monofásicos, no linealidades).

1.3.20 sobretensión transitoria: Sobretensión oscilatoria o no oscilatoria de corta duración generalmente fuertemente amortiguada y que dura como máximo algunos milisegundos.

NOTA – Las sobretensiones transitorias son generalmente debidas a rayos, a maniobras, o al funcionamiento de fusibles. El tiempo de subida del frente de las sobretensiones transitorias puede variar de menos de 1 microsegundo a algunos milisegundos.

1.3.21 tensión armónica: Tensión sinusoidal cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación. Las tensiones armónicas pueden ser evaluadas:

- individualmente, según su amplitud relativa (u_h) con relación a la tensión fundamental U_1 , donde h presenta el orden del armónico,
- globalmente, es decir, según el valor de la tasa de distorsión armónica total (THD) calculada utilizando la fórmula siguiente:

$$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (u_h)^2}$$

NOTA – Las tensiones armónicas de la red de alimentación son principalmente debidas a las cargas no lineales de clientes conectadas en todos los niveles de tensión de la red de alimentación. Las corrientes armónicas que circulan a través de las impedancias del circuito dan lugar a tensiones armónicas. Las corrientes armónicas, las impedancias de la red y por consiguiente las tensiones armónicas en los puntos de suministro varían en el tiempo.

1.3.22 tensión interarmónica: Tensión sinusoidal cuya frecuencia se sitúa entre las frecuencias de los armónicos, es decir, cuya frecuencia no es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.

NOTA – Tensiones interarmónicas que tengan frecuencias muy próximas pueden aparecer al mismo tiempo formando entonces un espectro de banda ancha.

1.3.23 desequilibrio de tensión: En un sistema trifásico, estado en el cual el valor eficaz de las tensiones de fases o los desfases no son iguales.

1.3.24 señales de información transmitidas por la red: Señal superpuesta a la tensión suministrada, con objeto de transmitir informaciones por la red general de distribución y a las instalaciones de los clientes. La red general de distribución permite transmitir los tres tipos de señales siguientes:

- **señales de telemando centralizado:** tensión sinusoidal superpuesta en la gama 110 a 3 000 Hz,
- **señales de corriente portadora:** tensión sinusoidal superpuesta en la gama 3 kHz a 148,5 kHz,
- **señales de marcado de onda:** impulsos (transitorios) de corta duración superpuestos a la onda de tensión en instantes elegidos.

1.4 Normas para consulta

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación.

EN 50065-1: 1991 - A1:1992 – *Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz y 148,5 kHz. Parte 1: Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas.*

EN 60555-1:1987 – *Perturbaciones producidas en las redes de alimentación por los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos. Parte 1: Definiciones (CEI 60555-1:1982).*

EN 60868:1993 – *Medidor de Flicker. Especificaciones funcionales y de diseño (CEI 60868:1986 + A1:1990).*

EN 61000-4-7:1993 – *Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 7: Guía general relativa a las medidas de armónicos y de interarmónicos, así como a los aparatos de medida, aplicable a las redes de alimentación y a los aparatos conectados a éstas (CEI 61000-4-7:1991).*

ENV 61000-2-2:1993 – *Compatibilidad electromagnética. Parte 2: Entorno. Sección 2: Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes de suministro público en baja tensión (CEI 61000-2-2:1990).*

HD 472 S1:1989 – *Tensiones nominales de las redes eléctricas de distribución pública en baja tensión (CEI 60038:1983, modificada; título CEI 60038: Tensiones nominales).*

CEI 60050-161:1990 – *Vocabulario Electrotécnico Internacional. Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.*

UNIPED 91 en 50.02 – *Huecos de tensión e interrupciones breves en las redes de media tensión.*

2 CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSION

2.1 Frecuencia

La frecuencia nominal de la tensión suministrada debe ser de 50 Hz. En condiciones normales de explotación, el valor medio de la frecuencia fundamental medida por períodos de 10 s debe situarse en los intervalos siguientes:

- para redes acopladas por conexiones síncronas a un sistema interconectado:

50 Hz \pm 1% (de 49,5 Hz a 50,5 Hz) durante el 99,5% de un año

50 Hz +4%/- 6% (de 47 Hz a 52 Hz) durante el 100% del tiempo

- para redes sin conexión síncrona a un sistema interconectado (redes de alimentación que existen en ciertas islas):

50 Hz \pm 2% (de 49 Hz a 51 Hz) durante el 95% de una semana

50 Hz \pm 15% (de 42,5 Hz a 57,5 Hz) durante el 100% del tiempo

2.2 Amplitud de la tensión suministrada

La tensión nominal normalizada (U_n) para las redes generales de baja tensión es:

- en el caso de un sistema trifásico de 4 conductores:

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

- en el caso de un sistema trifásico de 3 conductores:

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

NOTA 1 – Hasta el año 2003, la tensión nominal puede diferir de este valor de 230 V, conforme a la norma HD 472 S1.

NOTA 2 – En las redes de baja tensión, las tensiones declarada y nominal son iguales.

2.3 Variaciones de la tensión suministrada

En las condiciones normales de explotación, aparte de las situaciones que siguen a defectos o a interrupciones:

- para cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces de la tensión suministrada promediados en 10 min deben situarse en un intervalo $U_n \pm 10\%$.

NOTA 1 – Hasta el año 2003, este intervalo de tensión puede diferir de estos valores normalizados conforme al HD 472 S1.

- para todos los períodos de 10 min, los valores promediados del valor eficaz de la tensión deben situarse en el intervalo $U_n + 10\% / -15\%$.

NOTA 2 – En el caso de alimentación de zonas alejadas, por líneas largas, los valores de la tensión pueden estar fuera de un intervalo $U_n + 10\% / -15\%$. Los clientes deben ser informados.

2.4 Variaciones rápidas de tensión

2.4.1 Amplitud de las variaciones rápidas de tensión. Las variaciones rápidas de la tensión suministrada provienen esencialmente de las variaciones de la carga en las instalaciones de los clientes o de maniobras en la red.

En condiciones normales de explotación, una variación rápida de la tensión no sobrepasa generalmente el 5% de U_n pero, en ciertas circunstancias, pueden producirse variaciones que alcanzan hasta el 10% de U_n durante cortos instantes, varias veces en el mismo día.

NOTA – Una variación de la tensión que de como resultado una tensión inferior al 90% de U_n es considerada como un hueco de tensión (véase el apartado 2.5).

2.4.2 Severidad del parpadeo. En condiciones normales de explotación, para cada período de una semana, el nivel de severidad de larga duración del parpadeo debido a las fluctuaciones de la tensión debería ser P_{lt} menor o igual a 1 durante el 95% del tiempo.

NOTA – La reacción del parpadeo es subjetiva y puede variar según las causas y según su duración. En ciertos casos, $P_{lt} = 1$ puede dar lugar a molestia, mientras que, en otros casos, niveles más elevados de P_{lt} no la provocan.

2.5 Huecos de tensión

Los huecos de tensión son generalmente debidos a defectos que sobrevienen en las instalaciones de los clientes o en la red general. Estos sucesos fundamentalmente aleatorios son imprevisibles. Su frecuencia anual depende principalmente del tipo de red de distribución y del punto de observación. Además, su distribución en un año puede ser muy irregular.

Valores indicativos:

En condiciones normales de explotación, el número esperado de huecos de tensión en un año puede ir de algunas decenas a un millar. La mayor parte de los huecos de tensión tienen una duración de menos de un segundo y una profundidad inferior al 60%. Sin embargo a veces pueden producirse huecos de tensión de una profundidad y duración superior. En ciertos lugares, es frecuente que se produzcan huecos de tensión de profundidad comprendida entre el 10% y el 15% de U_n , que están provocados por conmutaciones de carga en las instalaciones de los clientes.

2.6 Interrupciones breves de la tensión suministrada

Valores indicativos:

En condiciones normales de explotación, el número anual de interrupciones breves de la tensión suministrada puede variar de algunas decenas a varias centenas. La duración de aproximadamente el 70% de las interrupciones breves es inferior a 1 s.

NOTA – En ciertos documentos, la duración de las interrupciones breves está definida como no sobrepasando 1 min. Pero a veces, se utilizan sistemas de control que tienen tiempos de funcionamiento activo de hasta 3 min, a fin de evitar interrupciones largas.

2.7 Interrupciones largas de la tensión suministrada

Las **interrupciones accidentales** tienen en general por origen causas externas o sucesos que no pueden ser previstos por el distribuidor. No es posible indicar valores típicos para la frecuencia anual y la duración de las interrupciones largas. Esto es debido a diferencias considerables en la arquitectura de las redes en los diferentes países, así como a los efectos imprevisibles de la inclemencia del tiempo y de las causas externas.

Valores indicativos:

En las condiciones normales de explotación, la frecuencia anual de las interrupciones de tensiones que sobrepasan 3 min puede ser inferior a 10 o alcanzar hasta 50, según las regiones.

Los valores indicativos de las **interrupciones previstas** no se dan por entenderse que son anunciadas de antemano.

2.8 Sobretensiones temporales en la red entre fases y tierra

Una sobretensión temporal a la frecuencia de la red aparece generalmente durante un defecto en la red general de distribución o en una instalación de un cliente y desaparece en el momento de la eliminación de ese defecto. Generalmente, la sobretensión puede alcanzar el valor de la tensión entre fases, a causa del desplazamiento del punto neutro de la red trifásica.

Valores indicativos:

En ciertas condiciones, un defecto que se produce aguas arriba de un transformador puede temporalmente producir sobretensiones del lado de baja tensión mientras dure la corriente de falta. Tales sobretensiones no sobrepasan generalmente el valor eficaz de 1,5 kV.

2.9 Sobretensiones transitorias entre fases y tierra

Las sobretensiones transitorias no sobrepasan generalmente 6 kV (valor de cresta), pero a veces pueden sobrevenir valores más elevados. El tiempo de subida puede variar de menos de un microsegundo a varios milisegundos.

NOTA – El contenido de energía de una sobretensión transitoria varía de manera considerable según su origen. Una sobretensión inducida debida a un rayo se caracteriza por una amplitud más elevada y un contenido en energía inferior al de una sobretensión provocada por maniobras, porque estas últimas duran generalmente mucho más tiempo. Los dispositivos de protección contra las sobretensiones utilizados en la instalación de un cliente deberían ser elegidos teniendo en cuenta los niveles de energía más elevados, que son debidos a las sobretensiones de maniobras que siguen a la eliminación de un defecto. Esto cubrirá las sobretensiones debidas tanto al rayo como a las maniobras en la red.

2.10 Desequilibrio de la tensión suministrada

En condiciones normales de explotación, para cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces promediados en 10 min de la componente inversa de la tensión de alimentación debe situarse entre el 0% y el 2% de la componente directa. En ciertas regiones equipadas con líneas parcialmente monofásicas o bifásicas, los desequilibrios pueden alcanzar el 3% en los puntos de suministros trifásicos.

NOTA – Esta norma no indica más que valores que corresponden a la componente inversa de la tensión, que es determinante para los eventuales daños provocados en los aparatos conectados a la red.

2.11 Tensiones armónicas

En condiciones normales de explotación, durante cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces de cada tensión armónica promediados en 10 min no debe sobrepasar los valores indicados en la tabla 1. Tensiones más elevadas para un armónico dado pueden ser debidas a resonancias.

Además, la tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada (THD) (comprendidos todos los armónicos hasta el orden 40) no debe sobrepasar el 8%.

NOTA – El límite al orden 40 es por convenio.

Tabla 1
Valores de las tensiones de armónicos individuales en los puntos de suministro,
hasta el armónico de orden 25, expresados en porcentaje de U_n

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltiplos de 3		Orden h	Tensión relativa
Orden h	Tensión relativa	Orden h	Tensión relativa		
5	6%	3	5%	2	2%
7	5%	9	1,5%	4	1%
11	3,5%	15	0,5%	6...24	0,5%
13	3%	21	0,5%		
17	2%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

NOTA – Los valores que corresponden a los armónicos de orden superior a 25, que son generalmente débiles y muy imprevisibles debido a los efectos de resonancia, no están indicados en esta tabla.

2.12 Tensiones interarmónicas

El nivel de los interarmónicos va aumentando debido al desarrollo de los convertidores de frecuencia y otros equipos similares de control-mando. A causa de la poca experiencia en este campo, los niveles de interarmónicos quedan por estudiar.

En ciertos casos, los interarmónicos, incluso de débil nivel, provocan parpadeo de las lámparas (véase el apartado 2.4.2) o interferencias con los sistemas de telemando centralizado.

2.13 Transmisión de señales de información por la red

En ciertos países, la red general de distribución puede estar utilizada por el distribuidor para transmitir señales. El valor de la tensión de las señales transmitidas, promediado en 3 s, no deberá en ningún caso superar los valores indicados por la figura 1 en un tiempo de duración igual al 99% de un día.

NOTA – En instalaciones de los clientes pueden utilizarse señales de corriente portadora a frecuencias comprendidas entre 95 kHz y 148,5 kHz. A pesar de que la utilización de la red general no esté autorizada para la transmisión de señales entre clientes, deben tenerse en cuenta tensiones a esas frecuencias que lleguen hasta 1,4 V en la red general de distribución en BT. Debido a la posibilidad de interferencias mutuas entre instalaciones de transmisión de señales vecinas, puede resultar necesario para el cliente proteger o asegurar una inmunidad apropiada a su instalación de transmisión.

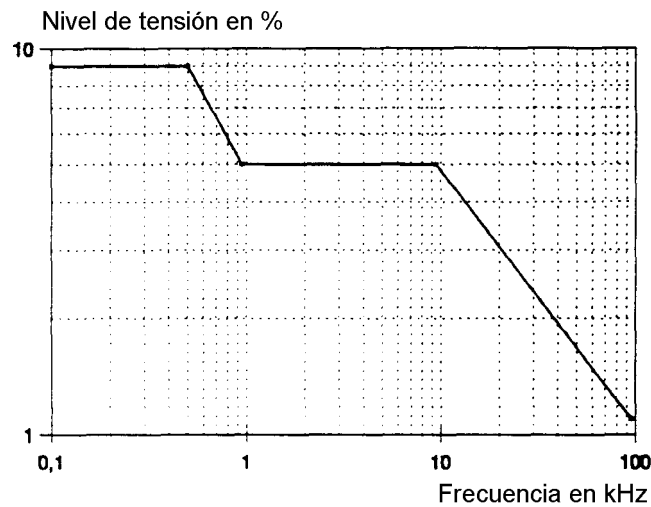


Fig. 1 – Niveles de tensión de las frecuencias de las señales en porcentaje de U_n utilizadas en la red general de distribución de BT

3 CARACTERÍSTICAS DE LA ALIMENTACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Los clientes cuyas necesidades sobrepasan las capacidades de la red de baja tensión son generalmente alimentados a tensiones declaradas superiores a 1 kV. Esta norma se aplica a las alimentaciones cuya tensión declarada no sobrepasa 35 kV.

NOTA – Estas tensiones pueden igualmente ser suministradas a los clientes para satisfacer exigencias particulares o para reducir el efecto de las perturbaciones inducidas por sus equipos.

3.1 Frecuencia

La frecuencia nominal de la tensión suministrada debe ser de 50 Hz. En condiciones normales de explotación, el valor medio de la frecuencia fundamental medida por períodos de 10 s debe situarse en los intervalos siguientes:

– para redes acopladas por conexiones síncronas a un sistema interconectado:

50 Hz \pm 1% (de 49,5 Hz a 50,5 Hz) durante el 99,5% de un año

50 Hz +4%/- 6% (de 47 Hz a 52 Hz) durante el 100% del tiempo

– para redes sin conexión síncrona a un sistema interconectado (redes de alimentación que existen en ciertas islas):

50 Hz \pm 2% (de 49 Hz a 51 Hz) durante el 95% de una semana

50 Hz \pm 15% (de 42,5 Hz a 57,5 Hz) durante el 100% del tiempo

3.2 Amplitud de la tensión suministrada

La amplitud de la tensión suministrada es la tensión declarada U_c .

3.3 Variaciones de la tensión suministrada

En condiciones normales de explotación, aparte de las interrupciones, para cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces de la tensión suministrada promediados en 10 min deben situarse en un intervalo $U_c \pm 10\%$.

3.4 Variaciones rápidas de tensión

3.4.1 Amplitud de las variaciones rápidas de tensión. Las variaciones rápidas de la tensión suministrada provienen esencialmente de las variaciones de la carga en las instalaciones de los clientes o de maniobras en la red.

En las condiciones normales de explotación, una variación rápida de la tensión no sobrepasa generalmente el 4% de U_c pero, en ciertas circunstancias, pueden producirse variaciones que alcanzan hasta el 6% de U_c durante cortos instantes, varias veces en el mismo día.

3.4.2 Severidad del parpadeo. En condiciones normales de explotación, para cada período de una semana, el nivel de severidad de larga duración del parpadeo debido a las fluctuaciones de la tensión P_{fl} debería ser menor o igual a 1 durante el 95% del tiempo.

3.5 Huecos de tensión

Los huecos de tensión son generalmente debidos a defectos que sobrevienen en las instalaciones de los clientes o en la red general. Su frecuencia anual depende principalmente del tipo de red de distribución y del punto de observación. Además, su distribución en un año puede ser muy irregular.

Valores indicativos:

En condiciones normales de explotación, el número esperado de huecos de tensión en un año puede ir de algunas decenas a un millar. La mayor parte de los huecos de tensión tienen una duración de menos de un segundo y una profundidad inferior al 60%. Sin embargo, a veces pueden producirse huecos de tensión de una profundidad y duración superior. En ciertos lugares, es frecuente que se produzcan huecos de tensión de profundidad comprendida entre el 10% y el 15% de U_c , que están provocados por conmutaciones de carga en las instalaciones de los clientes.

3.6 Interrupciones breves de la tensión suministrada

Valores indicativos:

En condiciones normales de explotación, el número anual de interrupciones breves de la tensión suministrada puede variar de algunas decenas a varias centenas. La duración de aproximadamente el 70% de las interrupciones breves es inferior a 1 s.

NOTA – En ciertos documentos, la duración de las interrupciones breves está definida como no sobrepasando 1 min. Pero a veces, se utilizan sistemas de control que tienen tiempos de funcionamiento activo hasta 3 min, a fin de evitar interrupciones largas.

3.7 Interrupciones largas de la tensión suministrada

Las **interrupciones accidentales** tienen en general por origen causas externas o sucesos que no pueden ser previstos por el distribuidor. No es posible indicar valores típicos para la frecuencia anual y la duración de las interrupciones largas. Esto es debido a diferencias considerables en la arquitectura de las redes en los diferentes países, así como a los efectos imprevisibles de la inclemencia del tiempo y de las causas externas.

Valores indicativos:

En las condiciones normales de explotación, la frecuencia anual de las interrupciones de tensiones que sobrepasan 3 min puede ser inferior a 10 o alcanzar hasta 50, según las regiones.

Los valores indicativos de las **interrupciones previstas** no se dan por entenderse que son anunciadas de antemano.

3.8 Sobretensiones temporales en la red entre fases y tierra

Una sobretensión temporal a la frecuencia de la red aparece generalmente durante un defecto en la red general de distribución o en una instalación de un cliente y desaparece en el momento de la eliminación de ese defecto. El valor previsto de este tipo de sobretensión depende del tipo de puesta a tierra de la red. Para las redes con neutro a tierra, conectado directamente o con impedancia, la sobretensión no deberá sobrepasar $1,7 U_c$. Para las redes con neutro aislado o resonante, la sobretensión no deberá sobrepasar $2,0 U_c$. El tipo de puesta a tierra será indicado por el distribuidor.

3.9 Sobretensiones transitorias entre fases y tierra

Las sobretensiones transitorias aparecen en la red de MT durante maniobras o, directamente o por inducción, por un rayo. Las sobretensiones de maniobra tienen generalmente una amplitud inferior a las sobretensiones debidas al rayo, pero su tiempo de subida puede ser más rápido y/o pueden durar mucho más tiempo.

NOTA – El cliente debe programar un plan de coordinación de aislamiento compatible con el del distribuidor.

3.10 Desequilibrio de la tensión suministrada

En condiciones normales de explotación, para cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces promediados en 10 min de la componente inversa de la tensión de alimentación, debe situarse entre el 0% y el 2% de la componente directa. En ciertas regiones los desequilibrios pueden alcanzar el 3%.

NOTA – Esta norma no indica más que valores que corresponden a la componente inversa de la tensión, que es determinante para los eventuales daños provocados en los aparatos conectados a la red.

3.11 Tensiones armónicas

En condiciones normales de explotación, durante cada período de una semana, el 95% de los valores eficaces de cada tensión armónica promediados en 10 min no deben sobrepasar los valores indicados en la tabla 2. Tensiones más elevadas para un armónico dado pueden ser debidas a resonancias.

Además, la tasa de distorsión armónica total de la tensión suministrada (THD) (comprendidos todos los armónicos hasta el orden 40) no debe sobrepasar el 8%.

NOTA – El límite al orden 40 es por convenio.

Tabla 2
Valores de las tensiones de armónicos individuales en los puntos de suministro,
hasta el armónico de orden 25, expresados en porcentaje de U_c

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltiplos de 3		Orden h	Tensión relativa
Orden h	Tensión relativa	Orden h	Tensión relativa		
5	6%	3	5%*	2	2%
7	5%	9	1,5%	4	1%
11	3,5%	15	0,5%	6...24	0,5%
13	3%	21	0,5%		
17	2%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

* Según el diseño de la red, el valor armónico de orden tres puede ser mucho más bajo.

NOTA – Los valores que corresponden a los armónicos de orden superior a 25, que son generalmente débiles y muy imprevisibles debido a los efectos de resonancia, no están indicados en esta tabla.

3.12 Tensiones interarmónicas

El nivel de los interarmónicos va aumentando debido al desarrollo de los convertidores de frecuencia y otros equipos similares de control-mando. A causa de la poca experiencia en este campo, los niveles de interarmónicos quedan por estudiar.

En ciertos casos, los interarmónicos, incluso de débil nivel, provocan parpadeo de las lámparas (véase el apartado 3.4.2) o interferencias con los sistemas de telemando centralizado.

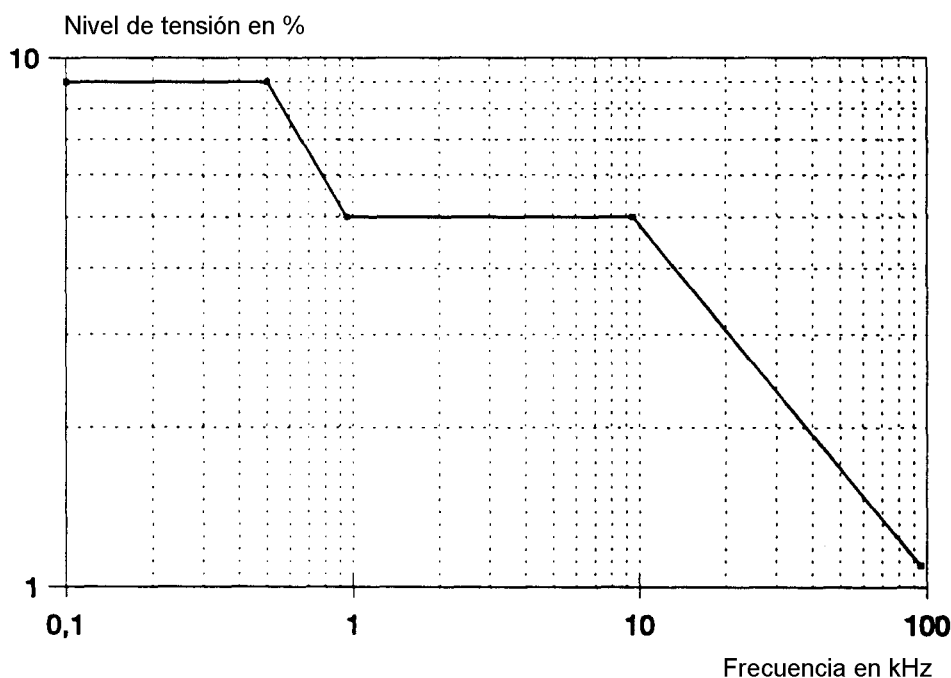


Fig. 2 – Niveles de tensión de las frecuencias de las señales en porcentaje de U_n utilizadas en la red general de distribución de MT

3.13 Transmisión de señales de información por la red

En ciertos países, la red general de distribución puede estar utilizada por el distribuidor para transmitir señales. El valor de la tensión de las señales transmitidas, promediado en 3 s, no deberá en ningún caso sobrepasar los valores indicados por la figura 2 en un tiempo de duración igual al 99% de un día. Están en estudio los valores para las frecuencias comprendidas entre 9 kHz y 95 kHz.

NOTA – Se supone que los clientes no serán autorizados a utilizar la red general de MT para la transmisión de señales.

ANEXO A (Informativo)**NATURALEZA PARTICULAR DE LA ELECTRICIDAD**

La electricidad es una forma de energía particularmente flexible y adaptable. Puede ser convertida en otras formas de energía: calor, luz, energía mecánica y también en otras formas: electromecánica, electrónica, acústica y visual que son base de las técnicas modernas de telecomunicaciones, de tecnología de la información y de ocio.

La electricidad, tal como es suministrada a los clientes, presenta numerosas características que pueden variar y afectar el uso que de ella hacen los clientes. Esta norma describe las características de la electricidad como tensión alterna. Dada la utilización hecha de la electricidad, es deseable que la tensión suministrada presente alternancias a frecuencia constante, según una senoide perfecta y una amplitud constante. En la práctica no lo permiten numerosos factores. Contrariamente a los productos normales, la utilización que se hace de ella es uno de los principales factores que determina la variación de sus características.

El suministro de energía a los aparatos de los clientes provoca corrientes eléctricas más o menos proporcionales a la demanda de los clientes. Cuando estas corrientes circulan por los conductores de la red, dan origen a caídas de tensión. La amplitud de la tensión suministrada a un cliente en todo momento es función de las caídas de tensión acumuladas en todos los elementos de la red por la cual se alimenta el cliente, y está determinada a la vez por la demanda individual y por la demanda simultánea de otros clientes. Dado que la demanda de cada cliente está constantemente variando junto con una variación suplementaria en función de la coincidencia entre las demandas de los varios clientes, esto implica que la tensión suministrada variará igualmente. Por esta razón esta norma trata de las características de tensión en términos de estadística y de probabilidad. En beneficio económico del cliente, la norma corresponde a las condiciones normalmente previstas más bien que a circunstancias no habituales tales como una coincidencia inusual entre las demandas de varios aparatos o clientes.

La electricidad llega al cliente a través de un sistema de producción, de transporte y de distribución. Cada elemento de la red puede ser objeto de daños o de averías provocadas por esfuerzos eléctricos, mecánicos y químicos, debidos a factores variados, tales como condiciones climáticas extremas, desgaste normal, envejecimiento, las causas externas debidas a las actividades humanas, a los pájaros, a los animales, etc. Estos daños pueden afectar o incluso interrumpir la alimentación de uno o varios clientes.

Para mantener la frecuencia constante, es necesario disponer de una capacidad de producción adaptada en cada instante a la demanda simultánea de todos los clientes. Siendo la capacidad de producción y la carga susceptibles de variar de forma discreta, particularmente en el caso de pérdida de producción y de avería en las redes de transporte o de distribución, existe siempre un riesgo de desequilibrio que provoque un aumento o una disminución de la frecuencia. Sin embargo, este riesgo disminuye si numerosas redes están agrupadas en una gran red interconectada cuya capacidad de producción sea muy grande con respecto a eventuales variaciones susceptibles de producirse.

Otras numerosas características pueden perturbar o dañar los equipos del cliente e incluso al cliente. Algunas de estas características están ligadas a fenómenos transitorios inevitables inherentes a la red misma, causados por defectos, maniobras o fenómenos atmosféricos (rayo). Otras características que son el resultado de diversas utilidades de la electricidad que modifican directamente la forma de onda de la tensión, imponen un valor particular de su amplitud o le superponen tensiones de señales de información. Por pura coincidencia, la proliferación reciente de los equipos que producen estos efectos está acompañada de un aumento del número de los equipos sensibles a estas perturbaciones.

Esta norma define, cuando esto es posible, las variaciones de las características normalmente esperadas. En otros casos, la norma da una estimación cuantitativa, la mejor posible, de lo que puede encontrarse en la práctica.

Debido a la gran diversidad de estructuras de las redes de distribución en diferentes regiones que resultan de las diferencias de densidad de carga, de la dispersión de la población, de la topografía local, etc., numerosos clientes podrán constatar variaciones de las características de la tensión claramente inferiores a los valores indicados en esta norma.

Una de las propiedades de la electricidad es que, con relación a algunas de sus características, su calidad depende más del cliente que del suministrador o del productor. En tales casos, el cliente es entonces un compañero importante del suministrador para esforzarse en mantener la calidad de la electricidad.

Es necesario resaltar que esta cuestión está abordada en otras normas ya publicadas o en curso de elaboración: las normas de emisión de los equipos de los clientes que definen los niveles de las perturbaciones electromagnéticas que estos equipos están autorizados a emitir. Las normas de inmunidad que definen los niveles de perturbación tolerables por los equipos sin provocar daños excesivos o parada de funcionamiento. Un tercer tipo de normas concerniente a los niveles de compatibilidad electromagnética permite coordinar y armonizar las normas de emisión y de inmunidad, con el objeto de asegurar la compatibilidad electromagnética.

A pesar de que existan vínculos evidentes con los niveles de compatibilidad, es importante señalar que esta norma trata de las características de la tensión eléctrica. No se trata de una norma sobre los niveles de compatibilidad. Es importante señalar que las prestaciones de un equipo pueden degradarse si las condiciones de alimentación son más severas que las definidas en la norma de producto correspondiente.

ANEXO NACIONAL

Las normas que se relacionan a continuación, citadas en esta norma europea, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los siguientes códigos:

Normas europeas o internacionales	Título	Normas UNE
EN 50065-1:1991 A1:1992	Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Parte 1: Reglas generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas	UNE-EN 50065-1:1994 A1:1994
EN 60555-1:1987	Perturbaciones producidas en las redes de alimentación por los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos. Parte 1: Definiciones (CEI 60555-1:1982)	UNE 21806-1:1990
EN 60868:1993	Medidor de Flicker. Especificaciones funcionales y de diseño (CEI 60868:1986 + A1:1990)	UNE-EN 60868:1995
EN 61000-4-7:1993	Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 7: Guía general relativa a las medidas de armónicos y de interarmónicos, así como a los aparatos de medida, aplicable a las redes de alimentación y a los aparatos conectados a éstas (CEI 61000-4-7:1991)	UNE-EN 61000-4-7:1996
ENV 61000-2-2	Compatibilidad electromagnética. Parte 2: Entorno. Sección 2: Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes de suministro público en baja tensión (CEI 61000-2-2:1990)	UNE-ENV 61000-2-2:1994
HD 472 S1:1989	Tensiones nominales de las redes eléctricas de distribución pública en baja tensión (CEI 60038:1983, modificada; título CEI 60038: Tensiones nominales de la CEI)	UNE 21301-161:1991
CEI 60050-161:1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional. Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética	UNE 21302-161:1992

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DE VIGO