

Septiembre 2004

### TÍTULO

**Compatibilidad electromagnética (CEM)**

**Parte 4-30: Técnicas de ensayo y de medida**

**Métodos de medida de la calidad de suministro**

*Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-30: Testing and measurement techniques. Power quality measurement methods.*

*Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4-30: Techniques d'essai et de mesure. Méthodes de mesure de la qualité de l'alimentation.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-30 de abril de 2003, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 61000-4-30:2003.

### OBSERVACIONES

### ANTECEDENTES

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

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 37397:2004

© AENOR 2004  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00  
Fax 91 310 40 32

48 Páginas

**Grupo 29**



ICS 33.100.99

Versión en español

**Compatibilidad electromagnética (CEM)**  
**Parte 4-30: Técnicas de ensayo y de medida**  
**Métodos de medida de la calidad de suministro**  
(CEI 61000-4-30:2003)

**Electromagnetic compatibility (EMC).**  
**Part 4-30: Testing and measurement**  
**techniques. Power quality measurement**  
**methods.**  
(IEC 61000-4-30:2003).

**Compatibilité électromagnétique (CEM).**  
**Partie 4-30: Techniques d'essai et de**  
**mesure. Méthodes de mesure de la qualité**  
**de l'alimentation.**  
(CEI 61000-4-30:2003).

**Elektromagnetische Verträglichkeit**  
**(EMV). Teil 4-30: Prüf- und**  
**Messverfahren. Verfahren zur Messung**  
**der Spannungsqualität.**  
(IEC 61000-4-30:2003).

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 2003-04-01. 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, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, 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**

### ANTECEDENTES

El texto del documento 77A/398/FDIS, futura edición 1 de la Norma Internacional CEI 61000-4-30, preparado por el Subcomité SC 77A, *Fenómenos de baja frecuencia*, del Comité Técnico TC 77, *Compatibilidad electromagnética*, de CEI, fue sometido a voto paralelo CEI-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como Norma Europea EN 61000-4-30 el 2003-04-01.

Se fijaron las siguientes fechas:

- |   |       |            |
|---|-------|------------|
| – Fecha límite en la que la norma europea debe adoptarse a nivel nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación | (dop) | 2004-01-01 |
| – Fecha límite en la que deben retirarse las normas nacionales divergentes con esta norma   | (dow) | 2006-04-01 |

Los anexos denominados “normativos” forman parte del cuerpo de la norma.

Los anexos denominados “informativos” se dan sólo para información.

En esta norma el anexo ZA es normativo y el anexo A es informativo.

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

### DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 61000-4-30:2003 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.

En la versión oficial, para la bibliografía, debe añadirse la siguiente nota para la norma indicada\*:

CEI 60044-1	NOTA – Armonizada como Norma EN 60044-1:1999 (con modificaciones).
CEI 60044-2	NOTA – Armonizada como Norma EN 60044-2:1999 (con modificaciones).
CEI 61000-2-2	NOTA – Armonizada como Norma EN 61000-2-2:2002 (sin ninguna modificación).
CEI 61010	NOTA – Armonizada como la serie de la Norma EN 61010 (parcialmente modificada.)
CEI 61010-2-032	NOTA – Armonizada como Norma EN 61010-2-032:2002 (sin ninguna modificación).

\* Introducida en la norma indicándose con una línea vertical en el margen izquierdo del texto.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN .....	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....	7
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	7
3 DEFINICIONES .....	8
4 GENERALIDADES.....	11
4.1 Clases de métodos de medida .....	11
4.2 Organización de las medidas.....	11
4.3 Valores eléctricos a medir .....	12
4.4 Agregación de los intervalos de tiempos de medida .....	12
4.5 Algoritmo de agregación de las medidas.....	13
4.6 Incertidumbre del reloj .....	13
4.7 Concepto de "marcado" .....	13
5 PARÁMETROS DE CALIDAD DE SUMINISTRO .....	14
5.1 Frecuencia industrial.....	14
5.2 Amplitud de la tensión de alimentación .....	15
5.3 Flicker .....	16
5.4 Huecos de tensión y sobretensiones temporales .....	16
5.5 Interrupciones de la tensión de suministro .....	19
5.6 Tensiones transitorias.....	19
5.7 Desequilibrio de la tensión de suministro .....	19
5.8 Armónicos de tensión.....	21
5.9 Interarmónicos de tensión .....	21
5.10 Tensión de transmisión de señales de la red sobre la tensión de suministro.....	21
5.11 Cambios rápidos de tensión .....	22
5.12 Medida de los parámetros "valor bajo" y "valor alto" de la tensión ("tensión baja" y "tensión alta").....	22
6 MARGEN DE VARIACIÓN DE LAS MAGNITUDES DE INFLUENCIA Y VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS MÉTODOS DE MEDIDA .....	23
6.1 Margen de variación de las magnitudes de influencia .....	23
6.2 Verificación de la realización de los métodos de medida.....	24
ANEXO A (Informativo) MEDIDAS DE LA CALIDAD DE SUMINISTRO – INFORMACIONES Y GUÍAS .....	26
A.1 Precauciones en la instalación.....	26
A.2 Transductores.....	28
A.3 Tensiones y corrientes transitorias.....	31
A.4 Cambios rápidos de tensión .....	34
A.5 Corriente.....	34
A.6 Guías para aplicaciones contractuales de las medidas de calidad de suministro .....	37
A.7 Aplicaciones para la investigación y resolución de anomalías .....	41
A.8 Aplicaciones para tratamiento estadístico .....	42
A.9 Características de los huecos de tensión.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	46

## INTRODUCCIÓN

Esta norma forma parte de la serie de Normas CEI 61000, según la estructura siguiente:

**Parte 1: Generalidades**

Consideraciones generales (introducción, principios básicos)

Definiciones, terminología

**Parte 2: Entorno**

Descripción del entorno

Clasificación del entorno

Niveles de compatibilidad

**Parte 3: Límites**

Límites de emisión

Límites de inmunidad (en la medida en que no están bajo la responsabilidad de los comités de producto)

**Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida**

Técnicas de medida

Técnicas de ensayo

**Parte 5: Guías de instalación y de atenuación**

Guías de instalación

Métodos y dispositivos de atenuación

**Parte 6: Normas genéricas**

**Parte 9: Varios**

Cada parte está a su vez subdividida en varias partes, publicadas bien como normas internacionales, especificaciones técnicas o informes técnicos, algunas de las cuales han sido publicadas como secciones. Otras serán publicadas con el número de la parte seguido de un guión y completado de una segunda cifra que identifica la sección (ejemplo: 61000-6-1).

**Compatibilidad electromagnética (CEM)**  
**Parte 4-30: Técnicas de ensayo y de medida**  
**Métodos de medida de la calidad de suministro**

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta parte de la Norma CEI 61000-4 define los métodos de medida de los parámetros de calidad de suministro de las redes de corriente alterna de 50/60 Hz y el modo de interpretar los resultados.

Se describen los métodos de medida para cada tipo de parámetro aplicable en términos que harán posible la obtención de resultados fiables, reproducibles y comparables, cualquiera que sea el instrumento utilizado de acuerdo con esta norma y cualesquiera que sean sus condiciones de entorno. Esta norma indica los métodos de medida destinados para las medidas in situ.

La medida de los parámetros cubiertos por esta norma se limita a los fenómenos que pueden propagarse en una red de energía eléctrica. Se incluyen los relativos a la tensión y/o a la corriente, según sea apropiado.

Los parámetros de calidad de suministro considerados en esta norma son la frecuencia, la amplitud de la tensión de alimentación, el flicker, los huecos de tensión y las sobretensiones temporales de suministro, las interrupciones de tensión, las tensiones transitorias, el desequilibrio, los armónicos e interarmónicos de tensión y de corriente, las señales transmitidas en la red y las variaciones rápidas de tensión. En función del objeto de la medición, las medidas pueden aplicarse sobre una parte de los fenómenos de esta lista, o sobre todo el conjunto.

Esta norma define los métodos de medida pero no constituye una especificación para su realización. Los ensayos de incertidumbre en el margen de variación de las magnitudes de influencia de esta norma determinan los requisitos funcionales.

En esta norma se indican los métodos de medida sin fijar umbrales.

En esta norma se consideran los efectos de los transductores situados entre la red y el equipo de medida pero no se tratan con detalle. En esta norma se indican las precauciones a tomar para instalar instrumentos de medida en los circuitos en tensión.

## **2 NORMAS PARA CONSULTA**

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

CEI 60050-161 – *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.*

CEI 60050-300 – *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Medidas y equipos de medida eléctricos y electrónicos. Parte 311: Términos generales concernientes a las medidas. Parte 312: Términos generales concernientes a las medidas eléctricas. Parte 313: Tipos de equipos eléctricos de medida. Parte 314: Términos específicos según el tipo de equipo.*

CEI 61000-2-4 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-4: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia, en plantas industriales. Norma básica de CEM.*

CEI 61000-3-8 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 8: Transmisión de señales en las instalaciones eléctricas de baja tensión. Niveles de emisión, bandas de frecuencias y niveles de perturbaciones electromagnéticas.*

CEI 61000-4-7:2002 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-7: Técnicas de ensayo y de medida. Guía general relativa a las medidas de armónicos e interarmónicos, así como a los aparatos de medida, aplicable a las redes de alimentación y a los aparatos conectados a éstas. Norma básica de CEM.*

CEI 61000-4-15 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 15: Medidor de flicker. Especificaciones funcionales y de diseño.*

CEI 61180 (todas las partes) – *Técnicas de ensayo en alta tensión para equipos de baja tensión.*

### 3 DEFINICIONES

Para los fines de esta parte de la serie de la Norma CEI 61000 se aplican las definiciones siguientes, así como las definiciones de la Norma CEI 60050-161.

**3.1 canal (de medida):** Vía individual de medida a través de un instrumento

NOTA – No tienen el mismo significado “canal” y “fase”. Un canal de medida de tensión corresponde por definición a una diferencia de potencial entre dos conductores. La fase se refiere a un conductor simple. En los sistemas polifásicos, un canal de medida puede estar entre dos fases, entre una fase y el neutro, o entre una fase y tierra.

**3.2 tensión de entrada declarada,  $U_{\text{din}}$ :** Valor obtenido a partir de la tensión de suministro declarada por una relación de transformación.

**3.3 tensión de suministro declarada,  $U_c$ :** La tensión de suministro 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, se aplica una tensión de suministro diferente de la tensión nominal, entonces esta tensión es la tensión de suministro declarada  $U_c$ .

**3.4 umbral de hueco:** Valor de tensión especificado para detectar el comienzo y el final de un hueco de tensión.

**3.5 datos marcados:** Para cualquier intervalo de tiempo de medida durante el que se producen interrupciones, huecos o sobretensiones temporales, los resultados de las medidas efectuadas en todos los demás parámetros durante este intervalo de tiempo están “marcados”.

**3.6 flícker:** Impresión de inestabilidad de la sensación visual debida a un estímulo luminoso cuya luminancia o distribución espectral fluctúa en el tiempo.

[VEI 161-08-13]

**3.7 componente fundamental:** Componente cuya frecuencia es la frecuencia fundamental.

[VEI 101-14-49, modificado]

**3.8 frecuencia fundamental:** Frecuencia del espectro obtenida a partir de una transformada de Fourier de una función en el dominio del tiempo, a la que se refieren todas las frecuencias del espectro.

[VEI 101-14-50 modificado]

NOTA – Si subsiste un riesgo de ambigüedad, la frecuencia fundamental se debería determinar a partir del número de polos y de la velocidad de rotación del o de los generadores síncronos que alimentan la red.



**3.9 componente armónica:** Cualquier componente que tenga una frecuencia armónica.

[Norma CEI 61000-2-2, definición del apartado 3.2.4]

NOTA – Su valor se expresa normalmente en valor eficaz. De manera concisa, un componente tal puede denominarse simplemente *armónico*.

**3.10 frecuencia armónica:** Frecuencia que es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.

NOTA – La relación entre la frecuencia armónica y la frecuencia fundamental se denomina *orden del armónico* (Norma CEI 61000-2-2, definición del apartado 3.2.3).

**3.11 histéresis:** Diferencia de amplitud entre los umbrales de entrada y de salida.

NOTA 1 – Esta definición de la histéresis es aplicable a la medida de los parámetros de calidad de suministro, y es diferente de la definición dada en el Vocabulario Electrotécnico Internacional que corresponde a la saturación del núcleo de hierro.

NOTA 2 – El propósito de la histéresis en el contexto de la medida de la calidad de suministro es evitar el cómputo de múltiples sucesos cuando la amplitud del parámetro oscila próximo al nivel del umbral.

**3.12 magnitud de influencia:** Cualquier magnitud que puede afectar al funcionamiento de un equipo de medida.

[VEI 311-06-01, modificado]

NOTA – Esta magnitud es generalmente externa al equipo de medida.

**3.13 componente interarmónica:** Componente cuya frecuencia es una frecuencia interarmónica.

[Norma CEI 61000-2-2, definición del apartado 3.2.6]

NOTA – Su valor se expresa generalmente en valor eficaz. De manera concisa, un componente tal puede denominarse simplemente *interarmónico*.

**3.14 frecuencia interarmónica:** Cualquier frecuencia que no es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.

[Norma CEI 61000-2-2, definición del apartado 3.2.5]

NOTA 1 – Por extensión de *orden del armónico*, el *orden del interarmónico* es la relación de una frecuencia interarmónica a la frecuencia fundamental. Esta relación no es un número entero (notación recomendada: *m*).

NOTA 2 – Cuando  $m < 1$ , puede utilizarse el término *frecuencia subarmónica*.

**3.15 interrupción:** Reducción de la tensión en un punto de la red de energía eléctrica por debajo del umbral de interrupción.

**3.16 umbral de interrupción:** Valor especificado de la tensión con el objeto de detectar el comienzo y el final de una interrupción de tensión.

**3.17 incertidumbre de medida:** Desviación máxima previsible entre un valor medido y su valor real.

**3.18 tensión nominal,  $U_n$ :** Tensión por la que una red se designa o identifica.

**3.19 valor alto:** Valor absoluto de la diferencia entre el valor medido y el valor nominal de un parámetro, únicamente cuando el valor medido del parámetro es superior al valor nominal.

**3.20 calidad de suministro:** Características de la electricidad en un punto dado de una red de energía eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia.

NOTA – Estos parámetros podrían en algunos casos estar relacionados con la compatibilidad entre la electricidad suministrada por una red y las cargas conectadas a esa red.

**3.21 valor eficaz (ef):** Raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los valores instantáneos de una magnitud durante un intervalo de tiempo y un ancho de banda especificados.

[VEI 101-14-16, modificado]

**3.22 tensión eficaz refrescada cada semiperiodo,  $U_{ef(1/2)}$ :** Valor de la tensión eficaz medida en un periodo, comenzando en un paso por cero de la componente fundamental, y refrescada en cada semiperiodo.

NOTA 1 – Esta técnica es independiente para cada canal de medida y producirá valores eficaces en tiempos sucesivos en los diferentes canales en el caso de sistemas polifásicos.

NOTA 2 – Este valor sólo se utiliza para la detección de los huecos de tensión, sobretensiones temporales, e interrupciones.

**3.23 margen de las magnitudes de influencia:** Margen de variación de los valores de una magnitud de influencia dada.

**3.24 canal de referencia:** Para las medidas polifásicas, uno de los canales de medida de tensión, designado como canal de referencia.

**3.25 tensión residual,  $U_{res}$ :** Valor mínimo de  $U_{ef(1/2)}$  registrado durante un hueco o una interrupción de tensión.

NOTA – La tensión residual se expresa en forma de un valor expresado en voltios, o como un porcentaje o en valor por unidad de la tensión de entrada declarada.

**3.26 tensión de referencia deslizante,  $U_{rd}$ :** Valor de tensión promediada en un intervalo de tiempo especificado, que representa la tensión que precede a un hueco o a una sobretensión temporal.

NOTA – La tensión de referencia deslizante se utiliza para determinar la variación de tensión durante un hueco de tensión o una sobretensión temporal.

**3.27 umbral de sobretensión temporal:** Valor de tensión especificada para detectar el comienzo y el final de una sobretensión temporal.

**3.28 agregación temporal:** Combinación secuencial de varios valores de un parámetro dado (cada uno de ellos determinado en periodos de tiempo idénticos) que proporciona un valor en un intervalo de tiempo más largo.

NOTA – En este documento, el término agregación siempre se refiere a una agregación temporal.

**3.29 valor bajo:** Valor absoluto de la diferencia entre el valor medido y el valor nominal de un parámetro, únicamente cuando el valor medido del parámetro es inferior al valor nominal.

**3.30 hueco de tensión:** Reducción temporal de la tensión en un punto de la red de energía eléctrica por debajo de un umbral dado.

NOTA 1 – Las interrupciones son un caso especial de los huecos de tensión. Pueden utilizarse tratamientos posteriores para distinguir entre huecos de tensión e interrupciones.

NOTA 2 – En algunas áreas del mundo un hueco de tensión se denomina "sag". Ambos términos se consideran intercambiables; sin embargo, esta norma sólo usará el término hueco de tensión.

**3.31 sobretensión temporal:** Aumento temporal de la tensión en un punto de la red de energía eléctrica por encima de un umbral dado.

**3.32 desequilibrio de tensión:** En una red polifásica, estado en el que los valores eficaces de las tensiones entre las fases (componente fundamental), o los ángulos de fase entre tensiones entre fases consecutivas, no son todos iguales.

[VEI 161-08-09, modificado]

NOTA 1 – La tasa de desequilibrio se expresa habitualmente como la relación de la componente inversa de la tensión o la componente homopolar de la tensión con la componente directa de la tensión.

NOTA 2 – En esta norma, el desequilibrio de tensión se considera con relación a las redes trifásicas.

## 4 GENERALIDADES

### 4.1 Clases de métodos de medida

Para cada parámetro medido, se definen dos clases de métodos de medida:

#### – Métodos de clase A

Esta clase de métodos de medida se utiliza cuando son necesarias medidas precisas, como por ejemplo, para aplicaciones contractuales, para la verificación de la conformidad con las normas, para la resolución de litigios, etc. Las medidas de un parámetro efectuadas con dos instrumentos diferentes de acuerdo con los requisitos de clase A, cuando se miden las mismas señales, producirá resultados concordantes dentro del margen de incertidumbre especificado.

Para asegurar la obtención de resultados concordantes, los equipos de clase A requieren una característica de ancho de banda y una frecuencia de muestreo suficientes para la incertidumbre específica de cada parámetro.

#### – Métodos de clase B

Esta clase de métodos de medida puede utilizarse para estudios estadísticos, la investigación de anomalías y otras aplicaciones donde no se requiere una gran precisión.

Para cada clase, el margen de variación de las magnitudes de influencia que debe respetarse se especifica en el apartado 6.1. El usuario debe elegir la clase de método de medida, en función de la situación encontrada en cada caso de aplicación.

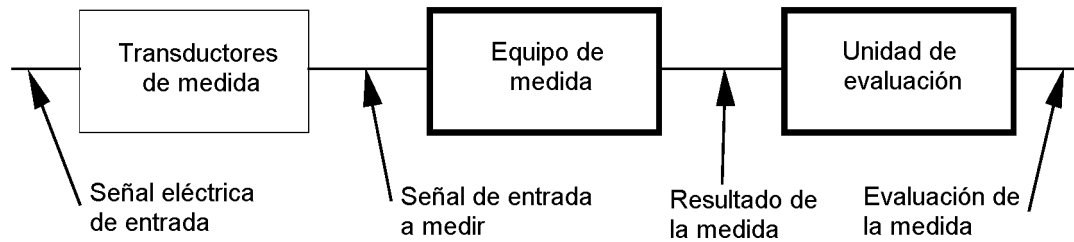
NOTA 1 – Un equipo de medida puede tener diferentes clases de métodos de medida para diferentes parámetros.

NOTA 2 – El fabricante del equipo debería declarar las magnitudes de influencia no dadas expresamente y que pueden degradar el funcionamiento del instrumento.

### 4.2 Organización de las medidas

La magnitud eléctrica a medir puede ser directamente accesible, como es el caso general para las redes de baja tensión, o accesible a través de transductores de medida.

La cadena de medida completa se muestra en la figura 1.



**Fig. 1 – Cadena de medida**

Un equipo de medida comprende generalmente la cadena de medida completa (véase la figura 1). En esta norma, la parte normativa no considera ni los transductores ni la incertidumbre de medida que introducen, pero en el capítulo A.2 se dan guías sobre ello.

### 4.3 Valores eléctricos a medir

Las medidas pueden efectuarse en las redes monofásicas o polifásicas. En función del contexto, puede ser necesario medir tensiones entre los conductores de fase y el neutro (fase-neutro) o entre los diferentes conductores de fase (fase-fase) o entre el neutro y la tierra. Esta norma no tiene como propósito imponer la selección de los valores eléctricos a medir. Además, a excepción de la medida del desequilibrio de tensiones, que es intrínsecamente una medida polifásica, con los métodos de medida especificados en este documento se pueden obtener resultados independientes en cada canal de medida.

Pueden efectuarse medidas de corriente en cada conductor de las redes eléctricas, incluido el conductor de neutro y el de tierra de protección.

NOTA – A menudo es útil medir la corriente al mismo tiempo que la tensión y asociar las medidas de corriente en un conductor con las medidas de tensión entre este conductor y un conductor de referencia, tal como un conductor de tierra o un conductor de neutro.

### 4.4 Agregación de los intervalos de tiempos de medida

#### – Para el método de clase A

El intervalo de tiempo básico de medida de las amplitudes de los parámetros (tensión de la red, armónicos, interarmónicos y desequilibrio) debe ser de 10 periodos para una red de 50 Hz o de 12 periodos para una red de 60 Hz.

NOTA – La incertidumbre de esta medida se incluye en la incertidumbre del procedimiento de ensayos asociado a cada parámetro.

Los intervalos de tiempo de medida se agregan en tres intervalos diferentes. Los capítulos A.6 y A.7 describen algunas aplicaciones sobre la agregación de estos intervalos de tiempo. Estos intervalos de tiempo de agregación son:

- intervalo de 3 segundos (150 periodos para una frecuencia nominal de 50 Hz o 180 periodos para una frecuencia nominal de 60 Hz);
- intervalo de 10 minutos;
- intervalo de 2 horas.

#### – Para el método de clase B

El fabricante debe indicar el método, el número y la duración de los intervalos de tiempo de agregación.

#### 4.5 Algoritmo de agregación de las medidas

Las agregaciones se calculan por la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los valores de entrada.

NOTA – Para la medida del flicker, el algoritmo de agregación es diferente (véase la Norma CEI 61000-4-15).

Son necesarias tres categorías de agregación:

– Agregación de periodos

Los datos del intervalo de 150/180 periodos deben agregarse a partir de quince intervalos de 10/12 periodos.

NOTA – Este intervalo no es un intervalo “de tiempo de reloj”; está basado en la característica de la frecuencia.

– Agregación de periodos en tiempo de reloj

Los valores de 10 minutos se deben identificar con el tiempo absoluto (por ejemplo, 01H10.00). El marcado de tiempo corresponde al tiempo al final del periodo de integración de 10 minutos. Si el último valor de 10/12 periodos de una agregación de 10 minutos se solapa en el tiempo con el límite absoluto del periodo de reloj de 10 minutos, este valor de 10/12 periodos se incluye en la agregación de este intervalo de 10 minutos.

Al inicio de las medidas, el intervalo de 10/12 periodos debe comenzar en el límite absoluto de reloj de 10 minutos y debe ser resincronizado sucesivamente en cada límite siguiente del periodo de 10 minutos absoluto.

NOTA – Esta técnica implica que se solape un pequeñísimo número de datos y aparezcan en dos intervalos adyacentes de agregación de 10 minutos.

– Agregación en tiempo de reloj

Los datos del “intervalo de 2 horas” se deben agregar a partir de doce intervalos de 10 minutos.

#### 4.6 Incertidumbre del reloj

– Para el método de clase A

La incertidumbre del reloj no debe sobrepasar  $\pm 20$  ms para 50 Hz o  $\pm 16,7$  ms para 60 Hz.

NOTA 1 – Estas características de funcionamiento se obtienen, por ejemplo, mediante un procedimiento de sincronización aplicado periódicamente durante una campaña de medidas, o mediante un receptor GPS, o mediante la recepción de señales de sincronización transmitidas por radio.

NOTA 2 – Cuando deja de estar disponible la sincronización por una señal externa, la tolerancia del marcado de tiempo tiene que ser mejor de 1 segundo por cada 24 horas.

NOTA 3 – Estas características de funcionamiento son necesarias para asegurar que dos instrumentos de clase A producen los mismos resultados agregados de 10 minutos cuando se conectan a la misma señal.

NOTA 4 – Cuando se traspasa un valor de umbral, puede ser útil registrar la fecha y la hora.

– Para el método de clase B

El fabricante debe precisar el método utilizado para determinar los intervalos de 10 minutos.

#### 4.7 Concepto de “marcado”

Durante un hueco de tensión, una sobretensión temporal o una interrupción, los algoritmos de medida de otros parámetros (por ejemplo, medida de la variación de la frecuencia) podrían dar valores dudosos. El concepto de marcado permite así evitar contabilizar un suceso dado más de una vez en diferentes parámetros (por ejemplo, contar un solo hueco de tensión a la vez como un hueco y una variación de frecuencia) e indica que el valor agregado podría ser dudoso.

El marcado sólo se dispara por huecos de tensión, sobretensiones temporales e interrupciones. La detección de huecos y sobretensiones temporales depende del umbral definido por el usuario, y esta selección influirá en los datos que están marcados.

El concepto de marcado se aplica a las medidas de clase A, para la medida de la frecuencia, de la amplitud de la tensión, del flicker, del desequilibrio de la tensión de alimentación, armónicos de tensión, interarmónicos de tensión, transmisión de señales y medida de los parámetros de valor bajo y de valor alto de la tensión.

Si durante un intervalo de tiempo dado es marcado un valor, los valores agregados, incluido este valor, deben marcarse también. El valor marcado se debe registrar y también incluirse en el proceso de agregación, es decir, que si durante un intervalo de tiempo se marca un valor, el valor agregado que incluye este valor marcado también se debe marcar y registrar.

NOTA 1 – La evaluación de datos marcados se deja a la elección del usuario.

NOTA 2 – Para el equipo de medida, puede ser útil registrar separadamente los errores internos tales como las sobrecargas o la pérdida de sincronismo del bucle enganchado en fase (PLL<sup>1)</sup>).

## 5 PARÁMETROS DE CALIDAD DE SUMINISTRO

### 5.1 Frecuencia industrial

#### 5.1.1 Medida

##### – Para el método de clase A

La lectura de la frecuencia debe obtenerse cada 10 segundos. Debido a que la frecuencia industrial puede que no sea exactamente 50 Hz o 60 Hz durante el intervalo de tiempo de reloj de 10 segundos, el número de periodos puede no ser un número entero. La medida de la frecuencia fundamental es la relación del número de periodos enteros, contados durante el intervalo de tiempo de reloj de 10 segundos, dividido por el tiempo acumulado de los periodos enteros. Antes de cada evaluación, los armónicos e interarmónicos se deben atenuar para minimizar los efectos de múltiples pasos por cero.

No deben solaparse los intervalos de tiempo de medida. Los periodos individuales que se solapan en la frontera de un intervalo de 10 segundos se descartan. Cada intervalo de 10 segundos debe comenzar en un tiempo absoluto de 10 segundos de reloj,  $\pm 20$  ms para 50 Hz o  $\pm 16,7$  ms para 60 Hz.

NOTA – Se aceptan otras técnicas que permitan obtener resultados equivalentes, tales como la convolución.

##### – Para el método de clase B

El fabricante debe indicar el procedimiento utilizado para la medida de la frecuencia.

#### 5.1.2 Incertidumbre de la medida

##### – Para el método de clase A

En el margen de las magnitudes de influencia y en las condiciones descritas en el apartado 6.1, la incertidumbre  $\Delta f$  no debe sobrepasar  $\pm 0,01$  Hz.

##### – Para el método de clase B

El fabricante debe especificar la incertidumbre  $\Delta f$  en el margen de las magnitudes de influencia y en las condiciones descritas en el apartado 6.1.

---

1) Del inglés: Phase Locked Loop.

### 5.1.3 Evaluación de la medida

– **Para el método de clase A**

La medida de la frecuencia debe hacerse en el canal de referencia.

– **Para el método de clase B**

El fabricante debe indicar el procedimiento utilizado para la medida de la frecuencia.

## 5.2 Amplitud de la tensión de alimentación

### 5.2.1 Medida

– **Para el método de clase A**

La medida debe ser el valor eficaz de la amplitud de la tensión en un intervalo de tiempo de 10 periodos para las redes de 50 Hz, o en un intervalo de tiempo de 12 periodos para las redes de 60 Hz. Los intervalos de 10/12 periodos deben ser contiguos y no deben solaparse los intervalos adyacentes.

NOTA 1 – Este método de medida específico se utiliza para las señales cuasi estacionarias y no se utiliza para la detección y medida de las perturbaciones: huecos, sobretensiones temporales, interrupciones y transitorios de tensión.

NOTA 2 – El valor eficaz incluye por definición los armónicos, los interarmónicos, las señales de transmisión por la red, etc.

– **Para el método de clase B**

La medida debe ser el valor eficaz de la tensión en un periodo especificado por el fabricante.

### 5.2.2 Incertidumbre de la medida

– **Para el método de clase A**

En el margen de variación de las condiciones de las magnitudes de influencia descritas en el apartado 6.1, la incertidumbre  $\Delta U$  no debe sobrepasar el  $\pm 0,1\%$  de  $U_{din}$ .

– **Para el método de clase B**

El fabricante debe especificar la incertidumbre  $\Delta U$  en el margen de las condiciones de las magnitudes de influencia descritas en el apartado 6.1. En todos los casos, la incertidumbre  $\Delta U$  no debe sobrepasar el  $\pm 0,5\%$  de  $U_{din}$ .

### 5.2.3 Evaluación de la medida

– **Para el método de clase A**

Deben utilizarse los intervalos de agregación especificados en el apartado 4.5.

– **Para el método de clase B**

El fabricante debe especificar los procesos de agregación.

NOTA – Se aceptan intervalos de agregación configurables por el usuario.

### 5.3 Flicker

#### 5.3.1 Medida

– **Para el método de clase A**

Se aplica la Norma CEI 61000-4-15.

– **Para el método de clase B**

Sin requisitos.

#### 5.3.2 Incertidumbre de la medida

– **Para el método de clase A**

Véase la Norma CEI 61000-4-15.

– **Para el método de clase B**

No especificado.

#### 5.3.3 Evaluación de la medida

– **Para el método de clase A**

Se aplica la Norma CEI 61000-4-15.

Los huecos de tensión, las sobretensiones temporales y las interrupciones de tensión deben ser causa del marcado de los valores de salida  $P_{st}$  y  $P_{lt}$ , así como de los valores de “salida 4 y 5” (véase la Norma CEI 61000-4-15).

– **Para el método de clase B**

No especificado.

### 5.4 Huecos de tensión y sobretensiones temporales

**5.4.1 Medida básica.** La medida básica de un hueco de tensión y de una sobretensión temporal debe ser la medida  $U_{\text{ef}(1/2)}$  en cada canal de medida.

NOTA 1 – Para la clase A, la duración del periodo  $U_{\text{ef}(1/2)}$  depende de la frecuencia. La frecuencia podría determinarse por la última medida de frecuencia no “marcada” (véanse los apartados 4.7 y 5.1) o por cualquier otro método que consiga el nivel de incertidumbre especificado en el apartado 6.2.

NOTA 2 – El valor  $U_{\text{ef}(1/2)}$  incluye por definición los armónicos, los interarmónicos, las señales de control centralizado, etc.

#### 5.4.2 Detección y evaluación de un hueco de tensión

**5.4.2.1 Detección de un hueco de tensión.** El umbral del hueco de tensión es un porcentaje de  $U_{\text{din}}$  o bien de la tensión de referencia deslizante  $U_{\text{rd}}$  (véase el apartado 5.4.4). El usuario debe declarar la tensión de referencia en uso.

NOTA – La tensión de referencia deslizante  $U_{\text{rd}}$  no se utiliza en general en las redes de baja tensión. Véase la Norma CEI 61000-2-8 para más información y recomendaciones.

– En los sistemas monofásicos, un hueco de tensión comienza cuando la tensión  $U_{\text{ef}(1/2)}$  cae por debajo del umbral del hueco, y se termina cuando la tensión  $U_{\text{ef}(1/2)}$  es igual o superior al umbral del hueco más la tensión de histéresis.



- En los sistemas polifásicos, un hueco comienza cuando la tensión  $U_{ef(1/2)}$  de uno o varios canales cae por debajo del umbral del hueco y se termina cuando la tensión  $U_{ef(1/2)}$  en todos los canales medidos es igual o superior al umbral del hueco mas la tensión de histéresis.

El umbral del hueco y la tensión de histéresis están determinados por el usuario en función de la utilización.

**5.4.2.2 Evaluación del hueco de tensión.** Un hueco de tensión se caracteriza por un par de datos, la tensión residual ( $U_{res}$ ) o la profundidad y la duración:

- la tensión residual es el menor valor de  $U_{ef(1/2)}$  medido en cualquier canal durante el hueco;
- la profundidad de un hueco de tensión es la diferencia entre la tensión de referencia ( $U_{din}$  o  $U_{rd}$ ) y la tensión residual. En general se expresa en porcentaje de la tensión de referencia;
- la duración de un hueco de tensión es la diferencia del tiempo entre el inicio y el fin del hueco de tensión.

NOTA 1 – Para las medidas polifásicas, la medida de la duración del hueco puede comenzar en un canal y terminar en un canal diferente.

NOTA 2 – La envolvente de un hueco de tensión puede que no sea rectangular. En consecuencia, para un hueco de tensión dado, la duración medida depende del valor seleccionado del umbral del hueco. La forma de la envolvente puede evaluarse utilizando varios umbrales de huecos dentro del margen de los umbrales de huecos de tensión y de la interrupción de tensión.

NOTA 3 – La histéresis es en general igual al 2% de  $U_{din}$ .

NOTA 4 – Los umbrales del hueco de tensión están generalmente en el margen del 85% al 90% de la referencia fijada de la tensión para la investigación de fallos o aplicaciones estadísticas, y del 70% para aplicaciones contractuales.

NOTA 5 – La tensión residual se utiliza a menudo por el usuario final, y se prefiere porque está referida a cero voltios. Por el contrario, la profundidad se utiliza a menudo por los distribuidores de la red, en particular en las redes de alta tensión o en el caso de la utilización de una tensión de referencia deslizante.

NOTA 6 – Puede producirse un desplazamiento de la fase durante un hueco de tensión. Véase el apartado A.9.4.

NOTA 7 – Cuando se rebasa un umbral, puede ser útil registrar la fecha y la hora.

### 5.4.3 Detección y evaluación de una sobretensión temporal

**5.4.3.1 Detección de una sobretensión temporal.** El umbral de una sobretensión temporal es un porcentaje de  $U_{din}$  o de la tensión de referencia deslizante  $U_{rd}$  (véase el apartado 5.4.4). El usuario debe declarar la tensión de referencia en uso.

NOTA – La tensión de referencia deslizante  $U_{rd}$  no se utiliza en general en las redes de baja tensión. Para más información y recomendaciones véase la Norma CEI 61000-2-8.

- En los sistemas monofásicos, una sobretensión temporal comienza cuando la tensión  $U_{ef(1/2)}$  se eleva por encima del umbral de la sobretensión temporal, y se termina cuando la tensión  $U_{ef(1/2)}$  es igual o inferior al umbral de la sobretensión temporal menos la tensión de histéresis.
- En los sistemas polifásicos, una sobretensión temporal comienza cuando la tensión  $U_{ef(1/2)}$  de uno o más canales se eleva por encima del umbral de la sobretensión temporal, y se termina cuando la tensión  $U_{ef(1/2)}$  en todos los canales de medida es inferior o igual al umbral de la sobretensión temporal menos la tensión de histéresis.

El umbral de la sobretensión temporal y la tensión de histéresis se determinan por el usuario en función de la utilización.

**5.4.3.2 Evaluación de una sobretensión temporal.** Una sobretensión temporal se caracteriza por un par de datos, la amplitud máxima de la sobretensión temporal y su duración:

- la amplitud máxima de la sobretensión temporal es el mayor valor de  $U_{ef(1/2)}$  medido en cualquier canal durante la sobretensión temporal;

- la duración de una sobretensión temporal es la diferencia de tiempo entre el comienzo y el final de la sobretensión temporal.

NOTA 1 – Para las medidas polifásicas, la medida de la duración de una sobretensión temporal puede comenzar en un canal y terminar en un canal diferente.

NOTA 2 – La envolvente de una sobretensión temporal puede que no sea rectangular. En consecuencia, para una sobretensión temporal dada, la duración medida depende del valor del umbral de la sobretensión temporal.

NOTA 3 – La histéresis es en general igual al 2% de  $U_{\text{din}}$ .

NOTA 4 – El umbral de la sobretensión temporal es en general superior al 110% de  $U_{\text{din}}$ .

NOTA 5 – Puede producirse un desplazamiento de la fase durante una sobretensión temporal.

NOTA 6 – Cuando se sobrepasa un umbral, puede ser útil registrar la fecha y la hora.

**5.4.4 Cálculo de la tensión de referencia deslizante.** Si se elige una referencia deslizante para detectar los huecos de tensión o las sobretensiones temporales, ésta debe calcularse utilizando un filtro de primer orden con una constante de tiempo de 1 minuto. Este filtro viene dado por:

$$U_{\text{rd}(n)} = 0,9967 \times U_{\text{rd}(n-1)} + 0,0033 \times U_{(10/12)\text{ef}}$$

donde

$U_{\text{rd}(n)}$  es el valor actual de la tensión de referencia deslizante;

$U_{\text{rd}(n-1)}$  es el valor precedente de la tensión de referencia deslizante; y

$U_{(10/12)\text{ef}}$  es el valor eficaz de los 10/12 periodos más recientes.

Al comienzo de la medida, el valor inicial de la tensión de referencia deslizante se fija a la tensión de entrada declarada. La tensión de referencia deslizante se actualiza cada 10/12 periodos. Si un valor de 10/12 periodos es “marcado”, la tensión de referencia deslizante no se actualiza y se utiliza el valor precedente.

#### 5.4.5 Incertidumbre de la medida

##### 5.4.5.1 Incertidumbre de las medidas de amplitud de la tensión residual y de la sobretensión temporal

- **Para el método de clase A**

La incertidumbre de medida  $\Delta U$  no debe sobrepasar  $\pm 0,2\%$  de  $U_{\text{din}}$ .

- **Para el método de clase B**

El fabricante debe especificar la incertidumbre. En todos los casos, la incertidumbre de medida  $\Delta U$  no debe sobrepasar  $\pm 1,0\%$  de  $U_{\text{din}}$ .

##### 5.4.5.2 Incertidumbre de la medida de la duración

- **Para los métodos de clase A y clase B**

La incertidumbre de la duración de un hueco o de una sobretensión temporal es igual a la incertidumbre del comienzo del hueco o de la sobretensión temporal (semiperiodo) más la incertidumbre del final del hueco o de la sobretensión temporal (semiperiodo).

## 5.5 Interrupciones de la tensión de suministro

**5.5.1 Medida básica.** La medida básica de una interrupción de tensión debe ser la medida de  $U_{\text{eff}(1/2)}$  en cada canal de medida.

NOTA 1 – Para la clase A, la duración de la medida  $U_{\text{eff}(1/2)}$  depende de la frecuencia. La frecuencia podría determinarse por la última medida de frecuencia “no marcada” (véanse los apartados 4.7 y 5.1) o por cualquier otro método que asegure los requisitos de precisión especificados en el apartado 6.2.

NOTA 2 – El valor de  $U_{\text{eff}(1/2)}$  incluye, por definición, los armónicos, interarmónicos, las señales de control centralizado, etc.

### 5.5.2 Evaluación de una interrupción de tensión

- En los sistemas monofásicos, una interrupción de tensión comienza cuando la tensión  $U_{\text{eff}(1/2)}$  cae por debajo del umbral de interrupción de tensión y se termina cuando el valor de  $U_{\text{eff}(1/2)}$  es igual o superior al umbral de interrupción de tensión más la histéresis.
- En los sistemas polifásicos, una interrupción de tensión comienza cuando la tensión  $U_{\text{eff}(1/2)}$  de todos los canales cae por debajo del umbral de interrupción de tensión y se termina cuando la tensión  $U_{\text{eff}(1/2)}$  de cualquier canal es igual o superior al umbral de interrupción de tensión más la histéresis.

El umbral de interrupción de tensión y la tensión de histéresis las fija el usuario en función de la utilización. El umbral de interrupción de tensión no debe fijarse por debajo de la incertidumbre de medida de la tensión residual más el valor de la histéresis. En general, la histéresis es igual al 2% de  $U_{\text{din}}$ . El umbral de interrupción de tensión puede fijarse, por ejemplo, en el 5% de  $U_{\text{din}}$ .

NOTA 1 – La definición VEI 161-08-20 considera que una interrupción se produce cuando la amplitud de la tensión es inferior al 1% de la tensión nominal. Sin embargo, la medida correcta de una tensión por debajo de un valor del 1% de la tensión nominal es difícil. Por lo tanto, esta norma recomienda al usuario elegir un valor de umbral de interrupción adecuado.

NOTA 2 – Puede producirse un desplazamiento de la fase durante una interrupción de tensión.

NOTA 3 – Cuando se traspasa un umbral, puede ser útil registrar la fecha y la hora.

La duración de una interrupción de tensión es la diferencia de tiempo entre el comienzo y el final de una interrupción de tensión.

NOTA – La interrupción de una o más fases en un sistema polifásico puede verse como una interrupción del suministro para los usuarios monofásicos conectados a este sistema.

**5.5.3 Incertidumbre de la medida de la duración.** Para los métodos de clase A y clase B, la incertidumbre de la medida de la duración es inferior a dos periodos dentro del tiempo especificado de autonomía de la fuente auxiliar de alimentación del reloj.

## 5.6 Tensiones transitorias

NOTA – En el capítulo A.3 se da alguna información sobre los parámetros significativos necesarios para la caracterización de las tensiones y corrientes transitorias.

## 5.7 Desequilibrio de la tensión de suministro

### 5.7.1 Medida

#### – Para el método de clase A

El desequilibrio de la tensión de suministro se evalúa usando el método de las componentes simétricas. Además de la componente directa, en condiciones de desequilibrio existe también al menos una de las componentes siguientes: la componente inversa  $u_2$  y/o la componente homopolar  $u_0$ .

La componente fundamental del valor eficaz de la señal de entrada se mide en un intervalo de tiempo de 10 periodos para las redes de 50 Hz o en un intervalo de tiempo de 12 periodos para las redes de 60 Hz.

NOTA – El efecto de los armónicos se atenuará utilizando un filtro o un algoritmo de FFT.

La componente inversa  $u_2$  se evalúa por la relación siguiente, expresada en porcentaje:

$$u_2 = \frac{\text{tensión inversa}}{\text{tensión directa}} \times 100\% \quad (1)$$

Para los sistemas trifásicos, puede escribirse (con  $U_{ij \text{ fund}}$  = tensión fundamental fase i – fase j):

$$u_2 = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \times 100\% \quad \text{con} \quad \beta = \frac{U_{12 \text{ fund}}^4 + U_{23 \text{ fund}}^4 + U_{31 \text{ fund}}^4}{(U_{12 \text{ fund}}^2 + U_{23 \text{ fund}}^2 + U_{31 \text{ fund}}^2)^2} \quad (2)$$

La componente homopolar  $u_0$  se evalúa con la relación siguiente expresada en porcentaje:

$$u_0 = \frac{\text{tensión homopolar}}{\text{tensión directa}} \times 100\% \quad (3)$$

#### – Para el método de clase B

El fabricante debe especificar los algoritmos y métodos utilizados para calcular el desequilibrio.

### 5.7.2 Incertidumbre de la medida

#### – Para el método de clase A

Cuando se aplica en la entrada del instrumento una tensión alterna trifásica que responde a los requisitos de las “Condiciones de ensayo 1” (véase la tabla 3), excepto para las componentes inversa y homopolar en el margen del 1% al 5% de  $U_{\text{din}}$ , el instrumento debe presentar una incertidumbre inferior al  $\pm 0,15\%$  para las componentes inversa y homopolar. Por ejemplo, un instrumento presentado con una componente inversa del 1,0% debe dar una lectura  $x$  tal que  $0,85\% \leq x \leq 1,15\%$ .

#### – Para el método de clase B

El fabricante debe especificar la incertidumbre.

### 5.7.3 Evaluación de la medida

#### – Para el método de clase A

La agregación se efectuará de acuerdo con el apartado 4.5.

#### – Para el método de clase B

El fabricante debe especificar los métodos de medida y de agregación.

## 5.8 Armónicos de tensión

### – Para el método de clase A

Para los fines de esta norma, se aplica la definición de la medida básica de armónicos de tensión dada en la Norma CEI 61000-4-7:2002 para la clase 1. Esta norma debe utilizarse para determinar una medida de un subgrupo de armónicos sin discontinuidad en 10/12 periodos, denominada  $C_{ng}$  en la Norma CEI 61000-4-7:2002.

NOTA 1 – Otros métodos, incluidos los métodos analógicos y del dominio de frecuencias, pueden preferirse en casos especiales (véase por ejemplo la Norma CEI 61000-3-8).

NOTA 2 – Las medidas de armónicos de corriente se tratan en el capítulo A.5.

La agregación se efectuará de acuerdo con el apartado 4.5.

### – Para el método de clase B

El fabricante debe especificar la incertidumbre de medida y los métodos de agregación.

## 5.9 Interarmónicos de tensión

### – Para el método de clase A

Para los fines de esta norma, se aplica la definición de la medida básica de los interarmónicos de tensión dada en la Norma CEI 61000-4-7:2002 para la clase 1. Esta norma debe utilizarse para determinar una medida de un subgrupo de interarmónicos centrados y sin discontinuidad en 10/12 periodos, denominada  $C_{n-200-ms}$  en la Norma CEI 61000-4-7:2002.

NOTA – En el capítulo A.5 se tratan las medidas de los interarmónicos de corriente.

La agregación se efectuará de acuerdo con el apartado 4.5.

### – Para el método de clase B

El fabricante debe especificar la incertidumbre de medida y los métodos de agregación.

## 5.10 Tensión de transmisión de señales de la red sobre la tensión de suministro

### 5.10.1 Medida

#### – Para el método de clase A

Este método se debe utilizar para las frecuencias de transmisión de señales inferiores a 3 kHz. Para las frecuencias de transmisión de señales de la red superiores a 3 kHz, véase la Norma CEI 61000-3-8.

Este método verifica el nivel de una señal de tensión para una portadora de frecuencia conocida.

NOTA – El objeto de esta medida es verificar el nivel de la señal de tensión y no el de diagnosticar anomalías del funcionamiento del sistema de transmisión de señales por portadora de corriente.

La medida de tensión del sistema de transmisión de señales debe basarse en:

- bien el valor eficaz de barra de interarmónicos correspondiente de 10/12 periodos;
- o bien el valor eficaz en 10/12 periodos de las cuatro barras de interarmónicos más próximos (por ejemplo, una señal de control centralizado a 316,67 Hz en una red de 50 Hz debe aproximarse por el valor eficaz de las barras de 310 Hz, 315 Hz, 320 Hz y 325 Hz, dados por la FFT efectuada en un intervalo de tiempo de 10 periodos).

El inicio de una emisión de transmisión de señales debe detectarse cuando el valor medido del interarmónico referido sobrepasa un valor de umbral. Los valores medidos se registran durante un periodo de tiempo especificado por el usuario, para dar el nivel y la secuencia de la tensión de señal.

El usuario tiene que seleccionar un umbral de detección por encima del 0,1% de  $U_{din}$  así como la longitud del periodo de registro hasta 120 segundos.

No se aplica a este parámetro el algoritmo de agregación descrito en el apartado 4.5.

– **Para el método de clase B**

El fabricante debe especificar el método de medida.

**5.10.2 Incertidumbre de medida**

– **Para el método de clase A**

En el margen de variación de las magnitudes de influencia descrito en el apartado 6.1, la incertidumbre de medida no debe ser superior al 7% del valor leído.

– **Para el método de clase B**

No especificado.

**5.11 Cambios rápidos de tensión**

NOTA – En el capítulo A.4 se da alguna información sobre los parámetros significativos necesarios para caracterizar un cambio rápido de tensión.

**5.12 Medida de los parámetros “valor bajo” y “valor alto” de la tensión (“tensión baja” y “tensión alta”)**

– **Para el método de clase A**

El valor eficaz en 10/12 periodos  $U_{ef}$  puede utilizarse para evaluar los parámetros de “tensión alta” y de “tensión baja” en porcentaje de  $U_{din}$ . Los parámetros de “tensión baja”  $U_{baja}$  y de “tensión alta”  $U_{alta}$  se determinan por las ecuaciones (4) y (5):

$$\text{(evaluación de la tensión baja)} \left\{ \begin{array}{l} U_{baja} = 0 \text{ si } U_{ef} > U_{din} \\ \text{si no} \\ U_{baja} = \left( \frac{U_{din} - U_{ef}}{U_{din}} \right) \times 100\% \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\text{(evaluación de la tensión alta)} \left\{ \begin{array}{l} U_{alta} = 0 \text{ si } U_{ef} < U_{din} \\ \text{si no} \\ U_{alta} = \left( \frac{U_{ef} - U_{din}}{U_{din}} \right) \times 100\% \end{array} \right. \quad (5)$$

NOTA – Las ecuaciones (4) y (5) dan valores positivos.

Deben utilizarse los intervalos de agregación del apartado 4.5.

En las redes monofásicas, existe un valor único de evaluación de la “tensión baja” y de la “tensión alta” para cada intervalo.

En las redes trifásicas de tres hilos, existen tres valores para cada intervalo, y seis para las redes de 4 hilos.

– **Para el método de clase B**

No especificado.

**6 MARGEN DE VARIACIÓN DE LAS MAGNITUDES DE INFLUENCIA Y VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS MÉTODOS DE MEDIDA**

**6.1 Margen de variación de las magnitudes de influencia**

La medida de una característica específica puede verse afectada desfavorablemente por la aplicación de una perturbación (magnitud de influencia) en la señal eléctrica de entrada, por ejemplo, la medida del desequilibrio de tensión puede verse afectada de manera desfavorable si la forma de onda de tensión se somete en el mismo tiempo a una perturbación armónica.

El resultado de la medida de un parámetro debe estar dentro del margen de incertidumbre especificado en el capítulo 5 cuando los demás parámetros estén en su margen de variación indicado en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1**  
**Margen de variación de las magnitudes de influencia (señales de entrada) para el método de clase A**

Magnitudes de influencia	Margen de variación
Frecuencia	42,5 Hz – 57,5 Hz para redes de 50 Hz 51 Hz – 69 Hz para redes de 60 Hz
Amplitud de tensión (en régimen permanente)	0% – 200% de $U_{din}$
Flicker ( $P_{st}$ )	0 – 20
Desequilibrio	0% – 5%
Armónicos (tasa de distorsión armónica total, THD)	Dos veces los valores de la Norma CEI 61000-2-4, clase 3
Interarmónicos (de cualquier frecuencia)	Dos veces los valores de la Norma CEI 61000-2-4, clase 3
Transmisión de señales en la red	0% – 9% de $U_{din}$
Tensiones transitorias según la Norma CEI 61180	6 kV cresta
Transitorios rápidos	4 kV cresta

NOTA –  $P_{st}$  se debe obtener por una modulación periódica.

**Tabla 2**  
**Margen de variación de las magnitudes de influencia (señales de entrada) para el método de clase B**

Magnitudes de influencia	Margen de variación
Frecuencia	42,5 Hz – 57,5 Hz para redes de 50 Hz 51 Hz – 69 Hz para redes de 60 Hz
Amplitud de tensión (en régimen permanente)	0% – 150% de $U_{din}$
Desequilibrio	0% – 5%
Armónicos (tasa de distorsión armónica total, THD)	Dos veces los valores de la Norma CEI 61000-2-4, clase 3
Interarmónicos (de cualquier frecuencia)	Dos veces los valores de la Norma CEI 61000-2-4, clase 3
Transmisión de señales en la red	0% – 9% de $U_{din}$

## 6.2 Verificación de la realización de los métodos de medida

### – Para el método de clase A

Para confirmar que los métodos utilizados en un equipo de medida son correctos, se aplican los ensayos siguientes.

NOTA – Estos ensayos se requieren en la puesta en el mercado de un nuevo equipo de medida.

La incertidumbre de un instrumento debe ensayarse como sigue para cada magnitud a medir (véase la tabla 3):

- seleccionar una magnitud a medir (por ejemplo, el valor de la tensión eficaz);
- manteniendo las demás magnitudes en las condiciones de ensayo 1, verificar la incertidumbre de la magnitud de medida a ensayar en 5 puntos equidistantes dentro del margen de la magnitud de influencia (por ejemplo, 0% de  $U_{din}$ , 50% de  $U_{din}$ , 100% de  $U_{din}$ , 150% de  $U_{din}$ , 200% de  $U_{din}$ , para la clase A);
- manteniendo las demás magnitudes en las condiciones de ensayo 2, repetir el ensayo;
- manteniendo las demás magnitudes en las condiciones de ensayo 3, repetir el ensayo.

Pueden utilizarse otras condiciones de ensayo además de las condiciones de ensayo especificadas en la tabla 3. En este caso, los valores seleccionados para cada magnitud de influencia deben estar en el margen de variaciones de esta magnitud de influencia.

NOTA – Algunas magnitudes de influencia no tienen que influir en el valor del parámetro medido (por ejemplo, los armónicos no tienen que influir en el valor del desequilibrio). Otras magnitudes de influencia tienen que influir en el valor del parámetro medido (por ejemplo, los armónicos tienen que influir en el valor eficaz de la tensión). En los dos casos, tienen que respetarse los requisitos de la incertidumbre de medida.



**Tabla 3**  
**Condiciones de ensayo de incertidumbre para los métodos de clase A**

<b>Magnitudes de influencia</b>	<b>Condiciones de ensayo 1</b>	<b>Condiciones de ensayo 2</b>	<b>Condiciones de ensayo 3</b>
Frecuencia	$f_{nom} \pm 0,5 \text{ Hz}$	$f_{nom} - 1 \text{ Hz} \pm 0,5 \text{ Hz}$	$f_{nom} + 1 \text{ Hz} \pm 0,5 \text{ Hz}$
Amplitud de tensión	$U_{din} \pm 1\%$	Determinadas por flúcker, desequilibrio, armónicos, interarmónicos (más abajo)	Determinadas por flúcker, desequilibrio, armónicos, interarmónicos (más abajo)
Flúcker	$P_{st} < 0,1$	$P_{st} = 1 \pm 0,1$ – modulación rectangular de 39 cambios por minuto	$P_{st} = 4 \pm 0,1$ – modulación rectangular de 110 cambios por minuto NOTA – Esto sólo se aplica a los valores de 10 minutos. Para otros valores, utilizar $P_{st} = 0$ a $0,1$ .
Desequilibrio	0% a 0,5% de $U_{din}$	0,73% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ Fase A 0,80% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ Fase B 0,87% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ Fase C todos los ángulos de fase de 120°	1,52% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ Fase A 1,40% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ Fase B 1,28% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ Fase C todos los ángulos de fase de 120°
Armónicos	0% a 3% de $U_{din}$	10% $\pm$ 3% de $U_{din}$ 3° a 0° 5% $\pm$ 3% de $U_{din}$ 5° a 0° 5% $\pm$ 3% de $U_{din}$ 29° a 0°	10% $\pm$ 3% de $U_{din}$ 7° a 180° 5% $\pm$ 3% de $U_{din}$ 13° a 0° 5% $\pm$ 3% de $U_{din}$ 25° a 0°
Interarmónicos	0% a 0,5% de $U_{din}$	1% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ a $7,5 f_{nom}$	1% $\pm$ 0,5% de $U_{din}$ a $3,5 f_{nom}$

– **Para el método de clase B**

Sin requisitos.

**ANEXO A (Informativo)****MEDIDAS DE LA CALIDAD DE SUMINISTRO – INFORMACIONES Y GUÍAS**

Este anexo constituye un complemento informativo a la parte normativa de esta norma.

Los dos capítulos siguientes conciernen a cuestiones generales y procedimientos de implantación de medidas de calidad de suministro cualquiera que sea el propósito de estas medidas:

- A.1 – Precauciones en la instalación.
- A.2 – Transductores.

Los tres capítulos siguientes son métodos pre-normativos de medida:

- A.3 – Tensiones y corrientes transitorias.
- A.4 – Cambios rápidos de tensión.
- A.5 – Corriente.

Los tres capítulos siguientes tratan de las cuestiones y procedimientos para la implantación de las medidas de calidad de suministro. Para los tres propósitos distintos para los que se realizan generalmente medidas de calidad de suministro. En todos los casos, es importante tomar las precauciones adecuadas en las medidas, tales como las recomendadas por el capítulo A.1.

Para cada una de estas aplicaciones, se dan guías para permitir al usuario la obtención de conjuntos de datos precisos, relevantes y económicos para los parámetros de calidad de suministro definidos en el capítulo 5. En función del propósito de las medidas, puede que algunos parámetros sean irrelevantes, medianamente significativos o esenciales. En consecuencia, las medidas pueden efectuarse con un método de clase A o de clase B según el caso.

- A.6 – Guías para aplicaciones contractuales de las medidas de calidad de suministro.
- A.7 – Aplicaciones para la investigación y resolución de anomalías.
- A.8 – Aplicaciones para tratamiento estadístico.

El capítulo siguiente da informaciones generales sobre los huecos de tensión:

- A.9 – Características de los huecos de tensión.

**A.1 Precauciones en la instalación**

En la instalación de un instrumento de medida de calidad de suministro, se tiene que asegurar la seguridad del instalador y de otras personas, la integridad del sistema supervisado y la integridad del instrumento mismo.

Numerosas instalaciones son por naturaleza provisionales y pueden no requerir las mismas prácticas de puesta en funcionamiento que las instalaciones permanentes, pero se tienen que respetar los códigos locales en cualquier caso. Los códigos, reglamentos y prácticas de seguridad locales cubrirán la mayor parte de los puntos citados a continuación y serán siempre prioritarios sobre las recomendaciones citadas en este documento.

### **A.1.1 Cables de medida**

Para la seguridad, se aplica la Norma CEI 61010, que da los requisitos de seguridad para equipos eléctricos de medida, control y de laboratorio.

La conexión de los cables de medida en los tableros de distribución o repartidores<sup>1)</sup> se efectuará de manera que no impida el funcionamiento de los dispositivos a los que están conectados. Se trata en particular, de reponer en su posición de funcionamiento las puertas, cubiertas y paneles de acceso (es decir, cerramientos montados con todos sus tornillos, etc.). Si permanecen abiertos los paneles durante la medida, se proveerán medios adecuados para limitar el acceso a la zona e informar a otras personas de la presencia del dispositivo de medida y de la identidad de la persona responsable en el lugar.

Se recomienda en la mayoría de los casos fijar el instrumento de medida de calidad de suministro en un punto de la red especialmente diseñado para las medidas o el contaje de energía en las instalaciones.

Los cables de medida se colocarán alejados de los conductores no aislados, objetos cortantes, campos electromagnéticos de alta y baja frecuencia y otros entornos adversos. Si es posible, se enrollarán o fijarán a un cuerpo sólido para evitar cualquier desconexión accidental.

**A.1.1.1 Cables de medida de tensión.** Los cables dotados de un fusible en el extremo de la sonda, es decir, en el extremo conectado al sistema a supervisar, incrementan la seguridad de la conexión. El fabricante del instrumento tiene que especificar el tamaño del fusible, que será lo suficientemente pequeño para proteger el cable de medida contra las sobrecargas. Por otra parte, la capacidad de corte del fusible será compatible con la corriente de fallo de red en el punto de conexión.

Los cables de medida de tensión no tienen que enrollarse alrededor de hilos existentes ni insertarse en conectores de interruptores diseñados para recibir sólo un conductor. En su lugar se debería utilizar una conexión mecánica adaptada y correctamente instalada. Cuando se utilizan clips en instalaciones provisionales, tienen que ser conformes con la Norma CEI 61010. Es indispensable que el clip esté calibrado para la tensión máxima susceptible de ser aplicada y que esté instalado mecánicamente de manera segura. Durante la instalación, el instalador tendrá en cuenta lo que pasará si el clip se desaloja accidentalmente, por ejemplo, por una tracción brusca sobre el cable.

Algunos cables de medida están dotados de tomas aisladas que pueden enclavarse unas en la parte superior de las otras. Se debería tener cuidado con el apilamiento para no establecer más que las conexiones adecuadas sin provocar cortocircuitos accidentalmente. Verificar siempre por dos veces que la conexión de los cables no provoque cortocircuitos. Además, conectar los cables al circuito a supervisar sólo después de haber conectado los cables al instrumento de medida y verificado que la conexión es correcta.

**A.1.1.2 Cables de medida de corriente.** Se debería tener cuidado de que los secundarios de los transformadores de corriente, si se utilizan, no puedan convertirse en circuitos abiertos, es decir, no tiene que haber un fusible en los secundarios de tales circuitos, y la conexión a la carga tiene que estar asegurada mecánicamente.

Las pinzas de corriente y sus cables, utilizados para instalaciones temporales, tienen que estar diseñados de acuerdo con la Norma CEI 61010-2-032.

### **A.1.2 Protección de las partes en tensión**

Las cubiertas o paneles se desmontan a menudo para la instalación o durante los periodos de medida. En este caso, todas las partes en tensión estarán protegidas de manera adecuada y el área se mantendrá inaccesible. Si se utilizan terminales atornillados en el instrumento de medida, se utilizarán cubiertas adecuadas para aislar las conexiones. Todas las conexiones se harán de acuerdo con las especificaciones y el propósito de la conexión. Por ejemplo, no se tienen que conectar varios hilos en un terminal atornillado diseñado para un solo hilo.

---

1) En inglés: junction boxes.

### **A.1.3 Emplazamiento de los equipos de medida**

Es necesario que el instrumento de medida esté fijado de manera segura para minimizar el riesgo de desplazamiento o de aflojamiento de las conexiones. Si se usa un papel de impresora para el registro de las perturbaciones, se deberían tomar las precauciones adecuadas para que la acumulación de papel no presente peligro. Los equipos de medida no se almacenarán en lugares donde la temperatura, la humedad o el polvo puedan dañar el instrumento, o perturbar los procesos de tratamiento de datos.

El instrumento de medida estará situado de manera que no suponga un peligro para las personas que trabajan en el área. Para este fin puede utilizarse a veces una envolvente o barrera de protección. En la medida de lo posible, el equipo de medida no se situará en un lugar de mucho paso, como por ejemplo en un pasillo muy frecuentado.

Por otra parte, se debería adoptar un emplazamiento que no suponga un peligro indebido para la persona encargada de instalar el equipo de medida. Existen numerosos emplazamientos que son demasiado pequeños o de acceso demasiado difícil para permitir una buena conexión de los cables de medida. En este caso, se elegirá otro emplazamiento.

Determinados factores ambientales externos pueden afectar el funcionamiento de los instrumentos de medida. Estos factores ambientales incluyen la temperatura, la humedad, los campos electromagnéticos de alta y baja frecuencia, las descargas electrostáticas, los choques mecánicos y las vibraciones.

### **A.1.4 Puesta a tierra**

Cualquier instrumento puede presentar fallos internos. La alimentación del instrumento estará unida correctamente a tierra si el fabricante lo declara necesario. Numerosos reglamentos de seguridad requieren también que una conexión de tierra esté unida a los cables de medida de tensión. Los instrumentos que tienen dos o más conexiones de tierra (como por ejemplo una conexión de tierra para la alimentación y otra para los cables de medida) pueden engendrar bucles de tierra (de masa) si las conexiones de tierra están en puntos físicos diferentes en el exterior del instrumento. El riesgo de crear un bucle de tierra en el instrumento de medida y en el sistema objeto de las medidas debe ser considerado cuidadosamente.

Los peligros ligados al potencial para el personal y el instrumento, debidos a la presencia de potenciales altos entre diferentes puntos del sistema de puesta a tierra deben ser tenidos en cuenta cuidadosamente. La utilización de transformadores de aislamiento para la alimentación del instrumento es útil en la mayoría de los casos.

En cualquier caso, se dará mayor prioridad a las condiciones de seguridad.

### **A.1.5 Interferencias**

Si el instrumento de medida se conecta a un teléfono móvil u otro transmisor de radio, se debería asegurar que la antena del transmisor esté lo suficientemente alejada de los dispositivos que podrían ser sensibles a las interferencias. Se trata por ejemplo de los dispositivos de protección, de los equipos de vigilancia médica, instrumentos científicos, etc.

## **A.2 Transductores**

### **A.2.1 Generalidades**

Los instrumentos de medida de calidad de suministro, en particular los instrumentos portátiles, están dotados generalmente de entradas diseñadas para aplicaciones de baja tensión. Algunos instrumentos de medida instalados permanentemente están montados a una cierta distancia del punto del circuito donde han de medirse los parámetros. En ambos casos, podría ser necesario un transductor adecuado para rebajar la tensión, para aislar los circuitos de entrada de la tensión de red, o para transmitir las señales a una cierta distancia. Para realizar una u otra de estas funciones, puede utilizarse un transductor, con la condición de que sus características sean adecuadas para el parámetro de interés.

En las redes de baja tensión, los instrumentos de medida de la calidad de suministro están conectados generalmente de manera directa a la tensión del punto de interés, pero se utilizan a menudo transductores para las medidas de corriente.

En las redes de media y alta tensión, se utilizan transductores para las medidas de calidad de suministro de tensión y de corriente.

La utilización de transductores tiene dos problemas importantes:

- los niveles de las señales: los niveles de las señales deberían utilizar la escala total del instrumento sin distorsionar ni recortar la señal deseada;
- la respuesta de frecuencia y de fase: estas características son especialmente importantes para las medidas de transitorios y de armónicos.

Para evitar medidas incorrectas, la escala completa, la linealidad, la respuesta de frecuencia y de fase y las características de la carga del transductor deberán tenerse en cuenta cuidadosamente.

NOTA – Los transductores de corriente diseñados para los propósitos de protección pueden ser menos precisos que los transductores de medida.

## **A.2.2 Nivel de las señales**

**A.2.2.1 Transductores de tensión.** El transductor de tensión más común es el transformador de tensión. Se pueden considerar dos tipos de transformadores de tensión: los que se utilizan para circuitos de relés de protección y los utilizados para los circuitos de contadores de energía. El primer tipo se dimensiona de manera que dé una respuesta correcta incluso en caso de sobretensiones debidas a un cortocircuito desequilibrado. El segundo tipo, por el contrario, está diseñado para proteger los contadores de energía de las sobretensiones de la red. En esta última categoría, la señal dada se distorsionará en caso de saturación.

Cuando un equipo de supervisión se conecta a un transformador de tensión utilizado también para otras funciones (por ejemplo, contadores), se deberá tener cuidado de que la carga adicional no afecte a la calibración o a la incertidumbre de esas otras funciones.

Se deben tener en cuenta todas las precauciones necesarias al hacer conexiones en el circuito secundario de un transformador utilizado para un relé de protección. Cualquier error de conexión podría entrañar la desconexión intempestiva del relé.

NOTA – Para más detalles sobre la incertidumbre de los transformadores de tensión, véase la Norma CEI 60044-2.

**A.2.2.2 Transductores de corriente.** Estando en funcionamiento la red, el valor de la corriente puede ir de cero al valor de cortocircuito de la red objeto de la supervisión. El valor de la corriente de cortocircuito puede estar muy por encima del nivel nominal de la corriente. No es inhabitual un valor 20 veces superior al valor nominal.

El tipo de transductor de corriente más común es el transformador de corriente.

Algunos transformadores de corriente están equipados con dos o más núcleos y/o dos arrollamientos secundarios: uno para grandes flujos de corriente (20 a 30 veces la corriente nominal), típicamente para los relés de protección, y un segundo para los flujos de corriente nominales. Se debería seleccionar el secundario correcto para la medida prevista. Con conexiones directas, un equipo de medida puede dañarse en caso de fallos si se ha seleccionado el secundario incorrecto. Estos daños pueden producir accidentalmente un circuito abierto en el secundario del transformador. Circuitos abiertos en el devanado secundario de un transformador de corriente pueden generar tensiones peligrosamente altas (y destructivas).

Otras consideraciones pueden afectar a la incertidumbre de los transductores, como el centrado y el ángulo que hace un conductor cuando atraviesa la abertura de un transductor del tipo de pinza de corriente.

NOTA – Para más detalles sobre la incertidumbre de los transductores de corriente, véase la Norma CEI 60044-1.

Pueden efectuarse medidas de transitorios con shunts o transformadores de corriente diseñados para tener una buena respuesta de alta frecuencia.

Los shunts coaxiales se utilizan habitualmente en laboratorio pero presentan la desventaja de requerir su inserción entre los conductores en los que circula la corriente, y de que la señal de salida del shunt no está aislada galvánicamente del circuito de potencia. Por otro lado, no son susceptibles a la saturación y a la magnetización residual que pueden afectar a las medidas efectuadas con transformadores de corriente.

Los transformadores de corriente que funcionan con una carga resistiva adecuada dan una señal de tensión proporcional a la corriente primaria. En general, el primario se compone de una o varias espiras del circuito primario envueltos a través de una apertura en el núcleo. La principal ventaja de estos transductores de corriente es conseguir el aislamiento de los circuitos de potencia y una amplia escala de relaciones de amperios/voltios. Otra ventaja es que algunos transformadores de corriente (no todos) no requieren desconectar el conductor de potencia de su carga durante la instalación.

Se utilizan a veces otros tipos de transductores de corriente, incluidos detectores ópticos de polarización y transductores de efecto Hall.

### **A.2.3 Respuesta en frecuencia de los transductores**

**A.2.3.1 Respuesta en frecuencia y fase de los transductores de tensión.** En general, los transductores de tensión electromagnéticos de tipo transformador presentan respuestas en frecuencia y transitorios adecuados hasta 1 kHz, pero el margen de frecuencias a veces puede limitarse muy por debajo de 1 kHz, y a veces puede extenderse a algunos kilohercios.

Los divisores capacitivos sencillos pueden presentar una respuesta en frecuencia y fase adecuada hasta unos centenares de kilohercios o incluso más; sin embargo, en numerosas aplicaciones, se añade intencionadamente un circuito resonante, lo que hace que la respuesta en frecuencia del divisor capacitivo esté inadaptada a las medidas en cualquier frecuencia distinta de la frecuencia fundamental.

Los divisores de tensión resistivos pueden presentar una respuesta en frecuencia y fase adecuada hasta varios centenares de kilohercios. Pueden introducir, sin embargo, otros problemas: por ejemplo, la carga capacitiva del instrumento de medida puede influir en la respuesta en frecuencia y fase de los divisores de tensión resistivos.

**A.2.3.2 Respuesta en frecuencia y fase de los transductores de corriente.** Como dispositivos electromagnéticos devanados que son los transformadores de corriente, la respuesta en frecuencia varía en función de la clase de precisión, del tipo (fabricante), del número de espiras, del material y de la sección del núcleo, y de la carga del circuito secundario.

En general, la frecuencia de corte de un transductor de corriente se extiende de 1 kHz a algunos kilohercios, y la respuesta en la fase se degrada a medida que se aproxima a la frecuencia de corte.

NOTA – Nuevos conceptos de transductores de corriente con frecuencia de corte más alta y que presentan una mayor linealidad están en curso de desarrollo (transductores ópticos y de efecto Hall). Se debería tener en cuenta cuidadosamente la coordinación del aislamiento, los problemas de ruido, el comportamiento a plena escala y las condiciones de seguridad.

### **A.2.4 Transductores para la medida de transitorios**

Se tienen que considerar dos cuestiones importantes en la selección de transductores para la medida de transitorios en una red de corriente alterna. Por una parte, el nivel de la señal debería usar toda la escala del instrumento sin distorsionar o recortar la señal deseada. Por otra parte, la respuesta en frecuencia (amplitud y fase) del transductor debería ser adecuada para la señal esperada.

#### **• Transductores de tensión**

- Los transductores de tensión deberían estar dimensionados para que las perturbaciones no induzcan saturación. Para los transitorios de baja frecuencia, esto requiere que el codo de la curva de saturación del transductor sea al menos del 200% de la tensión nominal de la red.

- La respuesta en frecuencia de un transductor de tensión de medida normalizado depende de su tipo y de la carga aplicada. Con una carga de alta impedancia, la respuesta es en general adecuada hasta al menos 2 kHz, pero puede ser menor.
  - Los transformadores de tensión de acoplamiento capacitivo no dan en general la representación precisa de los componentes de alta frecuencia.
  - Las medidas de transitorios de alta frecuencia requieren un divisor capacitivo o un divisor puramente resistivo. Pueden utilizarse divisores capacitivos especiales para las medidas que requieren una caracterización precisa de los transitorios hasta al menos 1 MHz.
- **Transductores de corriente**
    - La selección del transductor adecuado para la corriente es más difícil. La corriente en un cable de distribución varía más frecuentemente y en mayores proporciones que la tensión.
    - Los transductores de corriente de medida normalizados son generalmente adecuados para frecuencias de hasta 2 kHz (el error de fase puede llegar a ser importante antes de este límite). Para frecuencias más altas, se deberían utilizar transductores de corriente tipo ventana que presenten una relación de transformación alta (bobina toroidal, circuito magnético abierto, shunt y pinza).
    - Otras características deseables de los transductores de corriente son: una relación de transformación alta, como por ejemplo 2000:5; menos de cinco espiras en el primario; bajo flujo remanente, por ejemplo 10% de saturación del núcleo; núcleo magnético de gran superficie; resistencia del arrollamiento secundario e impedancia de fuga bajas. Se necesitan tener en cuenta dos parámetros clave cuando se utiliza un transductor de corriente para la medida de corrientes transitorias. Se trata del producto corriente-tiempo (*I.t máx.*) y del tiempo de subida/bajada. Los valores usuales de tiempo de subida (del 10% al 90%) están situados en el margen de 2 ns a 200 ns. Los valores usuales del tiempo de bajada van desde 0,1%/μs a 0,5%/ms.

NOTA – En las redes de alta tensión, pueden efectuarse medidas de alta frecuencia y transitorios de tensión utilizando divisores capacitivos a menudo disponibles en los transformadores de corriente y en los aisladores pasantes de los transformadores de corriente.

### A.3 Tensiones y corrientes transitorias

Esta parte trata principalmente de los transitorios de las redes de baja tensión pero no trata los de los sistemas de interruptores de aislamiento gaseoso (GIS<sup>1)</sup>) ni los de las redes de alta tensión.

En todas las redes de corriente alterna se pueden producir transitorios. Tradicionalmente, se han caracterizado como “tensiones transitorias”; no obstante, en numerosos casos, la corriente transitoria puede ser más importante. La detección, la clasificación y la caracterización de las tensiones transitorias son temas complejos.

#### A.3.1 Definiciones

**A.3.1.1 transitorio:** Se dice de un fenómeno o de una magnitud que varía entre dos regímenes permanentes consecutivos durante un intervalo de tiempo corto comparado con la escala de tiempo considerada.

[VEI 161-02-01]

**A.3.1.2 impulso de tensión:** Onda de tensión transitoria que se propaga a lo largo de una línea o de un circuito y que conlleva una subida rápida de la tensión seguida de un descenso más lento.

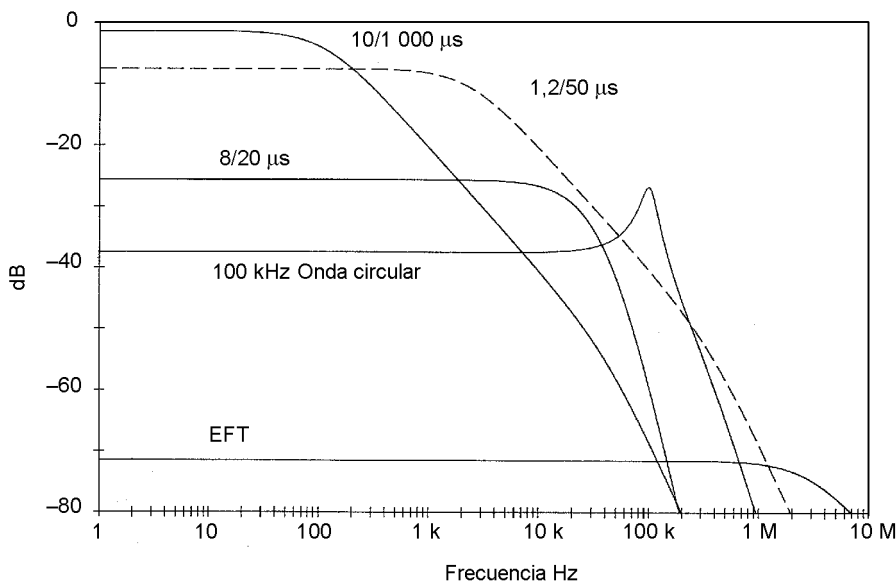
[VEI 161-08-11]

---

1) En inglés: Gas-insulated switchgear.

### A.3.2 Características de la frecuencia y de la amplitud de los transitorios de la red de corriente alterna

En los circuitos de potencia de corriente alterna, los transitorios se producen en una extensa gama de formas de onda, de amplitudes y de duraciones. Es difícil describirlos por un simple conjunto de parámetros, pero la obtención de estos registros permite clasificarlos en unas pocas formas de onda típicas utilizadas para fines de ensayos. La figura A.1 presenta el espectro de frecuencia de varias formas de onda de ensayo representativas de uso general. Esta información es útil para desarrollar algoritmos que serán necesarios para reducir de manera adecuada las señales analógicas en los registros digitales y de tratamiento de datos de estas señales.



**Fig. A.1 – Espectro de frecuencia de formas de onda de ensayo transitorias típicamente representativas**

Para la tensión y la corriente, el espectro de las formas de onda de ensayo de los transitorios en la red de corriente alterna contiene frecuencias hasta alrededor de 10 MHz (durante 200 μs), con grandes amplitudes hasta 1 MHz (durante 2 ms). En la conexión de cargas a la red de c.a., las amplitudes de las formas de onda de ensayo habituales se extienden hasta 6 kV y hasta 5 kA.

Por ello, la tasa de muestreo tiene que ser al menos igual a dos veces la frecuencia máxima de la forma de onda; además, el filtro de anti-aliasado correspondiente tiene que ser de unas características adecuadas. Para cualquier información suplementaria relativa a la medida de los transitorios, véase también el apartado A.2.4.

### A.3.3 Métodos de detección y emplazamiento de medida

Los resultados de una medida de transitorios dependen a la vez de la naturaleza real del transitorio y de los parámetros seleccionados por el usuario y registrados por el instrumento. Cuando el motivo principal de interés es el aislamiento, las medidas de transitorios se efectúan en general entre fase y tierra. Cuando el motivo principal de interés es el mantenimiento en buen estado de los equipos, las medidas de transitorios se efectúan en general entre fases o entre fase y neutro.

Algunos métodos de detección y ejemplos de aplicación son los siguientes:

- método comparativo: cuando se sobrepasa un umbral fijo absoluto, se detecta un transitorio, como por ejemplo dispositivos de protección contra las tensiones de choque (SPD<sup>1)</sup>) que son sensibles a la tensión total;

1) En inglés: Surge protective devices.



- método de la envolvente: similar al método comparativo, pero se suprime la componente fundamental antes del análisis, como por ejemplo en el caso de transitorios por acoplamiento capacitivo;
- método de la ventana deslizante: los valores instantáneos se comparan con los valores correspondientes del periodo precedente, como por ejemplo transitorios de baja frecuencia en la conexión de baterías de condensadores utilizados para la corrección del factor de potencia;
- método  $dv/dt$ : cuando se excede un umbral fijo absoluto de  $dv/dt$ , en el caso por ejemplo de la desconexión intempestiva de circuitos electrónicos de potencia o de distribución no lineal en el arrollamiento de una bobina de inducción;
- valor eficaz: por muestreo muy rápido, el valor eficaz se calcula en intervalos muy inferiores al de un periodo de la componente fundamental y se compara con un umbral, como por ejemplo cuando son deseables cálculos complementarios como la sobrecarga de un dispositivo de protección contra las tensiones de choque o de transferencia de cargas;
- otros métodos son por ejemplo las medidas de amplitud/frecuencia (transformada rápida de Fourier, tren de ondas (wavelet), etc.).

#### **A.3.4 Métodos de clasificación y parámetros**

Una vez detectado el transitorio por medio de los métodos anteriores, puede ser clasificado. Algunos métodos de clasificación y parámetros son:

- la tensión y/o la corriente de cresta. Nótese que el valor de cresta está influido también por el intervalo de medida;
- oscilación transitoria de tensión;
- tasa de subida ( $dv/dt$  o  $di/dt$ ) del frente de subida;
- parámetros de frecuencia;
- duración. Este parámetro es muy difícil de definir, debido a la amortiguación, la irregularidad de las formas de onda, etc.;
- amortiguación;
- frecuencia de ocurrencia;
- energía y potencia, disponible o transmitida;
- carácter continuo (en cada periodo, como las marcas de conmutación), o unitario (imprevisible) de los transitorios.

Todos estos parámetros numéricos son útiles para desarrollar un sistema de clasificación que permita describir el conjunto de los transitorios en términos estadísticos.

Por otra parte, en especial en la investigación y resolución de fallos, un registro puede describir en una sola representación gráfica varios de estos parámetros difíciles de cuantificar.

#### **A.3.5 Efecto de los dispositivos de protección contra las tensiones de choque en las medidas de transitorios**

Los dispositivos de protección contra las tensiones de choque (SPD) son componentes conectadas en paralelo que conducen cuando se sobrepasa un umbral de tensión. Se utilizan comúnmente para limitar la amplitud de las tensiones transitorias. Se pueden encontrar en dispositivos de filtrado en la red y se incluyen a menudo en los dispositivos electrónicos sensibles como los ordenadores personales.

Debido a que todos los dispositivos de protección contra las tensiones de choque se conectan efectivamente en paralelo, el que tiene la limitación de tensión más baja (en el límite de sus características) limitará todas las tensiones transitorias hasta su límite de tensión y desviará la mayor parte de la corriente transitoria aplicada a la instalación. Por ello, la medida de tensiones transitorias, en numerosos entornos —oficinas, laboratorios, fábricas, etc. — presenta una utilidad muy limitada: se mide simplemente el umbral de tensión de uno de los numerosos dispositivos de protección contra las tensiones de choque presentes.

Por esta razón, la corriente transitoria constituye a menudo un indicador mejor de la severidad de los transitorios de las redes de corriente alterna que la tensión transitoria.

#### **A.4 Cambios rápidos de tensión**

Se entiende por cambio rápido de tensión una transición rápida de la tensión eficaz entre dos regímenes permanentes.

Para medir los cambios rápidos de tensión, se tienen que definir los umbrales para: la tasa mínima de cambio, la duración mínima de los regímenes permanentes, la diferencia mínima de tensión entre dos regímenes permanentes y la estabilidad de los regímenes permanentes.

En un cambio rápido de tensión, la tensión no tiene que superar el umbral del hueco de tensión y/o de sobretensión temporal, pues de lo contrario sería considerado como un hueco o una sobretensión temporal.

El parámetro característico del cambio rápido de tensión es la diferencia entre el valor en régimen permanente alcanzado después del cambio, y el valor inicial en régimen permanente.

#### **A.5 Corriente**

En el contexto de la calidad de suministro, las medidas de corriente vienen a completar de forma útil las medidas de tensión, en particular cuando se trata de determinar las causas de sucesos tales como los cambios de la amplitud de la tensión, los huecos, las interrupciones o los desequilibrios.

La forma de onda de corriente puede además ayudar a asociar el suceso registrado con un dispositivo en particular y con una acción determinada, como el arranque de un motor, la puesta en tensión de un transformador o la conmutación de un condensador.

Unidos a los armónicos e interarmónicos de tensión, los armónicos e interarmónicos de corriente pueden ayudar a caracterizar la carga conectada a la red.

Nótese que los transductores de medida no se consideran en este anexo.

##### **A.5.1 Definición**

$I_{ef\text{ semiperiodo}}$ : Valor eficaz de la corriente medida en cada semiperiodo.

##### **A.5.2 Amplitud de la corriente**

**A.5.2.1 Medida.** El fabricante o el usuario deberían especificar el valor eficaz de la corriente a escala completa, incluido un valor máximo del factor de cresta.

NOTA – Los armónicos, interarmónicos y las señales de control centralizado están incluidos en la evaluación.

##### **– Para el método de clase A**

La medida debería ser el valor eficaz (definido en el apartado 3.25) de la amplitud de la corriente, en un intervalo de tiempo de 10 periodos para las redes de 50 Hz y en un intervalo de tiempo de 12 periodos para las redes de 60 Hz.

Los intervalos de 10/12 periodos deberían ser contiguos y no se deberían solapar.

– **Para el método clase B**

El fabricante debería especificar el intervalo de tiempo de medida utilizado.

**A.5.2.2 Incertidumbre de medida**

– **Para el método de clase A**

En el margen de variación de las magnitudes de influencia y en las condiciones descritas en el apartado 6.1, la incertidumbre de medida  $\Delta I$  no debería exceder el  $\pm 0,1\%$  de la escala completa.

– **Para el método de clase B**

El fabricante debería especificar la incertidumbre  $\Delta I$  en el margen de variación de las magnitudes de influencia y en las condiciones descritas en el apartado 6.1. En cualquier caso, la incertidumbre de medida  $\Delta I$  no tiene que exceder el  $\pm 2,0\%$  de la escala completa.

**A.5.2.3 Evaluación de las medidas.** Para las redes monofásicas, existe un único valor de corriente eficaz. Para las redes trifásicas de tres hilos, existen generalmente tres valores de corriente eficaz; para los sistemas trifásicos de cuatro hilos, existen generalmente cuatro valores de corriente eficaz. La medida de la corriente en el conductor de tierra es opcional.

– **Para el método de clase A**

Se deberían utilizar intervalos de agregación como los descritos en el apartado 4.5, pero podrían utilizarse técnicas de agregación suplementarias para el alisado, por ejemplo con el filtro digital especificado en la Norma CEI 61000-4-7:2002.

Si uno de los valores eficaces en 10/12 periodos es superior a la corriente de toda la escala especificada, se debería “marcar” el valor de la corriente eficaz en 10/12 periodos para ese intervalo.

– **Para el método de clase B**

El fabricante y/o el usuario deberían especificar los intervalos de medida.

**A.5.3 Corriente de entrada**

**A.5.3.1 Medida**

– **Para el método de clase A**

La corriente de entrada comienza cuando la corriente  $I_{ef \text{ semiperiodo}}$  se eleva por encima del umbral de entrada y se termina cuando la corriente  $I_{ef \text{ semiperiodo}}$  es igual o inferior al umbral de entrada menos un valor de histéresis elegido por el usuario.

Los valores medidos deberían estar expresados en valores de  $I_{ef \text{ semiperiodo}}$ . Los intervalos de cada semiperiodo deberían ser contiguos y no se deberían solapar.

NOTA 1 – El umbral de entrada lo fija el usuario. En general, el umbral de entrada es superior al 120% de la corriente nominal.

NOTA 2 – Para una buena comprensión de los fenómenos de la corriente de entrada, se recomienda que el usuario tenga a su disposición el registro de todas las corrientes y de todas las tensiones relacionadas con la corriente de entrada (véase el apartado A.7.2).

– **Para el método de clase B**

La medida debería ser el valor eficaz de la corriente en un corto periodo de tiempo especificado por el fabricante.

**A.5.3.2 Evaluación de las medidas**

– **Para el método de clase A**

La corriente de entrada puede caracterizarse además por:

- el tiempo de duración entre el comienzo y el final de la corriente de entrada;
- el valor máximo de la corriente de entrada medida  $I_{\text{ef semiperiodo}}$ ;
- la raíz cuadrada del valor medio de los cuadrados de los valores de  $I_{\text{ef semiperiodo}}$  medidos durante el tiempo de duración de la corriente de entrada.

– **Para el método de clase B**

Sin requisito.

**A.5.3.3 Incertidumbre de medida**

– **Para el método de clase A**

En el margen de las magnitudes de influencia descrito en el apartado 6.1, la incertidumbre de medida  $\Delta I$  no tiene que sobrepasar el  $\pm 0,5\%$  del valor leído. La incertidumbre de la duración de la medida es de un semiperiodo.

– **Para el método de clase B**

El fabricante debería especificar:

- la incertidumbre  $\Delta I$  en el margen de variación de las magnitudes de influencia definida en el apartado 6.1;
- el margen de corriente.

En cualquier caso, la incertidumbre  $\Delta I$  no tiene que sobrepasar el  $\pm 5,0\%$  del valor leído.

**A.5.4 Armónicos de corriente**

– **Para el método de clase A**

Para los fines de esta norma, hay que referirse a la definición de la medida básica de los armónicos de corriente dada en el Norma CEI 61000-4-7:2002. Usar esta norma para la determinación de una medida de un subgrupo de armónicos sin discontinuidad en 10/12 periodos, denominada  $C_{\text{ng}}$ .

Se deberían utilizar los intervalos de agregación descritos en el apartado 4.5.

En 10/12 periodos una medida de armónicos de corriente es “marcada” si se producen un hueco o una sobretensión temporal (véase el apartado 5.4) o un interrupción de tensión (véase el apartado 5.5) durante ese intervalo de tiempo.

– **Para el método de clase B**

El fabricante debería especificar los métodos de medida y de agregación.

### **A.5.5 Interarmónicos de corriente**

#### **– Para el método de clase A**

Para los fines de esta norma, hay que referirse a la definición de la medida básica de los interarmónicos de corriente dada en la Norma CEI 61000-4-7:2002. Usar esta norma para la determinación de una medida de un subgrupo centrado de interarmónicos sin discontinuidad en 10/12 periodos, denominada  $C_{n-200-ms}$ .

Se deberían utilizar los intervalos de agregación descritos en el apartado 4.5.

En 10/12 periodos una medida de interarmónicos de corriente es “marcada” si se producen un hueco o una sobretensión temporal (véase el apartado 5.4) o un interrupción de tensión (véase el apartado 5.5) durante ese intervalo de tiempo.

#### **– Para el método de clase B**

El fabricante debería especificar los métodos de medida y de agregación.

### **A.6 Guías para aplicaciones contractuales de las medidas de calidad de suministro**

Este capítulo da una guía sobre la medida de la calidad de suministro para fines contractuales. Se subrayan los factores que deberían tener en cuenta las partes concernientes.

NOTA – A continuación se da la descripción de los parámetros de calidad de tensión.

Se recomienda consultar el apartado A.6.1 “Consideraciones generales” antes de firmar un contrato de calidad de suministro, y el apartado A.6.2 “Consideraciones particulares” antes de efectuar medidas de calidad de suministro destinadas a verificar la conformidad con los términos de un contrato.

#### **A.6.1 Consideraciones generales**

Será necesario que los términos especificados en el contrato sean a la vez realizables por una parte y aceptables por la otra. El punto de partida de un contrato de calidad de suministro debería ser una norma o una especificación de calidad de suministro. Se deberían tener en cuenta los valores indicativos y de planificación que figuran en las normas correspondientes de CEI, como por ejemplo las Normas CEI 61000-2-2, CEI 61000-2-4, CEI 61000-2-12 y algunas partes de las Normas CEI 61000-3-6 y CEI 61000-3-7.

Para que los resultados sean representativos de las condiciones de funcionamiento normales, la campaña de medida de calidad de suministro puede no tener en cuenta algunos datos, pero sin suprimirlos, cuando la red está sometida a perturbaciones severas debidas a:

- condiciones meteorológicas excepcionales;
- perturbaciones debidas a terceros;
- intervenciones de autoridades públicas;
- huelgas;
- casos de fuerza mayor;
- averías que resultan de sucesos externos.

El contrato debería especificar si los datos “marcados”, como los descritos en la parte normativa (véase el apartado 4.7) de esta norma, se deberían excluir del análisis en la evaluación de los resultados para verificación de la conformidad con el contrato. Si se excluyen los datos marcados, los resultados de las medidas serán independientes generalmente los unos de los otros para cada parámetro, y cada parámetro puede compararse más fácilmente con un valor contractual. Si se incluyen los datos marcados, los resultados de las medidas estarán en general más directamente relacionados con los efectos de la calidad de suministro en las cargas sensibles, pero serán mucho más difíciles, e incluso imposibles, de comparar con los valores contractuales.

NOTA – Los datos marcados indican que una perturbación podría haber influido en la medida y en consecuencia una perturbación única podría haber afectado a varios parámetros.

Cuando se consideran necesarias medidas de calidad de suministro para evaluar la conformidad del suministro en los términos del contrato, es responsabilidad de la parte que considera que es necesario tomar todas las disposiciones para realizar estas medidas, si no hay disponible una supervisión permanente. Esto no debería implicar, sin embargo, que el contrato precise quién debería efectuar las medidas. Podría ser necesaria la consulta de terceras partes.

El contrato debería indicar cómo se ha de soportar el coste financiero de las medidas por las partes concernientes. Esto puede depender de los resultados de las medidas.

Los términos del contrato deberían especificar su duración, el intervalo de tiempo de las medidas, los parámetros de calidad de suministro a medir y el emplazamiento eléctrico del o de los instrumentos de medida. Véase el apartado 6.2 para ejemplos de intervalo de tiempo de la medida y de los parámetros de calidad de suministro.

La selección del modo de conexión del dispositivo de medida (es decir, fase-neutro o fase-fase) debería ser compatible con el tipo de suministro o resultar de una decisión común entre las partes concernientes. Esta selección debería ser mencionada claramente en el contrato.

Los términos del contrato deberían especificar la utilización de los métodos de medida y las incertidumbres de medida descritas en la parte normativa de esta norma.

El contrato debería especificar el método para determinar las indemnizaciones para el caso en que una parte no cumpliera los términos del contrato.

El contrato puede contener disposiciones relativas a la resolución de los litigios concernientes a la interpretación de las medidas.

Será necesario que en el contrato se considere el asunto del acceso a los datos y la confidencialidad. Por ejemplo, la parte que efectúa las medidas de calidad de suministro podría no ser la misma que la que tenga que analizar los datos y evaluar la conformidad con el contrato.

#### **A.6.2 Consideraciones particulares**

La calidad de suministro se evalúa por comparación de los resultados de la medida de los parámetros de calidad de suministro con los límites (valores contractuales) que figuran en el contrato. Estos límites salen fuera del campo de aplicación de esta norma.

En un contrato, la descripción de cada parámetro de calidad de suministro puede comprender: uno o varios valores contractuales, el intervalo de tiempo a tener en cuenta, la duración del o de los intervalos de tiempo de evaluación, y posiblemente procedimientos especiales que conciernen a las medidas “marcadas”.

Para muchos parámetros (amplitud de la tensión, armónicos, flicker), pueden constatarse variaciones entre los días laborables y los fines de semana. Por esta razón, el periodo de medida debería ser de una semana como mínimo (o un número entero de semanas).

**A.6.2.1 Frecuencia industrial.** Intervalo de medida: periodo de evaluación mínimo de una semana.

Técnicas de evaluación: se consideran los valores de 10 segundos. Se sugieren las técnicas siguientes, pero podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes:

- podría contarse el número o el porcentaje de valores que, durante el periodo de evaluación, sobrepasan los valores contractuales altos o bajos;
- podrían compararse los valores más desfavorables con los valores contractuales altos y/o bajos (el intervalo de medida podría ser diferente para esta posibilidad);
- podrían compararse uno o varios valores semanales de probabilidad del 95% (u otro porcentaje), expresados en hercios, con valores contractuales altos y/o bajos;
- podría contarse el número de valores consecutivos que sobrepasen los valores contractuales altos y/o bajos;
- podría compararse la integración en el intervalo de medida de la desviación respecto de la frecuencia nominal con los valores contractuales.

**A.6.2.2 Amplitud de la tensión de suministro.** Intervalo de medida: periodo de evaluación mínimo de una semana.

Técnicas de evaluación: se podrían tener en cuenta los valores de 10 minutos. Se sugieren las técnicas siguientes, pero podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes:

- podría contarse el número o el porcentaje de valores que, durante el periodo de evaluación, sobrepasan los valores contractuales altos o bajos;
- podrían compararse los valores más desfavorables con los valores contractuales altos y/o bajos (el periodo de evaluación podría ser diferente para esta posibilidad);
- podrían compararse uno o varios valores semanales de probabilidad del 95% (u otro porcentaje), expresados en voltios, con valores contractuales altos y/o bajos;
- podría contarse el número de valores consecutivos que sobrepasen los valores contractuales altos y/o bajos.

**A.6.2.3 Flícker.** Intervalo de medida: periodo mínimo de evaluación de una semana.

Técnicas de evaluación: se podrían tener en cuenta los valores de 10 minutos ( $P_{st}$ ) y/o de 2 horas ( $P_{lt}$ ). Se sugieren las siguientes técnicas para los dos valores, pero podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes:

- podría contarse el número o el porcentaje de valores que, durante el periodo de evaluación, sobrepasen los valores contractuales.
- podrían compararse valores semanales de probabilidad del 99% (u otro porcentaje) para  $P_{st}$ , o del 95% (u otro porcentaje) para  $P_{lt}$ , con los valores contractuales.

**A.6.2.4 Huecos de tensión / sobretensiones temporales.** Intervalo de medida: periodo mínimo de evaluación de un año.

Técnicas de evaluación: las partes contratantes se deberían poner de acuerdo sobre la tensión de entrada declarada  $U_{din}$ .

NOTA – Para los consumidores de baja tensión, la tensión declarada es en general igual a la tensión nominal de la red. Para los consumidores de alta tensión o media tensión, la tensión declarada puede ser diferente de la tensión nominal.

Las partes contratantes se deberían poner de acuerdo sobre:

- los umbrales de detección de los huecos de tensión y sobretensiones temporales;
- las técnicas de agregación de tiempo;
- las técnicas de agregación de sitios, si se mide en varios sitios;
- las técnicas del informe tales como las tablas de tensión residual/duración;
- cualquier otra técnica de evaluación que podría ser relevante.

**A.6.2.5 Interrupciones de tensión.** Intervalo de medida: periodo de evaluación mínimo de un año.

Técnicas de evaluación: las partes podrían ponerse de acuerdo sobre una duración que defina el límite entre las interrupciones “breves” y “largas”. Podrían tenerse en cuenta el número de interrupciones de tensión y la duración total de las interrupciones de tensión “largas” en el transcurso del intervalo de medida. Podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes.

Las interrupciones para las que se informa al cliente por adelantado (por ejemplo un mínimo de 24 horas), podrían contarse separadamente de las interrupciones para las que no se informa al cliente por adelantado.

**A.6.2.6 Desequilibrio de la tensión de suministro.** Intervalo de medida: periodo de evaluación mínimo de una semana.

Técnicas de evaluación: se podrían tener en cuenta los valores de 10 minutos y/o de 2 horas. Se sugieren las siguientes técnicas para los dos valores, pero podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes:

- podría contarse el número o el porcentaje de valores que, durante el intervalo de medida, sobrepasen los valores contractuales;
- podrían compararse los valores más desfavorables con los valores contractuales (el intervalo de medida podría ser diferente para esta posibilidad, un año por ejemplo);
- podría compararse uno o varios valores semanales de probabilidad del 95% (u otro porcentaje), expresados en porcentaje, con los valores contractuales.

**A.6.2.7 Armónicos de tensión.** Intervalo de medida: periodo de evaluación mínimo de una semana para los valores de 10 minutos, y evaluación diaria de valores de 3 segundos (150/180 periodos) durante al menos una semana.

Técnicas de evaluación: podrían tenerse en cuenta los intervalos de 3 segundos (150/180 periodos) y/o 10 minutos. Pueden aplicarse valores contractuales a los diferentes armónicos, grupos de armónicos, u otros reagrupamientos, como por ejemplo armónicos pares o impares, en función de los acuerdos entre las partes contratantes. Se recomiendan las técnicas siguientes para todos los valores, pero podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes:

- podría contarse el número o el porcentaje de valores que, durante el periodo de evaluación, sobrepasan los valores contractuales;
- podrían compararse los valores más desfavorables con los valores contractuales (el intervalo de medida podría ser diferente para esta posibilidad, un año por ejemplo);
- podrían compararse uno o varios valores semanales de probabilidad del 95% (u otro porcentaje), para valores de 10 minutos, y/o valores diarios de probabilidad del 95% (u otro porcentaje) para valores de 3 segundos (150/180 periodos), expresados en porcentaje, con los valores contractuales.



**A.6.2.8 Interarmónicos de tensión.** Intervalo de medida: periodo de evaluación mínimo de una semana para valores de 10 minutos, y evaluación diaria de valores de 3 segundos (150/180 periodos) durante al menos una semana.

Técnicas de evaluación: podría tenerse en cuenta un periodo de 3 segundos (150/180 periodos) y/o de 10 minutos. Pueden aplicarse valores contractuales a un grupo de interarmónicos, u otros reagrupamientos, en función de los acuerdos entre las partes contratantes. Se recomiendan las técnicas siguientes para todos los valores, pero podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes:

- podría contarse el número o el porcentaje de valores que, durante el periodo de evaluación, sobrepasen los valores contractuales;
- podrían compararse los valores más desfavorables con los valores contractuales (el intervalo de medida podría ser diferente para esta posibilidad, un año por ejemplo);
- podrían compararse uno o varios valores semanales de probabilidad del 95% (u otro porcentaje), para valores de 10 minutos, y/o valores diarios de probabilidad del 95% (u otro porcentaje) para valores de 3 segundos (150/180 periodos), expresados en porcentaje, con los valores contractuales.

**A.6.2.9 Tensión de transmisión de señales en la red.** Intervalo de medida: periodo de evaluación mínimo de un día.

Técnicas de evaluación: se recomiendan las técnicas siguientes para todos los valores, pero podrían convenirse otras técnicas de evaluación entre las partes:

- podría contarse el número o el porcentaje de valores que, durante el intervalo de medida, sobrepasen los valores contractuales;
- podrían compararse los valores más desfavorables con los valores contractuales (el intervalo de medida podría ser diferente para esta posibilidad, una semana por ejemplo).

## **A.7 Aplicaciones para la investigación y resolución de anomalías**

### **A.7.1 Generalidades**

La investigación de anomalías relacionadas con la calidad de suministro se efectúa en general en respuesta a incidentes o problemas. Por ello, se desea a menudo obtener resultados lo más rápidamente posible, antes que producir valores de archivo o contractuales. Esta necesidad de diagnóstico rápido no debería, sin embargo, conducir a conclusiones prematuras o no fundadas.

En general las muestras temporales brutas no agregadas son muy útiles para la investigación de fallos, porque permiten todo tipo de tratamiento posterior que pueda convenir, como por ejemplo: registros, trenes de ondas, etc. Sin embargo, para reducir al mínimo la cantidad de valores a registrar y estudiar para la investigación de fallos, es útil que el instrumento registre y presente sólo los datos registrados justo antes, durante y después de un suceso tal como un hueco de tensión o un transitorio.

### **A.7.2 Registros de calidad de suministro**

Los registros son representaciones gráficas de los sucesos de calidad de suministro, a menudo acompañados de una breve tabla de características numéricas.

La forma más corriente es un trazado en el dominio del tiempo de la tensión y de la corriente. Otras formas, como dibujos de histogramas de armónicos, distribuciones de probabilidad acumulada, etc., pueden ser útiles también. Las escalas de tiempo comunes de los registros se extienden de 100  $\mu$ s a 30 días. Con un equipo se permite en general determinar la mejor escala de tiempos para la presentación de un suceso de calidad de suministro en base a las características y duración de los sucesos.

Se admite en general que en los registros útiles se muestre la señal antes, durante y después del suceso (sistema de pre-disparo). En general, se concede una cuarta parte del gráfico a la señal justo antes del suceso.

Estos registros son útiles para los problemas de investigación de fallos en el conjunto de la red, incluidas las instalaciones de clientes. Se utilizan en general para identificar y localizar la fuente de un suceso y escoger una solución adecuada.

Un experto podría por ejemplo utilizar el registro de un hueco de tensión, por ejemplo, para determinar que la causa es el arranque de un gran motor aguas abajo del punto de localización del equipo de medida, y elegir la solución adecuada. Aunque este ejemplo se refiere a los huecos de tensión, numerosos libros de referencia disponibles definen los registros de centenares de sucesos típicos: maniobra de un condensador de corrección del factor de potencia, rayos, fallos de la red de distribución y de la red del cliente, cableado suelto, contactos por arco, interferencias con emisores radioeléctricos, circuitos electrónicos compartidos con circuitos de potencia en motores, etc.

Aunque hay numerosos expertos capaces de identificar los sucesos corrientes a partir de su solo registro de tensión, el disponer también de registros de corriente aumenta mucho el alcance y la precisión de los juicios que pueden hacerse en lo concerniente con un suceso. Además, los registros de corriente ofrecen ventajas en materia de identificación del sentido de la causa de una perturbación.

## **A.8 Aplicaciones para tratamiento estadístico**

### **A.8.1 Generalidades**

Este capítulo explica el motivo de las estadísticas de calidad de suministro y da algunas guías.

El primer objetivo de estas técnicas es comprimir un gran número de valores medidos.

El segundo objetivo del análisis estadístico consiste en calcular los índices de calidad con fines de análisis comparativo, ya sea en un punto específico, o en el conjunto de una red, para:

- verificar la conformidad con el acuerdo contractual (véase el capítulo A.6);
- supervisar la evolución de los indicadores de una red durante periodos largos;
- comparar diferentes redes durante un mismo periodo de observación.

### **A.8.2 Consideraciones**

Cualquier análisis estadístico tiene que efectuarse con valores homogéneos: igual periodo de medida, igual tipo de datos de medida, mismo tipo de red, etc.

Un cálculo estadístico se basa en la clasificación de los valores medidos.

Para cada parámetro, el usuario define un “margen normal” de variación y puede elegir incluir o no los datos marcados (véase el apartado 4.7) dado que estos datos por definición pueden ser irrelevantes.

El margen normal de variación se divide enseguida en varias clases de la misma anchura. El número de clases determina el intervalo de confianza – 100 clases parece adecuado. Las clases permanecen constantes durante un periodo de medida – un día, una semana, un año, etc. – y se ordenan desde el menor valor al mayor en el margen normal de variación.

Se cuenta el número de valores ordenados en cada clase. Este recuento se puede utilizar para determinar la curva acumulativa, que a su vez puede utilizarse para determinar los percentiles.

La bien conocida fórmula de Student se debería utilizar después para determinar el intervalo de confianza. Cuando el número de valores estadísticos es bajo (como los 84 valores medidos para un parámetro cada 2 horas durante una semana), se debería interpretar con prudencia el intervalo de confianza.

### **A.8.3 Índices de calidad de suministro**

**A.8.3.1 Caracterización de un punto único de la red.** Un punto de medida único puede caracterizarse por dos tipos de índices de calidad de suministro en función de los fenómenos concernientes:

- índices estadísticos como los percentiles, valores máximos o medios en un cierto periodo de tiempo (véase la Norma CEI 61000-3-6 para los armónicos o la Norma CEI 61000-3-7 para el flícker);
- el recuento de sucesos y tabulado.

En el apartado A.6.2 se dan ejemplos de indicadores de calidad de suministro para cada parámetro.

**A.8.3.2 Caracterización de una red completa.** Una red completa es un conjunto de puntos únicos clasificados por tipo de red o de clientes. Para obtener resultados globales podrían definirse reglas de ponderación. Podrían aplicarse reglas de ponderación a los índices estadísticos así como a los sucesos.

### **A.9 Características de los huecos de tensión**

Los huecos de tensión se consideran generalmente como sucesos comunes que afectan a la calidad de suministro.

La parte normativa de esta norma define los huecos de tensión por dos características, la profundidad y la duración. Estas características se derivan de los valores eficaces en un periodo, que se actualizan en cada semiperiodo.

No obstante, los huecos de tensión son raramente rectangulares, es decir, que su profundidad varía a menudo durante el hueco, y el hecho de limitar las características a la profundidad y a la duración puede ocultar algunas informaciones interesantes. Es, por ejemplo, el caso de dos huecos de tensión provocados bien por el arranque de los motores o bien por la magnetización de los transformadores en que hay una lenta transición entre los huecos de tensión y la tensión normal de funcionamiento.

La mayor cantidad de informaciones está disponible en las formas de ondas registradas durante el hueco de tensión. Pero la caracterización es un medio útil de reducir el volumen de los datos, de interpretar y catalogar los sucesos.

Pueden producirse huecos de tensión múltiples, como por ejemplo durante un intento fallido de reposición automática de tensión en un tramo de línea en falta permanente. Los sucesos que se producen aproximadamente en el mismo tiempo pueden contarse como un suceso único.

En función del objeto de la medida, deberían considerarse otras características además de la profundidad y duración.

#### **A.9.1 Variación rápida de valores eficaces**

Durante un hueco de tensión, puede ser útil calcular valores eficaces en un periodo, actualizándose más frecuentemente que en cada semiperiodo (como se especifica en la parte normativa de la norma). Por ejemplo, puede ser útil actualizar el valor eficaz en cada periodo 128 veces por periodo. Este procedimiento permite una identificación más precisa del comienzo y final del hueco de tensión por medio de umbrales simples. Los inconvenientes son el aumento de volumen y tratamiento de datos y la introducción de un filtro deslizante que pueda ser origen de errores.

La tensión eficaz refleja fielmente la potencia disponible en una carga resistiva. No obstante, las cargas electrónicas no son directamente sensibles a la tensión eficaz, pero generalmente son sensibles a la tensión en la proximidad de la cresta de la onda, e insensibles a otras partes de la forma de onda. Otros algoritmos distintos a los valores eficaces pueden ser útiles para evaluar los efectos de un hueco de tensión en las cargas electrónicas.

### **A.9.2 Ángulo de fase / punto de la onda<sup>1)</sup>**

Para algunas aplicaciones, como por ejemplo la apertura de contactores electromecánicos, el ángulo de fase (que a veces se llama punto de la onda) en el que comienza un hueco de tensión es una característica importante.

Este ángulo de fase puede determinarse registrando las formas de onda antes del hueco y durante el hueco, examinándolo después para determinar en qué instante, la forma de onda real se desvía de la onda ideal, por ejemplo 10%, para enseguida volver atrás a lo largo de la forma de onda con un umbral más estrecho, 5% por ejemplo, hasta el principio del hueco. Este algoritmo es muy sensible para determinar el inicio exacto de un hueco de tensión, sin tomar en cuenta las variaciones menores distintas de un hueco.

Puede utilizarse un algoritmo similar para determinar el final del hueco. Además de la información del ángulo de fase, este procedimiento permite calcular también de forma precisa la duración del hueco con una resolución mucho más fina que un periodo.

Los métodos avanzados del tratamiento de la señal permiten detectar también el comienzo exacto de un hueco de tensión.

### **A.9.3 Huecos de tensión y desequilibrio**

Un desequilibrio, incluso breve, puede dañar las cargas trifásicas rectificadas o causar la desconexión de dispositivos por sobreintensidad. Los huecos trifásicos son a menudo desequilibrados. Con los valores eficaces que se actualizan rápidamente descritos en el apartado A.9.1, es a menudo útil calcular el desequilibrio trifásico durante un hueco. El desequilibrio varía a menudo durante un hueco, de manera que podría representarse en forma gráfica. Se podría presentar también el desequilibrio máximo durante un hueco.

Puede ser útil analizar separadamente las componentes homopolares, inversa y directa de la frecuencia fundamental durante un hueco desequilibrado. Este procedimiento da informaciones sobre la manera en que un hueco se propaga en una red y puede ayudar a comprender cómo los huecos y las sobretensiones temporales pueden aparecer simultáneamente en fases diferentes.

### **A.9.4 Desplazamiento de la fase durante un hueco de tensión**

En algunas aplicaciones, como por ejemplo los rectificadores trifásicos, el desplazamiento de la fase debido a un hueco de tensión puede ser importante. Este desplazamiento puede medirse por ejemplo con una transformada discreta de Fourier (DFT) aplicada en el periodo anterior al comienzo del hueco y en el periodo después del comienzo del hueco. Si este procedimiento se aplica en el conjunto del hueco, puede calcularse un desplazamiento máximo de la fase durante el hueco. El desplazamiento de la fase en el final del hueco puede ser también útil. En algunas aplicaciones, como por ejemplo la estabilidad de los bucles enganchados en fase, puede ser útil calcular la velocidad de variación máxima (tasa de variación máxima) ( $d\theta/dt$ ) del ángulo de fase durante el hueco.

El cálculo del desplazamiento de la fase durante un hueco de tensión puede combinarse con el desequilibrio provocado por el hueco calculándose la amplitud y el ángulo de fase de las tensiones homopolar, inversa y directa durante el hueco de tensión desequilibrado.

### **A.9.5 Tensión desaparecida**

Esta característica de un hueco de tensión puede calcularse sustrayendo la forma de onda del hueco de la de una forma de onda ideal, con su amplitud, fase y frecuencia basadas en los datos anteriores a los del hueco. Esta característica puede ser útil, por ejemplo, para analizar el efecto del hueco en los dispositivos de recuperación de la tensión.

---

1) En inglés: point-on-wave.

#### **A.9.6 Distorsión durante un hueco de tensión**

La tensión, durante un hueco, se distorsiona a menudo, y esta distorsión puede ser importante para la comprensión del efecto del hueco en los dispositivos electrónicos. Los métodos tradicionales como la THD (tasa de distorsión armónica total) pueden considerarse para la descripción de esta distorsión, pero la THD tiene en cuenta la distorsión de la componente fundamental que, por definición, varía rápidamente durante un hueco. Por esta razón, puede ser más útil evaluar la distorsión durante un hueco simplemente como el valor eficaz de las componentes no fundamentales.

La presencia de armónicos pares durante y después de un hueco de tensión puede provocar la saturación de los transformadores.

#### **A.9.7 Otras características y referencias**

La relación de las características de los huecos de tensión no es exhaustiva. Otras características, no identificadas aquí, pueden ser útiles para analizar los efectos de los huecos de tensión en diversos tipos de cargas, en dispositivos de control y de corrección. Se invita al lector a consultar la Norma CEI 61000-2-8 así como la Norma IEEE 1159 para cualquier detalle suplementario y ejemplos. El capítulo A.9 se basa, en parte, en los trabajos propuestos en la Norma IEEE 1159.2.

**BIBLIOGRAFÍA**

CEI 60044-1:1996 – Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de corriente.

| NOTA – Armonizada como Norma EN 60044-1:1999 (con modificaciones).

CEI 60044-2:1997 – Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.

| NOTA – Armonizada como Norma EN 60044-2:1999 (con modificaciones).

CEI 60050-101:1998 – Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Parte 101: Matemáticas.

CEI 61000-2-2:2002 – Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-2: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes generales de alimentación de baja tensión. Norma básica de CEM.

| NOTA – Armonizada como Norma EN 61000-2-2:2002 (sin ninguna modificación).

CEI 61000-2-8<sup>1)</sup> – Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-8: Entorno. Huecos de tensión e interrupciones breves en las redes generales de alimentación incluyendo resultados de medidas estadísticas. Norma básica de CEM.

CEI 61000-2-12:2002<sup>1)</sup> – Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-12: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia y la transmisión de señales en las redes generales de alimentación de media tensión. Norma básica de CEM.

CEI/TR3 61000-3-6:1996 – Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 6: Evaluación de los límites de emisión para las cargas deformantes conectadas a las redes MT y AT. Norma básica de CEM.

CEI/TR3 61000-3-7:1996, –Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 7: Evaluación de los límites de emisión para las cargas fluctuantes en las redes MT y AT. Norma básica de CEM.

CEI 61010 (todas las partes) – Reglas de seguridad para equipos eléctricos de medida, de regulación y de laboratorio.

| NOTA – Armonizada como la serie de la Norma EN 61010 (parcialmente modificada.)

CEI 61010-2-032 – Reglas de seguridad para equipos eléctricos de medida, de control y de laboratorio. Parte 2-032: Requisitos particulares para pinzas amperimétricas tenidas a mano para medición y ensayos eléctricos.

| NOTA – Armonizada como Norma EN 61010-2-032:2002 (sin ninguna modificación).

IEEE 1159:1995 – *IEEE Recommended Practice on Monitoring Electrical Power Quality*.

---

1) En edición.

## ANEXO ZA (Normativo)

**OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA  
CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES**

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras normas 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 normas citadas 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 norma (incluyendo sus modificaciones).

NOTA – Cuando una norma internacional haya sido modificada por modificaciones comunes CENELEC, indicado por (mod), se aplica la EN/HD correspondiente.

<b>Norma Internacional</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>EN/HD</b>	<b>Fecha</b>	<b>Norma UNE correspondiente<sup>1)</sup></b>
CEI 60050-161	– <sup>2)</sup>	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética	–	–	UNE 21302-161 <sup>4)</sup>
CEI 60050-300	– <sup>2)</sup>	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Medidas y equipos de medida eléctricos y electrónicos. Parte 311: Términos generales concernientes a las medidas. Parte 312: Términos generales concernientes a las medidas eléctricas. Parte 313: Tipos de equipos eléctricos de medida. Parte 314: Términos específicos según el tipo de equipo	–	–	–
CEI 61000-2-4	– <sup>2)</sup>	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-4: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia, en plantas industriales. Norma básica de CEM	EN 61000-2-4	2002 <sup>3)</sup>	UNE-EN 61000-2-4:2004
CEI 61000-3-8	– <sup>2)</sup>	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 8: Transmisión de señales en las instalaciones eléctricas de baja tensión. Niveles de emisión, bandas de frecuencias y niveles de perturbaciones electromagnéticas	–	–	–
CEI 61000-4-7	2002	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-7: Técnicas de ensayo y de medida. Guía general relativa a las medidas de armónicos e interarmónicos, así como a los aparatos de medida, aplicable a las redes de alimentación y a los aparatos conectados a éstas. Norma básica de CEM	EN 61000-4-7	2002	UNE-EN 61000-4-7:2004

*(Continúa)*

<b>Norma Internacional</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>EN/HD</b>	<b>Fecha</b>	<b>Norma UNE correspondiente<sup>1)</sup></b>
CEI 61000-4-15	– <sup>2)</sup>	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 15: Medidor de flicker. Especificaciones funcionales y de diseño	EN 61000-4-15	1998 <sup>3)</sup>	UNE-EN 61000-4-15:1999
CEI 61180	Serie	Técnicas de ensayo en alta tensión para equipos de baja tensión	EN 61180	Serie	UNE-EN 61180, serie

1) Esta columna se ha introducido en el anexo original de la norma europea únicamente con carácter informativo a nivel nacional.

2) Referencia sin fecha.

3) Edición válida en la fecha de publicación.

4) El título de la norma UNE es: Vocabulario electrotécnico. Compatibilidad electromagnética.





---

---

**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**