

Julio 2003

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 4-13: Técnicas de ensayo y de medida

Ensayos de inmunidad a baja frecuencia de armónicos e interarmónicos incluyendo las señales transmitidas en los accesos de alimentación en corriente alterna

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-13: Testing and measurement techniques. Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure. Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-13 de junio de 2002, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 61000-4-13:2002.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

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

ICS 33.100.20

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-13: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad a baja frecuencia de armónicos e interarmónicos incluyendo las señales transmitidas en los accesos de alimentación en corriente alterna
(CEI 61000-4-13:2002)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 4-13: Testing and measurement techniques. Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests.
(IEC 61000-4-13:2002)

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure. Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif.
(CEI 61000-4-13:2002)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).
Teil 4-13: Prüf- und Messverfahren. Prüfung der Störfestigkeit am Wechselstrom-Netzanschluss gegen Oberschwingungen und Zwischenharmonische einschließlich leitungsgeführter Störgrößen aus der Signalübertragung auf elektrischen Niederspannungsnetzen.
(IEC 61000-4-13:2002)

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 2002-05-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

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

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

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, 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

© 2002 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

ANTECEDENTES

El texto del documento 77A/368/FIS, futura edición 1 de la Norma Internacional CEI 61000-4-13, 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 61000-4-13 el 2002-05-01.

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) 2003-02-01
- Fecha límite en la que deben retirarse las normas nacionales divergentes con esta norma (dow) 2005-05-01

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 los anexos A, B y C son informativos.

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 61000-4-13:2002 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 60068-1 NOTA – Armonizada como Norma Europea EN 60068-1:1994 (sin ninguna modificación).

CEI 61000-2-4 NOTA – Armonizada como Norma Europea EN 61000-2-4:1994 (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	8
4.1 Descripción del fenómeno	8
4.2 Fuentes.....	9
5 NIVELES DE ENSAYO	9
5.1 Niveles de ensayo de armónicos.....	10
5.2 Niveles de ensayo para interarmónicos y transmisión de señales.....	12
6 INSTRUMENTOS DE ENSAYO.....	13
6.1 Generador de ensayo.....	13
6.2 Verificación de las características del generador.....	15
7 MONTAJE DEL ENSAYO	15
8 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO.....	16
8.1 Procedimiento de ensayo.....	16
8.2 Ejecución del ensayo.....	16
9 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO.....	22
10 INFORME DEL ENSAYO	22
ANEXO A (Informativo) IMPEDANCIA DE RED ENTRE LA FUENTE DE TENSIÓN Y EL ESE.....	26
ANEXO B (Informativo) PUNTO DE RESONANCIA.....	27
ANEXO C(Informativo) CLASES DE ENTORNO ELECTROMAGNÉTICO.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29

INTRODUCCIÓN

Esta norma forma parte de la serie de Normas Internacionales CEI 61000, de acuerdo con 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 emisiones

Límites de inmunidad (en la medida en que estos límites no están bajo la responsabilidad de los comités de productos)

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 secciones, publicadas bien como normas internacionales, bien como especificaciones técnicas o informes técnicos, algunas ya han sido publicadas como secciones. Otras se publican con el número de la parte, seguido de un guión y de un segundo número que identifique la subdivisión (ejemplo 61000-6-1).

Esta parte de la Norma CEI 61000 constituye una publicación básica de CEM que trata los requisitos de inmunidad y los procedimientos de ensayo relativos a los armónicos e interarmónicos, incluidas las señales transmitidas en la red eléctrica de corriente alterna.

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-13: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad a baja frecuencia de armónicos e interarmónicos incluyendo
las señales transmitidas en los accesos de alimentación en corriente alterna

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma CEI 61000 define los métodos de ensayo de inmunidad, así como la gama de niveles de ensayos básicos recomendados para equipos eléctricos y electrónicos, con corriente asignada de entrada hasta 16 A por fase, de armónicos e interarmónicos en redes de alimentación de baja tensión a frecuencias de perturbación de hasta 2 kHz incluido (para redes de 50 Hz) y 2,4 kHz (para redes de 60 Hz).

No se aplica a los equipos eléctricos y electrónicos conectados a las redes eléctricas de corriente alterna de frecuencia 16 2/3 Hz o 400 Hz. Los ensayos para estas redes se entran en normas futuras.

La finalidad de esta norma es establecer una referencia común para la evaluación de la inmunidad funcional de los equipos eléctricos y electrónicos sometidos a armónicos e interarmónicos y a las frecuencias de las señales de transmisión por la red. El método de ensayo descrito en esta parte de la Norma CEI 61000 especifica un método consistente para valorar la inmunidad de un equipo o de un sistema a un fenómeno predefinido. Según se describe en la Guía 107 de CEI, este documento es una publicación básica de CEM destinado al uso de los comités de producto de CEI. Como también se cita en la Guía 107, los comités de producto son responsables de seleccionar la utilización o no de esta norma de ensayo de inmunidad, y si se utiliza, son responsables de la definición de los niveles de ensayo adecuados y de los criterios de funcionamiento. El TC 77 y sus subcomités están preparados para cooperar con los comités de producto, en la evaluación de la adecuación de los ensayos particulares de inmunidad para sus productos.

El control de la fiabilidad de los componentes eléctricos (como los condensadores, filtros, etc.) no entra en el marco de esta norma. Los efectos térmicos de larga duración (superiores a 15 min) no se tratan en esta norma.

Los niveles propuestos corresponden generalmente a los entornos residencial, comercial y de industria ligera. Para los entornos propios de la industria pesada, es de la responsabilidad de los comités de productos definir los niveles requeridos a través de la clase X. Tienen también la posibilidad de definir formas de ondas más complejas para sus propias necesidades. No obstante, las formas de ondas simples propuestas han sido observadas principalmente en varias redes (en general la curva plana para los sistemas monofásicos) y también en las redes industriales (en general la curva de oscilación para los sistemas trifásicos).

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación estaban en vigor las ediciones indicadas. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

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

CEI 61000-2-2 – *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 de suministro público en baja tensión.*

CEI 61000-3-2 – *Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada ≤ 16 A por fase).*

CEI 61000-4-7 – *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.*

3 DEFINICIONES

Para los fines de esta parte de la Norma CEI 61000, se aplican las definiciones de la Norma CEI 60050(161) así como las siguientes:

3.1 inmunidad: Aptitud de un dispositivo, de un aparato o de un sistema para funcionar sin degradación de calidad en presencia de una perturbación electromagnética.

[VEI 161-01-20]

3.2 (componente) armónica: Componente de rango superior a 1 del desarrollo en serie de Fourier de una magnitud periódica.

[VEI 161-02-18]

3.3 componente fundamental: Componente de rango 1 del desarrollo en serie de Fourier de una magnitud periódica.

[VEI 161-02-17]

3.4 forma de onda de curva plana: Forma de onda que sigue una función temporal en la que cada semionda se compone de tres partes:

Parte 1: arranca de cero y sigue una función puramente sinusoidal hasta el valor especificado.

Parte 2: es un valor constante.

Parte 3: sigue una función sinusoidal hasta el valor cero.

3.5 forma de onda de oscilación: Forma de onda compuesta de valores discretos del armónico fundamental, los armónicos 3º y 5º con el desfase especificado.

3.6 f_1 : Frecuencia fundamental.

3.7 frecuencia de transmisión de señales: Frecuencias de una señal entre armónicos para el control y la comunicación.

3.8 ESE: Equipo sometido a ensayo

4 GENERALIDADES

4.1 Descripción del fenómeno

4.1.1 Armónicos. Los armónicos son tensiones y corrientes sinusoidales cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la frecuencia a la que opera el sistema de alimentación.

Las perturbaciones armónicas están provocadas generalmente por equipos con características de tensión – corriente no lineales o por conmutación periódica y sincronizada de cargas. Estos equipos se pueden considerar como fuentes de corrientes armónicas.

Las corrientes armónicas que provienen de las diversas fuentes provocan caídas de tensión armónicas a través de la impedancia de la red.

La capacidad de un cable, la inductancia de una línea y la conexión de condensadores de corrección de factor de potencia pueden entrañar una resonancia paralela o serie en la red y provocar una amplificación de la tensión armónica incluso en un punto alejado de la carga perturbadora. Las formas de ondas propuestas son el resultado de la suma de diferentes órdenes de armónicos de una o varias fuentes de armónicos.

4.1.2 Interarmónicos. Entre las tensiones y corrientes armónicas de la frecuencia de la red, se pueden observar otras frecuencias que no son múltiplos enteros de la fundamental. Pueden presentarse como frecuencias discretas o como un espectro de banda ancha. La suma de las diversas fuentes interarmónicas es poco probable y no se tiene en cuenta en esta norma.

4.1.3 Transmisión de señales (control centralizado). Frecuencias de una señal que van desde 110 Hz a 3 kHz utilizadas en las redes o en parte de ellas para transmitir informaciones desde un punto de emisión a uno o varios puntos de recepción.

En el marco de esta norma, la gama de frecuencias se limita a 2 kHz/50 Hz (2,4 kHz/60 Hz).

4.2 Fuentes

4.2.1 Armónicos. Las corrientes armónicas se generan, en menor medida, por equipos de producción, transporte y distribución, y en mayor medida por cargas industriales y residenciales. A veces, sólo algunas fuentes generan corrientes armónicas importantes en una red; el nivel armónico individual de la mayoría de los demás equipos es bajo, sin embargo, estos pueden representar una contribución relativamente alta a la distorsión armónica en tensión, al menos para los órdenes de armónicos bajos debido a su suma.

Pueden generarse corrientes armónicas importantes en la red por cargas no lineales, por ejemplo:

- los rectificadores controlados o no, especialmente con filtrado capacitivo (como los utilizados en televisión, convertidores estáticos directos o indirectos y las lámparas de balasto integrado), porque estos armónicos están aproximadamente en fase, que proviene de diversas fuentes y no hay más que una pequeña compensación en la red;
- equipos con control de fase, algunos tipos de ordenadores y sistemas de alimentación ininterrumpida.

Las fuentes pueden producir armónicos a un nivel constante o variable según el método de funcionamiento.

4.2.2 Interarmónicos. Las fuentes de interarmónicos pueden encontrarse en las redes de baja tensión así como en las redes de media y alta tensión. Los interarmónicos producidos en las redes de media/alta tensión se transmiten a las redes de baja tensión que alimentan, y recíprocamente.

Las fuentes principales son los convertidores estáticos directos e indirectos, las máquinas de soldadura y los hornos de arco.

4.2.3 Transmisión de señales (control centralizado). Las fuentes de las frecuencias de transmisión de señales reguladas por esta norma son los emisores que funcionan principalmente en la gama de frecuencias que van desde 110 Hz a 2 kHz (2,4 kHz) y que permiten al gestor de la red, controlar los equipos en la red de alimentación (alumbrado público, tarifas de contadores, etc.). La energía del emisor se acopla a la red de alta, media y baja tensión. Los emisores funcionan con señales de todo o nada y normalmente por un periodo corto únicamente. Las frecuencias utilizadas se sitúan generalmente entre dos armónicos.

5 NIVELES DE ENSAYO

El nivel de ensayo es la tensión armónica especificada como un porcentaje de la tensión fundamental. Las tensiones dadas en esta norma tiene como base la tensión nominal de la red de alimentación (U_1 fundamental).

Es esencial que la tensión eficaz de las formas de onda resultantes mantenga un valor nominal durante la ejecución de estos ensayos ajustando los valores de las tensiones del fundamental y los armónicos de acuerdo con los porcentajes indicados en las tablas correspondientes (por ejemplo, 230 V valor eficaz, 120 V valor eficaz).

5.1 Niveles de ensayo de armónicos

La escala preferente de niveles de ensayo para armónicos individuales se indica en las tablas 1 a 3.

Las tensiones armónicas a un nivel de ensayo del 3% y superior, hasta el 9º armónico, deben aplicarse con un desfase de 0° y 180° con relación al paso por cero positivo de la fundamental. Las tensiones armónicas de un nivel de ensayo inferior al 3% deben aplicarse sin desfase con relación al paso por el cero positivo de la fundamental.

Para los niveles de compatibilidad, hay que referirse a la Norma CEI 61000-2-2 que utiliza un factor k . Los niveles de inmunidad deben ser superiores (por ejemplo, 1,5 veces adicionalmente).

Para la aplicación del ensayo de un ESE polifásico, véase el apartado 8.2.5.

Tabla 1
Armónicos impares no múltiplos de 3

h	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase X
	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1
5	4,5	9	12	Abierto
7	4,5	7,5	10	Abierto
11	4,5	5	7	Abierto
13	4	4,5	7	Abierto
17	3	3	6	Abierto
19	2	2	6	Abierto
23	2	2	6	Abierto
25	2	2	6	Abierto
29	1,5	1,5	5	Abierto
31	1,5	1,5	3	Abierto
35	1,5	1,5	3	Abierto
37	1,5	1,5	3	Abierto

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 están definidas en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles indicados para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos. No obstante, para los equipos alimentados por los sistemas públicos de alimentación de baja tensión, los valores no deben ser inferiores a los de la clase 2.

Tabla 2
Armónicos impares múltiplos de 3

h	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase X
	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1
3	4,5	8	9	Abierto
9	2	2,5	4	Abierto
15	Sin ensayo	Sin ensayo	3	Abierto
21	Sin ensayo	Sin ensayo	2	Abierto
27	Sin ensayo	Sin ensayo	2	Abierto
33	Sin ensayo	Sin ensayo	2	Abierto
39	Sin ensayo	Sin ensayo	2	Abierto

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 están definidas en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles dados para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos. No obstante, para los equipos alimentados por los sistemas centrales de alimentación de baja tensión, los valores no deben ser inferiores a los de la clase 2.

Tabla 3
Armónicos pares

h	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase X
	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1
2	3	3	5	Abierto
4	1,5	1,5	2	Abierto
6	Sin ensayo	Sin ensayo	1,5	Abierto
8	Sin ensayo	Sin ensayo	1,5	Abierto
10	Sin ensayo	Sin ensayo	1,5	Abierto
12-40	Sin ensayo	Sin ensayo	1,5	Abierto

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 están definidas en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles indicados para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos. No obstante, para los equipos alimentados por los sistemas centrales de alimentación de baja tensión, los valores no deben ser inferiores a los de la clase 2.

5.2 Niveles de ensayo para interarmónicos y transmisión de señales

Las escalas preferentes de niveles de ensayo están indicadas en las tablas 4a y 4b.

Tabla 4 – Frecuencias entre frecuencias armónicas

Tabla 4a
Frecuencias entre frecuencias armónicas (para redes de 50 Hz)

Gama de frecuencias	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase X
Hz	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1
16 – 100	Sin ensayo	2,5	4	Abierto
100 – 500	Sin ensayo	5	9	Abierto
500 – 750	Sin ensayo	3,5	5	Abierto
750 – 1 000	Sin ensayo	2	3	Abierto
1 000 – 2 000	Sin ensayo	1,5	2	Abierto

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 están definidas en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos.

Tabla 4b
Frecuencias entre frecuencias armónicas (para redes de 60 Hz)

Gama de frecuencias	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase X
Hz	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1
20 – 120	Sin ensayo	2,5	4	Abierto
120 – 600	Sin ensayo	5	7,5	Abierto
600 – 900	Sin ensayo	3,5	5	Abierto
900 – 1 200	Sin ensayo	2	3	Abierto
1 200 – 2 400	Sin ensayo	1,5	2	Abierto

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 están definidas en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos.

Los niveles de ensayo de inmunidad para interarmónicos superiores a 100 Hz están cubiertos por los niveles de la transmisión de señales y opcionalmente por los niveles de la curva de Meister definidos en el apartado 8.2.4. Los niveles de la transmisión de señales están en la escala del 2% al 6% de U_1 . Las frecuencias interarmónicas discretas tienen un nivel de alrededor del 0,5% de la tensión a la frecuencia fundamental U_1 (en ausencia de resonancia). En la clase 3 para las redes industriales, estos niveles pueden ser muy superiores.

6 INSTRUMENTOS DE ENSAYO

6.1 Generador de ensayo

El generador de ensayo debe ser capaz de generar una señal de una frecuencia fundamental de 50 Hz o 60 Hz y de superponer las frecuencias requeridas (armónicos y frecuencias entre armónicos).

El generador de ensayo debe estar lo suficientemente filtrado de manera que las perturbaciones armónicas e interarmónicas no tengan ningún efecto sobre cualquier equipo auxiliar que se pueda utilizar para ejecutar el ensayo.

Los niveles de ensayo definidos en las tablas 1 a 4 se debe aplicar en los bornes del ESE conectado en condiciones normales (monofásico o trifásico) y funcionando tal como se indique en la norma de productos correspondiente.

Las características del generador de ensayo deben ser las siguientes.

Tabla 5
Características del generador de ensayo

Corriente de salida por fase a la tensión asignada	Debe cumplir con los requisitos para un ESE en funcionamiento (véase la nota 1)
<p>Tensión fundamental</p> <ul style="list-style-type: none"> – Amplitud U_1 – Frecuencia – Ángulo entre fases <p>Armónicos individuales preseleccionables</p> <ul style="list-style-type: none"> – Orden – Amplitud U_h <ul style="list-style-type: none"> • Gama • Precisión – Ángulo de fase φ_h <ul style="list-style-type: none"> • $h = 2$ a 9 • Precisión del desplazamiento de la fase a su paso por cero con relación al fundamental <p>Combinación de armónicos</p> <p>Frecuencias entre armónicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Amplitud <ul style="list-style-type: none"> • Gama • Precisión – Frecuencia <ul style="list-style-type: none"> • Gama • Sin regulación $f = (0,33 \text{ a } 2) \times f_1$ $f = (2 \text{ a } 20) \times f_1$ $f > 20 \times f_1$ • Error máximo del valor ajustado 	<p>Tensión nominal de la red $\pm 2\%$ monofásica Tensión nominal de la red $\pm 2\%$ trifásica 50 Hz $\pm 0,5\%$ o 60 Hz $\pm 0,5\%$ 120° $\pm 1,5^\circ$ (conexión en estrella)</p> <p>Véase la nota 2 2 a 40</p> <p>0% a 14% U_1 El valor mayor de $\pm 5,0\% U_h$ o $0,1\% U_1$</p> <p>0°; 180° (véase también la nota 6) $\pm 2^\circ$ del fundamental</p> <p>Véase la nota 3 Véase la nota 2</p> <p>0% a 10% U_1 El mayor de $\pm 5,0\% U_h$ o $0,1\% U_1$</p> <p>0,33 $\times f_1$ a 40 $\times f_1$ $= 0,1 \times f_1$ $= 0,2 \times f_1$ $= 0,5 \times f_1$ $\pm 0,5\% f$</p>
Impedancia de salida	Véase la nota 4
Red de impedancia exterior	Véase la nota 5
<p>NOTA 1 – El generador debe tener una corriente de salida suficiente para probar el ESE o para una corriente de entrada asignada máxima de 16 A por fase. Pueden indicarse otros valores en la norma de productos o de especificación de productos.</p> <p>NOTA 2 – El generador debe facilitar de control de entrada para la selección de la amplitud, frecuencia, ángulo de fase y tipo de secuencia de la tensión superpuesta.</p> <p>NOTA 3 – La opción que permite superponer más de una tensión en cada fase debe estar disponible en el generador.</p> <p>NOTA 4 – No se define ninguna impedancia de salida porque la fuente de tensión interna se debe controlar de manera que la caída de tensión a través de la impedancia interna sea compensada y que los valores de consigna sean respetados en los bornes del ESE. Las conexiones deben ser lo más cortas posibles.</p> <p>NOTA 5 – Se puede utilizar una red de impedancia en serie exterior, pero únicamente para buscar de nuevo la resonancia posible provocada por los armónicos. Se aconseja utilizar la red de impedancia de la Norma CEI 60725. Véase el anexo A de esta norma para información.</p> <p>NOTA 6 – φ_h es la diferencia entre el paso por cero positivo de la tensión fundamental y el paso por cero positivo de la tensión armónica expresada en grados de la frecuencia armónica.</p>	

6.2 Verificación de las características del generador

Las características de salida del generador se deben verificar en sus bornes antes del ensayo. Por ello, la tensión en los bornes se debe controlar por un analizador de armónicos de acuerdo con la Norma CEI 61000-4-7, precisión de clase A, y los valores superpuestos se deben almacenar y/o imprimir. También puede utilizarse un osciloscopio, para una vista de conjunto.

La máxima distorsión de la tensión armónica del generador debe estar de acuerdo con la Norma CEI 61000-3-2 (cuando no se selecciona ningún orden de armónico/interarmónico). Las tolerancias de distorsión máximas para la alimentación del ESE están indicadas en la tabla 6.

Tabla 6
Distorsión de tensión armónica máxima

Orden del armónico	% de U_1
3	0,9
5	0,4
7	0,3
9	0,2
2 a 10 (armónicos pares)	0,2
11-40	0,1

El valor de cresta de la tensión de ensayo debe estar comprendido entre 1,40 y 1,42 veces su valor eficaz y debe alcanzarse entre 87° y 93° después del paso cero. El cambio de tensión de salida máxima entre la ausencia de carga y la corriente asignada del ESE debe ser $\pm 2\%$ de la tensión nominal.

Las características del generador especificadas en el apartado 6.1 llevan a generadores de baja impedancia interna. Para simplificar el procedimiento, el control de las características del generador de acuerdo con el apartado 6.2 debe efectuarse en ausencia de red de impedancia exterior.

7 MONTAJE DEL ENSAYO

Además del generador para el ensayo de inmunidad, pueden utilizarse los siguientes equipos de ensayo:

- analizador de armónicos e interarmónicos, de acuerdo con la Norma CEI 61000-4-7 para la verificación de la tensión de ensayo en los bornes del ESE;
- unidad de control que proporciona la secuencia de tensiones superpuestas seleccionadas durante un ensayo;
- impresora o plotter para documentación de la secuencia del ensayo de tensión;
- osciloscopio para la supervisión de la tensión de alimentación en el ESE.

Algunos de estos equipos pueden combinarse en uno solo.

Se dan ejemplos de montajes de ensayos:

- en la figura 2 para un ESE monofásico;
- en la figura 3 para un ESE trifásico.

8 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

8.1 Procedimiento de ensayo

8.1.1 Condiciones climáticas. A menos que se especifique de otro modo por el comité responsable de una norma genérica o de producto, las condiciones climáticas en el laboratorio deben estar en los límites especificados para el funcionamiento del ESE y los equipos de ensayo por sus fabricantes respectivos.

Los ensayos no deben realizarse si la humedad relativa es tal que causa una condensación en el ESE o en los equipos de ensayo.

NOTA – Cuando se considera que hay una evidencia suficiente para demostrar que los efectos del fenómeno cubierto por esta norma están influidos por las condiciones climáticas, se debería informar al comité responsable de esta norma.

8.1.2 Plan de ensayo. Debe prepararse un plan de ensayo antes de iniciar cualquier ensayo en un equipo dado.

Se recomienda que el plan de ensayo comprenda los siguientes datos:

- descripción del ESE;
- informaciones de las posibles conexiones (tomas, bornes, etc.), los correspondientes cables y periféricos;
- toma de alimentación del equipo sometido a ensayo;
- modos de funcionamiento representativos del ESE para el ensayo;
- tipos de ensayos/niveles de ensayo;
- criterios de funcionamiento en condiciones de ensayo según lo especificado por la norma o el fabricante;
- descripción del montaje del ensayo.

Si el equipo auxiliar no está disponible para el ESE, se puede simular.

En cada ensayo debe registrarse cualquier fallo de funcionamiento. Los equipos de medida deberían ser capaces de exponer el estado del modo de funcionamiento del ESE durante y después de los ensayos. Después de cada grupo de ensayos se efectuará un control adecuado.

8.2 Ejecución del ensayo

Las figuras 1a y 1b se han añadido para indicar como optimizar el tiempo de ensayo sin comprometer su fiabilidad. Los niveles de ensayo de las “combinaciones armónicas” y del ensayo de “barrido de frecuencias” sobrepasan los niveles de ensayo de los “armónicos individuales”.

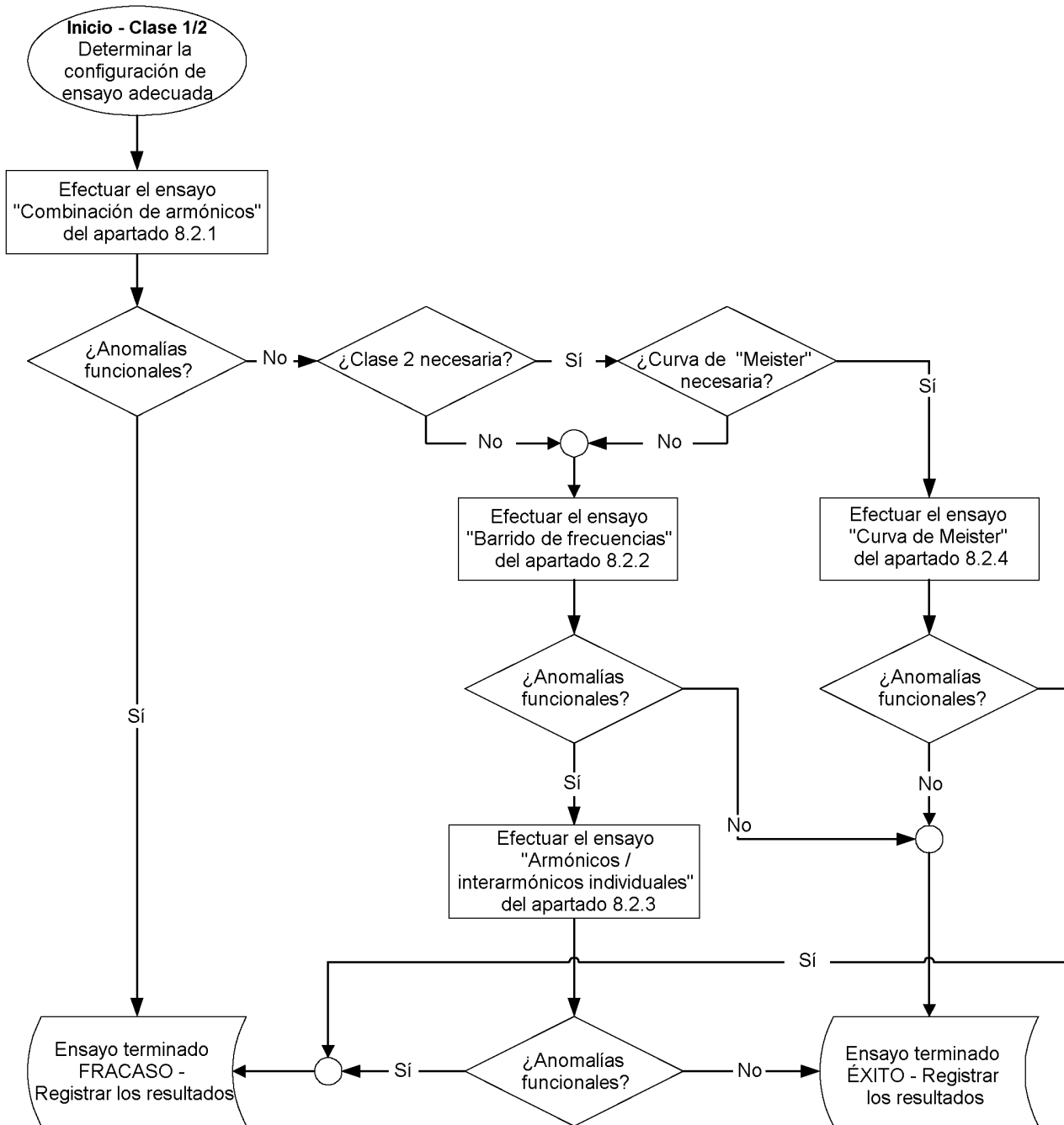


Fig. 1a – Diagrama de flujo del ensayo para las clases 1 y 2

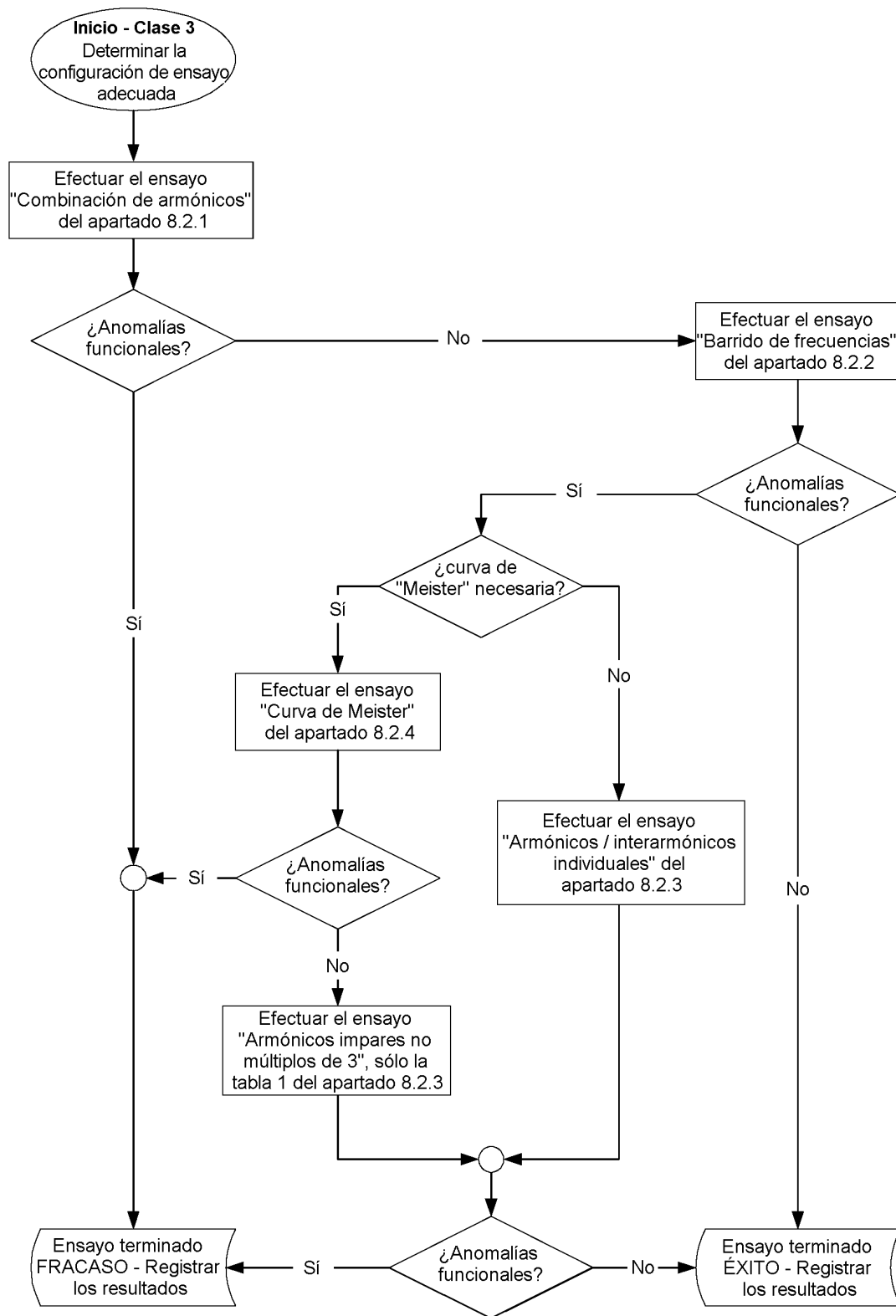


Fig. 1b – Diagrama de flujo del ensayo para la clase 3

Fig. 1 – Diagrama de flujo del ensayo

8.2.1 Ensayo de combinación de armónicos de la curva plana y curva de oscilación. Los dos ensayos de combinaciones de armónicos a efectuar son la curva plana y la curva de oscilación. El ESE debe ensayarse durante 2 min para cada combinación de armónicos de acuerdo con las tablas 7 y 8. Las formas de onda en el dominio del tiempo se muestran en la figura 6 para los ensayos de la curva plana y en la figura 7 para los ensayos de curva de oscilación.

Curva plana: la tensión sigue una función temporal en la que cada semionda se compone de tres partes. Véase la figura 6.

- La parte 1 comienza en cero y sigue una función puramente sinusoidal hasta el 90% del valor de cresta para la clase 2 y hasta el 80% para la clase 3.
- La parte 2 es una tensión constante.
- La parte 3 es equivalente a la parte 1 (siguiendo una función puramente sinusoidal).

Curva de oscilación: la curva de oscilación se genera añadiendo un valor discreto del 3^{er} armónico y también del 5^o, cada uno con la relación de fase correspondiente.

Tabla 7
Curva plana, función temporal

Función (parte 1 y 3)	Tensión (parte 1 y 3)	Función (parte 2)	Tensión (parte 2)	Clase
$0 \leq \text{sen}(\omega t) \leq 0,95$	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \text{sen}(\omega t)$	$0,95 \leq \text{sen}(\omega t) \leq 1$	$u = \pm 0,95 \times U_1 \times \sqrt{2}$	1
$0 \leq \text{sen}(\omega t) \leq 0,9$	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \text{sen}(\omega t)$	$0,9 \leq \text{sen}(\omega t) \leq 1$	$u = \pm 0,9 \times U_1 \times \sqrt{2}$	2
$0 \leq \text{sen}(\omega t) \leq 0,8$	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \text{sen}(\omega t)$	$0,8 \leq \text{sen}(\omega t) \leq 1$	$u = \pm 0,8 \times U_1 \times \sqrt{2}$	3
$0 \leq \text{sen}(\omega t) \leq X$	$u = U_1 \times \sqrt{2} \times \text{sen}(\omega t)$	$X \leq \text{sen}(\omega t) \leq 1$	$u = \pm X \times U_1 \times \sqrt{2}$	X

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 se definen en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles indicados para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos. No obstante para los equipos destinados utilizarse en las redes generales de alimentación, los valores no deben ser inferiores a los de la clase 2.

NOTA 3 – Desviación máxima: $\Delta u = \pm(0,01 \times U_1 \times \sqrt{2} + 0,005 \times u)$.

El valor eficaz de la forma de onda resultante se debe mantener a la tensión nominal durante la aplicación de este ensayo.

Tabla 8
Curva de oscilación, combinación de armónicos

h	3	5	Clase
% de U_1	4% / 180°	3% / 0°	1
% de U_1	6% / 180°	4% / 0°	2
% de U_1	8% / 180°	5% / 0°	3
% de U_1	X / 180°	X / 0°	X

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 se definen en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles indicados para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos. No obstante para los equipos destinados a utilizarse en las redes generales de alimentación, los valores no deben ser inferiores a los de la clase 2.

8.2.2 Método de ensayo de “barrido de frecuencias”. El montaje de los equipos para los ensayos de barrido de frecuencias se indica en las figuras 2 y 3. La amplitud de las frecuencias de barrido depende de la escala de frecuencias (véanse la tabla 9 y la figura 5). El barrido (analógico) o la velocidad del escalón (digital) debería ser tal que el tiempo tomado por década no sea inferior a 5 min, como se indica en la figura 5. El barrido de frecuencias se parará en las frecuencias en que se detectan anomalías de resultados así como en todas las frecuencias de resonancia. El tiempo de ensayo de cada tiempo de permanencia debe ser de al menos 120 s. La frecuencia de resonancia se debe seleccionar con la ayuda de un osciloscopio o cualquier otro método equivalente, como por ejemplo un analizador de espectro.

Para los fines de esta norma, la frecuencia de resonancia debe tener las siguientes características:

Si la corriente armónica o interarmónica, a amplitud constante de tensión armónica, ha alcanzado un valor máximo a una frecuencia f , y la corriente disminuye al menos 3 dB en la gama de frecuencias f_{res} a $1,5 \times f_{res}$, la frecuencia f debe estar identificada como una frecuencia de resonancia f_{res} . Cuando se alcanza el valor máximo de la corriente y un cambio en la amplitud permite obtener la gama de frecuencia f_{res} a $1,5 \times f_{res}$, debe efectuarse una nueva búsqueda del punto resonante a una amplitud inferior pero constante. Las frecuencias de resonancia se deben definir una vez terminado el ensayo de barrido de frecuencia.

Remitirse al anexo B para la selección de las frecuencias de resonancia.

Tabla 9
Niveles de ensayo en barrido de frecuencias

Gama de frecuencias	Paso de frecuencia	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase X
f	Δf	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1
$0,33 \times f_1$ a $2 f_1$	$0,1 \times f_1$	2	3	4,5	Abierto
$2 \times f_1$ a $10 f_1$	$0,2 \times f_1$	5	9	14	Abierto
$10 \times f_1$ a $20 f_1$	$0,2 \times f_1$	4	4,5	9	Abierto
$20 \times f_1$ a $30 f_1$	$0,5 \times f_1$	2	2	6	Abierto
$30 \times f_1$ a $40 f_1$	$0,5 \times f_1$	2	2	4	Abierto

NOTA 1 – Las clases 1, 2 y 3 se definen en el anexo C.

NOTA 2 – Los niveles indicados para la clase X están abiertos. Estos niveles los deben definir los comités de productos. No obstante para los equipos destinados a utilizarse en las redes generales de alimentación, los valores no deben ser inferiores a los de la clase 2.

8.2.3 Armónicos e interarmónicos individuales con secuencia de niveles de ensayo definida. En la gama de frecuencia $2 \times f_1$ a $40 \times f_1$, las tensiones sinusoidales individuales de una amplitud definida conforme a las tablas 1 y 3 deben estar superpuestas a la tensión fundamental U_1 . Cada frecuencia se debe aplicar durante 5 s con un intervalo de un segundo entre las frecuencias (véase la figura 4) mientras que el valor eficaz de la tensión resultante se debe mantener constante durante la duración total del ensayo.

Para el ensayo de los interarmónicos, los escalones de frecuencia se indican en la tabla 10, para las gamas de frecuencias que figuran en las tablas 4a y 4 b. Cada escalón se debe aplicar durante 5 s con un intervalo de un segundo entre cada uno, mientras que el valor eficaz de la forma de onda resultante se debe mantener constante durante el tiempo total del ensayo.

Tabla 10
Escalones de frecuencia para interarmónicos y curva de Meister

Gama de frecuencias	Paso de frecuencia
f	Δf
$0,33 \times f_1$ a $2 \times f_1$	$0,1 \times f_1$
$2 \times f_1$ a $10 \times f_1$	$0,2 \times f_1$
$10 \times f_1$ a $20 \times f_1$	$0,2 \times f_1$
$20 \times f_1$ a $40 \times f_1$	$0,5 \times f_1$

8.2.4 Aplicación de la curva de Meister. El ensayo por la curva de Meister debe efectuarse si el ESE se utiliza en países en que se aplica la transmisión de señales y/o el control centralizado.

Durante este ensayo, la frecuencia se puede barrer (analógica) o escalar (digital) a una velocidad superior a 5 min por década (véase la figura 5).

En los dos casos, la amplitud de los niveles interarmónicos aplicados debe estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla 11.

Tabla 11
Niveles de ensayo de la curva de Meister

Gama de frecuencias	Paso de frecuencia	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase X
f	Δf	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1	Niveles de ensayo % U_1
$0,33 \times f_1$ a $2 \times f_1$	$0,1 \times f_1$	Ningún ensayo	3	4	Abierto
$2 \times f_1$ a $10 \times f_1$	$0,2 \times f_1$	Ningún ensayo	9	10	Abierto
$10 \times f_1$ a $20 \times f_1$	$0,2 \times f_1$	Ningún ensayo	$4\ 500/f$	$4\ 500/f$	Abierto
$20 \times f_1$ a $40 \times f_1$	$0,5 \times f_1$	Ningún ensayo	$4\ 500/f$	$4\ 500/f$	Abierto

Si la curva de Meister se aplica en la clase 3, el ensayo de “frecuencias entre frecuencias armónicas” (interarmónicos, tabla 4) se sustituye por este ensayo.

En la clase 2, el ensayo de “barrido de frecuencia” (tabla 4) se sustituye por este ensayo (véase el diagrama de flujo de la figura 1a).

8.2.5 Ejecución del ensayo en un ESE polifásico. Véase la figura 3.

La distorsión armónica o interarmónica debe aplicarse simultáneamente en todas las fases de fase-neutro y los armónicos de cada tensión fase-neutro deben tener la misma relación de fase con la fundamental de la forma de onda correspondiente. Esto significa que a excepción del desfase de 120°, las formas de onda múltiples son iguales, como se observa generalmente en las redes de baja tensión.

A este efecto, generador de ensayo debería disponer de un neutro en su salida y no un transformador de salida de fases múltiples que no transmitirá los armónicos triples homopolares.

Esto no se aplica a los equipos polifásicos no unidos al neutro, y el ensayo con armónicos triples no es necesario.

9 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO

Los resultados del ensayo se deben clasificar teniendo en cuenta la pérdida de función o el fallo del funcionamiento del equipo sometido a ensayo, con relación a un nivel de funcionamiento definido por su fabricante o por el demandante del ensayo, o por acuerdo entre el fabricante y el comprador del producto. La clasificación recomendada es la siguiente:

- a) comportamiento normal en los límites especificados por el fabricante, el demandante del ensayo o el comprador;
- b) pérdida temporal de función o fallo temporal del funcionamiento que cesa después de la desaparición de la perturbación; el equipo sometido a ensayo vuelve a su funcionamiento normal sin la intervención de un operador;
- c) pérdida temporal de función o fallo temporal del funcionamiento que necesita la intervención de un operador;
- d) pérdida de función o fallo del funcionamiento no recuperable, debido a una avería del equipo o del programa, o una pérdida de datos.

La especificación del fabricante puede definir los efectos en el ESE que se pueden considerar como no significativos y aceptables.

Esta clasificación puede utilizarse como una guía para la elaboración de los criterios de aptitud para la función, por los comités responsables de las normas genéricas, de productos y de familia de productos, o como un marco para el acuerdo sobre los criterios de aptitud para la función entre el fabricante y el comprador, por ejemplo, cuando no existe ninguna norma genérica, de producto o de familia de productos adecuada.

10 INFORME DE ENSAYO

El informe del ensayo debe contener todas las informaciones necesarias para reproducir el ensayo. En especial, debe anotarse lo siguiente:

- los puntos especificados en el plan de ensayo exigidos en el capítulo 8 de esta norma;
- la identificación del ESE y todos los equipos asociados, por ejemplo, marca, tipo, número de serie;
- la identificación de los equipos de ensayo, por ejemplo, marca, tipo, número de serie;
- todas las condiciones de entorno especiales en las que el ensayo se ha realizado, por ejemplo, envolvente apantallada;
- todas las condiciones específicas necesarias para permitir la realización del ensayo;
- el nivel de funcionamiento definido por el fabricante, el demandante del ensayo o el comprador;
- el criterio de aptitud para la función especificado en la norma genérica, de producto o de familia de productos;
- todos los efectos observados en el ESE durante o después de la aplicación de la perturbación, y el tiempo durante el cual han persistido estos efectos;
- la justificación de la decisión éxito/fracaso (basado en el criterio de aptitud para la función especificado en la norma genérica, de producto o de familia de productos, o en el acuerdo entre el fabricante y el comprador);
- cualquier condición específica de utilización, por ejemplo, longitud o tipo de cable, apantallamiento o conexión a tierra, o las condiciones de funcionamiento del ESE, que se exigen para conseguir la conformidad.

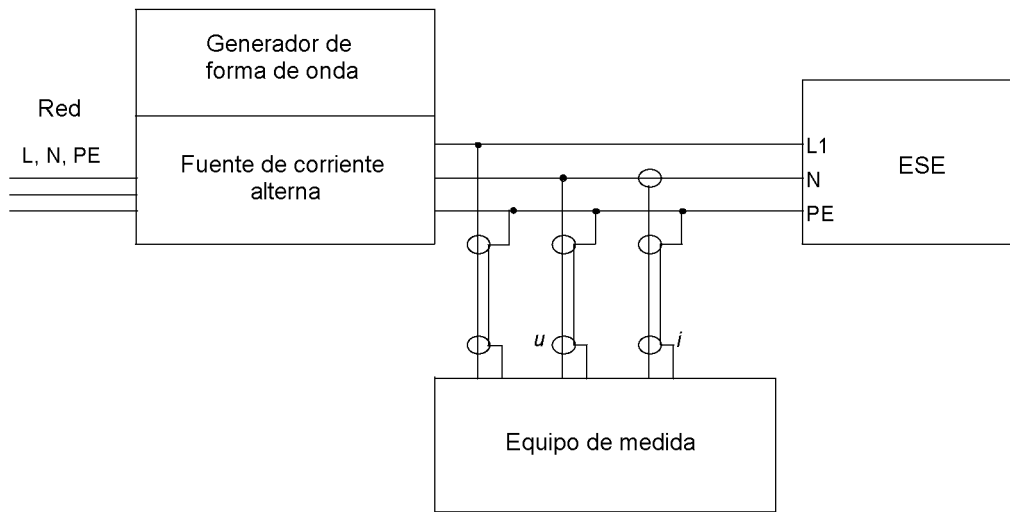


Fig. 2 – Ejemplo de montaje de ensayo monofásico

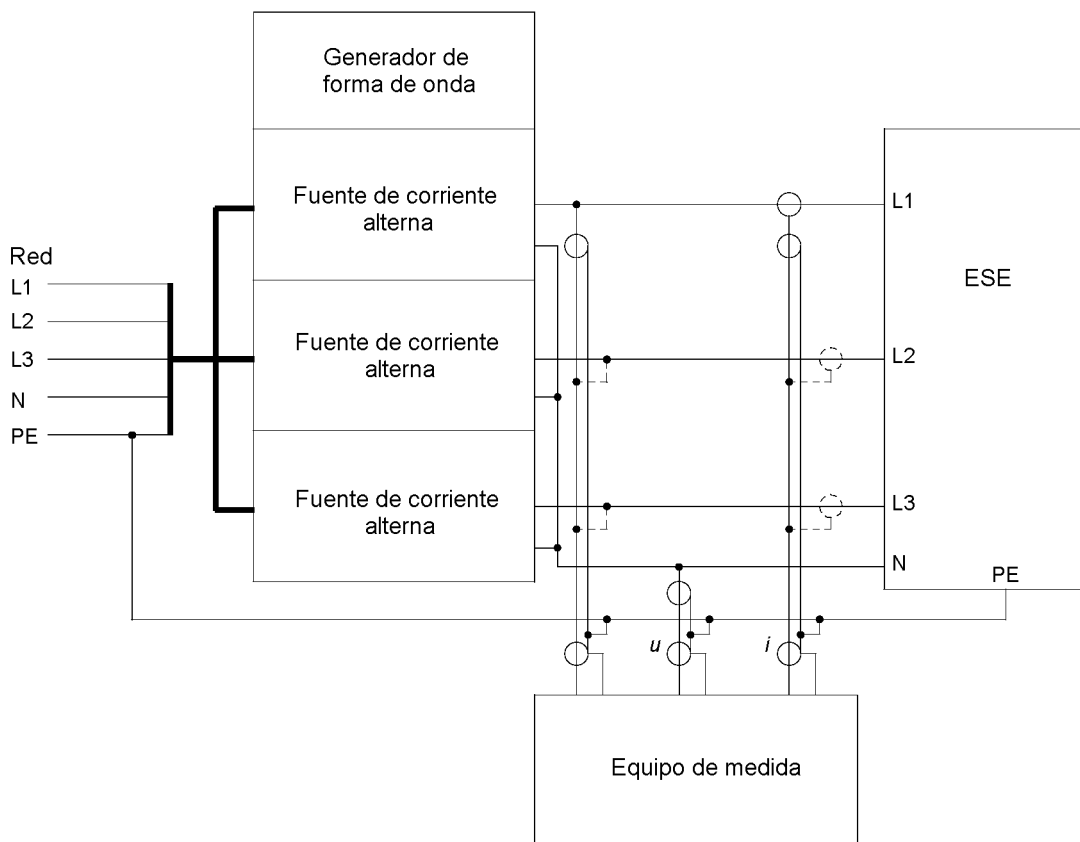
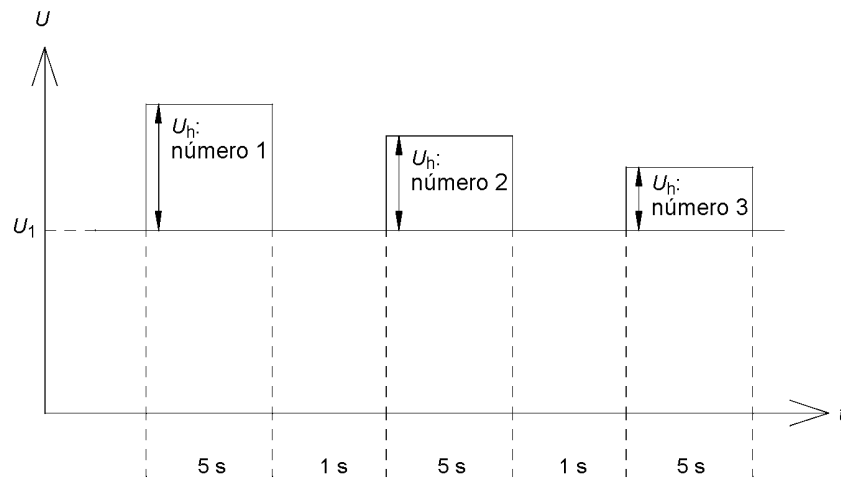
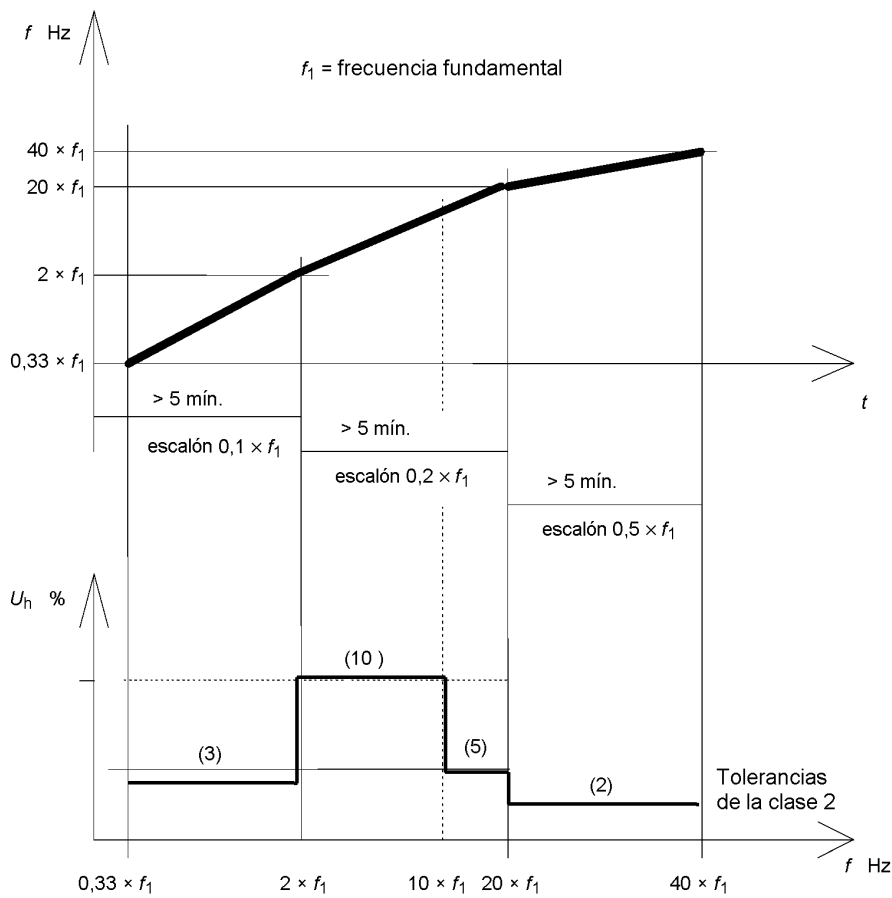


Fig. 3 – Ejemplo de montaje de ensayo trifásico



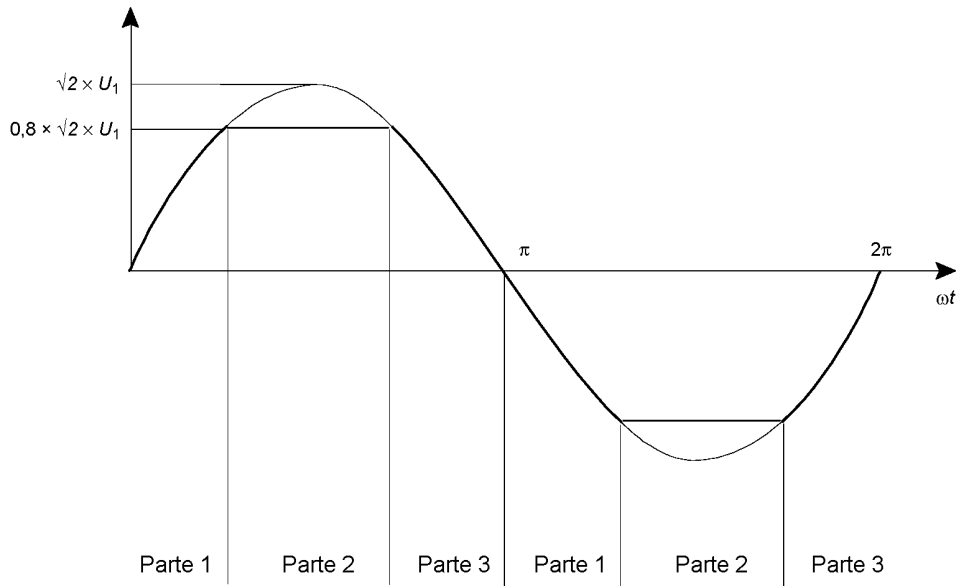
NOTA – La tensión eficaz permanece constante durante todos los ensayos armónicos.

Fig. 4 – Secuencias de ensayo para armónicos individuales



NOTA – U_h es el valor de los armónicos superpuestos en %.

Fig. 5 – Ejemplo de ensayo de barrido de frecuencia (por ejemplo, equipo de clase 2 de la tabla 9)



Ejemplo para la clase 3:

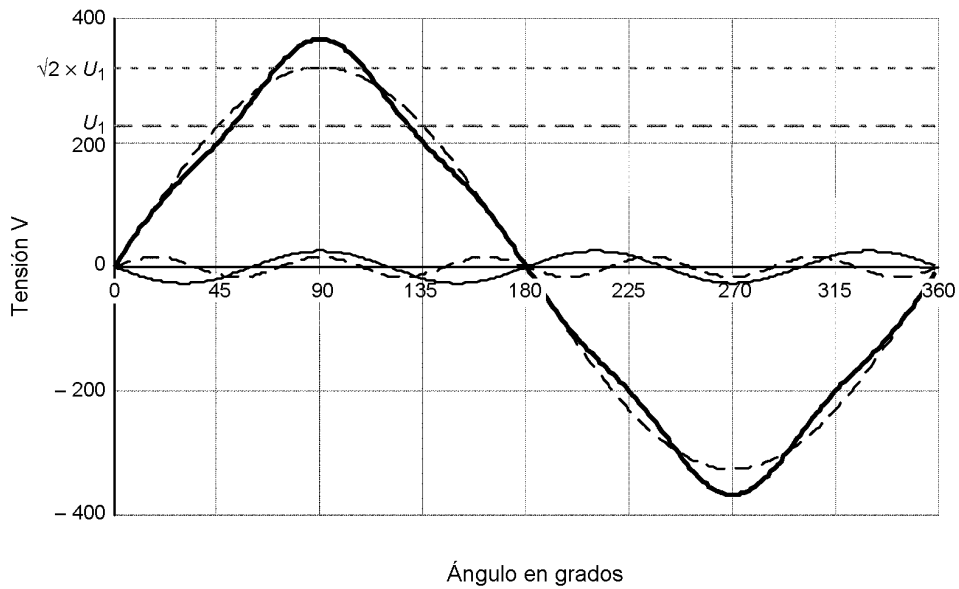
$U_1 = 255,7 \text{ V}$ (tensión nominal)

$\sqrt{2} \times U_1 = 361,6 \text{ V}$ (U_1 tensión de cresta)

$0,8 \times \sqrt{2} \times U_1 = 289,3 \text{ V}$ (tensión máxima de la curva plana)

$U_{\text{valor eficaz}} = 230 \text{ V}$ (tensión eficaz resultante)

Fig. 6 – Forma de onda de la curva plana



Ejemplo para la clase 3

$U_{\text{valor eficaz}} = 230 \text{ V}$ (tensión resultante)

$U_1 = 229 \text{ V}$ (tensión fundamental)

$h = 3: 8\%$ de $U_1/180^\circ$

$h = 5: 5\%$ de $U_1/0^\circ$

Fig. 7 – Forma de onda de la curva de oscilación

ANEXO A (Informativo)**IMPEDANCIA DE RED ENTRE LA FUENTE DE TENSION Y EL ESE**

La mayor parte de los generadores de ensayo tienen una impedancia extremadamente baja, próxima a cero, que no presenta ningún problema para los ensayos. Sin embargo, cuando se puede decidir por un comité de productos que es necesaria una impedancia de red, para encontrar la resonancia posible entre la línea y el ESE que pueda ser provocada por armónicos, se recomienda la impedancia de red de la Norma CEI 60725.

Pueden aparecer fenómenos resonantes provocados por fuentes de tensión armónica debido a la presencia de circuitos LC resonantes formados por la impedancia de la línea de la red y los condensadores en el interior de un ESE. Estos fenómenos resonantes pueden tener una incidencia en el funcionamiento correcto de un ESE.

Esto conduce a la necesidad de colocar una impedancia entre la tensión fundamental y la fuente de armónicos y el ESE. Pueden producirse efectos de perturbación de la red por armónicos de orden bajo de gran amplitud cuando excitan estos circuitos resonantes.

La impedancia de red de la Norma CEI 60725, (fase $Z = 0,24 + j 0,15 \Omega$, neutro $Z = 0,16 + j 0,10 \Omega$ a 50 Hz) se especifica para insertarse en el montaje de ensayo entre la fuente y el ESE para detectar los fenómenos resonantes provocados por armónicos susceptibles de provocar daños.

La impedancia considerada como representativa para las redes de 60 Hz es la siguiente:

- para 120 / 208 V (fase $Z = 0,10 + j 0,04 \Omega$, neutro $Z = 0,10 + j 0,03 \Omega$)
- para 347 / 600 V (fase $Z = 0,29 + j 0,07 \Omega$, neutro $Z = 0,30 + j 0,04 \Omega$)

Los comités de productos son libres de efectuar ensayos adicionales utilizando otros valores de impedancia considerados significativos en lo que respecta a sus interacciones con el ESE.

ANEXO B (Informativo)

PUNTO DE RESONANCIA

Se ha elegido la definición de una frecuencia de resonancia en el apartado 8.2.2 porque no basta con que la corriente aumente cuando se aumenta la frecuencia para determinar el inicio de una frecuencia de resonancia. En efecto, la utilización por ejemplo de un condensador sólo implica un aumento de la corriente cuando la frecuencia aumenta, incluso sin resonancia. Una disminución de la corriente demuestra la presencia de una resonancia.

En la práctica, la resonancia se manifieste generalmente cuando las frecuencias son altas.

Ejemplo:

Un transformador se carga por un condensador. El condensador provoca un aumento de la corriente del transformador cuando se aumenta la frecuencia. Si la inductancia de fuga del transformador y el condensador provoca una resonancia, puede sobrevenir un pico en la amplitud de la corriente. La corriente del transformador disminuye en caso de nuevo aumento de la frecuencia.

Las corrientes armónicas e interarmónicas pueden provocar una disipación adicional en el transformador. Esta interacción puede implicar una degradación del funcionamiento de un ESE. Los efectos térmicos causados por el aumento de esta disipación no se tratan en esta norma.

ANEXO C (Informativo)**CLASES DE ENTORNO ELECTROMAGNÉTICO**

Las clases de entorno electromagnético definidas se han obtenido a continuación de la Norma CEI 61000-2-4.

Clase 1

Esta clase se aplica a las alimentaciones protegidas y tiene niveles de compatibilidad inferiores a los de la red general. Refiere a la utilización de equipos muy sensibles a las perturbaciones en la red de alimentación, como por ejemplo la instrumentación de laboratorios tecnológicos, algunos equipos automatizados y de protección, algunos ordenadores, etc.

NOTA 1 – Los entornos de la clase 1 generalmente incluyen equipos que requieren ser protegidos por aparatos tales como sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) o filtros.

NOTA 2 – Si se utiliza un SAI con una gran tasa de distorsión, puede recomendarse la clase 2.

Clase 2

Esta clase se aplica a los puntos de conexión comunes a la red general (PCC para sistemas de consumo) y a los puntos de conexión comunes a la red interna en fábrica (IPC) en el entorno industrial en general. Los niveles de compatibilidad en esta clase son idénticos a los de las redes generales, los componentes destinados a aplicaciones en las redes generales se pueden utilizar en esta clase de entorno industrial.

Clase 3

Esta clase se aplica únicamente a los IPC en entornos industriales. Sus niveles de compatibilidad son superiores a los de la clase 2 para ciertos fenómenos de perturbación. Esta clase se puede utilizar, por ejemplo, en una de las condiciones siguientes:

- una gran parte de la carga es alimentada por convertidores;
- presencia de máquinas de soldadura;
- se ponen en marcha frecuentemente motores potentes;
- las cargas varían rápidamente.

NOTA 1 – La alimentación con cargas muy perturbadoras, como los hornos de arco y los convertidores grandes que se alimentan generalmente a partir de una barra omnibus compartimentada, presenta frecuentemente niveles de perturbación superiores a los de la clase 3 (entorno duro). En este caso, se deberían definir los niveles de compatibilidad previamente.

NOTA 2 – La clase aplicable a las nuevas centrales o a las extensiones de centrales existentes se debería determinar en función del tipo de equipo y del procedimiento considerado.

BIBLIOGRAFÍA

CEI 60068-1 – *Ensayos de entorno. Primera parte: Generalidades y guía.*

| NOTA – Armonizada como Norma Europea EN 60068-1:1994 (sin ninguna modificación).

CEI 60725 – *Consideraciones sobre las impedancias de referencia a utilizar, para la determinación de las características de perturbación de los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos.*

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

| NOTA – Armonizada como Norma Europea EN 61000-2-4:1994 (sin ninguna modificación).

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 referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa 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.

Norma Internacional	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente¹⁾
CEI 60050-161	– ²⁾	Vocabulario Electrotécnico. Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética	–	–	UNE 21302-161
CEI 61000-2-2	– ²⁾	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 de suministro público en baja tensión	EN 61000-2-2	2002 ³⁾	UNE-EN 61000-2-2
CEI 61000-3-2	– ²⁾	Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada ≤ 16 A por fase)	EN 61000-3-2	2000 ³⁾	UNE-EN 61000-3-2:2001
CEI 61000-4-7	– ²⁾	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 estas	EN 61000-4-7	1993 ³⁾	UNE-EN 61000-4-7:1996

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.

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