

Marzo 2006

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 3-12: Límites

Límites para las corrientes armónicas producidas por los equipos conectados a las redes públicas de baja tensión con corriente de entrada $> 16\text{ A}$ y $\leq 75\text{ A}$ por fase

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-12: Limits. Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current $> 16\text{ A}$ and $\leq 75\text{ A}$ per phase.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 3-12: Limites. Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé $> 16\text{ A}$ et $\leq 75\text{ A}$ par phase.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-3-12 de abril de 2005, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61000-3-12:2004.

OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá parcialmente a la Norma UNE 21000-3-4 IN de junio de 2002 antes de 2008-02-01.

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 11134:2006

© AENOR 2006
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

32 Páginas

Grupo 20

ICS 33.100.10

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 3-12: Límites

Límites para las corrientes armónicas producidas por los equipos conectados a las redes públicas de baja tensión con corriente de entrada > 16 A y ≤ 75 A por fase (IEC 61000-3-12:2004)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 3-12: Limits. Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase.
(IEC 61000-3-12:2004).

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 3-12: Limites. Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé > 16 A et ≤ 75 A par phase.
(CEI 61000-3-12:2004).

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 3-12: Grenzwerte. Grenzwerte für Oberschwingungsströme, verursacht von Geräten und Einrichtungen mit einem Eingangsstrom > 16 A und ≤ 75 A je Leiter, die zum Anschluss an öffentliche Niederspannungsnetze vorgesehen sind.
(IEC 61000-3-12:2004).

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 2005-02-01. 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, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, 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

© 2005 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

PRÓLOGO

El texto del documento 77A/470/FDIS, futura edición 1 de la Norma Internacional IEC 61000-3-12, preparado por el Subcomité SC 77A, *Fenómenos de baja frecuencia*, del Comité Técnico TC 77, *Compatibilidad electromagnética*, de IEC, fue sometido a voto paralelo IEC-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como Norma Europea EN 61000-3-12 el 2005-02-01.

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) 2005-11-01
- Fecha límite en la que deben retirarse las normas nacionales divergentes con esta norma (dow) 2008-02-01

Esta norma europea ha sido preparada bajo un mandato dado a CENELEC por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de las Directivas 89/336/CEE y 1999/5/CE. Véase el anexo ZZ.

Los anexos ZA y ZZ han sido añadidos por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional IEC 61000-3-12:2004 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	6
INTRODUCCIÓN	8
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	9
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	10
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	10
4 CONDICIONES DE MEDIDA	14
4.1 Corriente fundamental de referencia	14
4.2 Medida de las corrientes armónicas	14
4.3 Equipos que comprenden varios elementos autónomos.....	16
5 REQUISITOS Y LÍMITES PARA EL EQUIPO	16
5.1 Métodos de control.....	16
5.2 Límites de emisión.....	16
6 DOCUMENTACIÓN DEL PRODUCTO.....	19
7 CONDICIONES DE ENSAYO Y DE SIMULACIÓN	20
7.1 Requisitos relativos a las medidas directas	20
7.2 Requisitos relativos a las simulaciones	21
7.3 Condiciones generales para el ensayo y la simulación	22
ANEXO A (Normativo) ILUSTRACIÓN DE LOS LÍMITES PARA LAS CORRIENTES ARMÓNICAS	24
ANEXO B (Normativo) FÓRMULAS DE INTERPOLACIÓN APROXIMADAS.....	25
ANEXO C (Informativo) EQUIPOS QUE NO CUMPLEN CON LOS REQUISITOS Y LOS LÍMITES DE ESTA NORMA	27
ANEXO D (Informativo) INFORMACIONES SOBRE EL FACTOR <i>PHWD</i>	28
BIBLIOGRAFÍA.....	30
Figura 1 Definición del ángulo de fase de la corriente armónica de orden 5 (I_5 en adelanto con relación a U_{p1} , $\alpha_5 > 0$).....	13
Figura 2 Definición del ángulo de fase de la corriente armónica de orden 5 (I_5 en retraso con relación a U_{p1} , $\alpha_5 < 0$)	13
Figura A.1 Límites de la corriente armónica de orden 5 en función de R_{sce}	24
Tabla 1 Valores del periodo de observación	16
Tabla 2 Límites de emisión en corriente para equipos que no sean trifásicos equilibrados....	18
Tabla 3 Límites de emisión en corriente para equipos trifásicos equilibrados.....	18
Tabla 4 Límites de emisión en corriente para equipos trifásicos equilibrados bajo condiciones especificadas	19

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 3-12: Límites

Límites para las corrientes armónicas producidas por los equipos conectados a las redes públicas de baja tensión con corriente de entrada $> 16 \text{ A}$ y $\leq 75 \text{ A}$ por fase

PRÓLOGO

- 1) IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de IEC). El objetivo de IEC es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Para este fin y también para otras actividades, IEC publica Normas Internacionales, Especificaciones Técnicas, Informes Técnicos, Especificaciones Disponibles al Público (PAS) y Guías (de aquí en adelante "Publicaciones IEC"). Su elaboración se confía a los comités técnicos; cualquier Comité Nacional de IEC que esté interesado en el tema objeto de la norma puede participar en su elaboración. Organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con IEC también participan en la elaboración. IEC colabora estrechamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO), de acuerdo con las condiciones determinadas por acuerdo entre ambas.
- 2) Las decisiones formales o acuerdos de IEC sobre materias técnicas, expresan en la medida de lo posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas relativos a cada comité técnico en los que existe representación de todos los Comités Nacionales interesados.
- 3) Los documentos producidos tienen la forma de recomendaciones para uso internacional y se aceptan en este sentido por los Comités Nacionales mientras se hacen todos los esfuerzos razonables para asegurar que el contenido técnico de las publicaciones IEC es preciso, IEC no puede ser responsable de la manera en que se usan o de cualquier mal interpretación por parte del usuario.
- 4) Con el fin de promover la unificación internacional, los Comités Nacionales de IEC se comprometen a aplicar de forma transparente las Publicaciones IEC, en la medida de lo posible en sus publicaciones nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre la Publicación IEC y la correspondiente publicación nacional o regional debe indicarse de forma clara en esta última.
- 5) IEC no establece ningún procedimiento de marcado para indicar su aprobación y no se le puede hacer responsable de cualquier equipo declarado conforme con una de sus publicaciones.
- 6) Todos los usuarios deberían asegurarse de que tienen la última edición de esta publicación.
- 7) No se debe adjudicar responsabilidad a IEC o sus directores, empleados, auxiliares o agentes, incluyendo expertos individuales y miembros de sus comités técnicos y comités nacionales de IEC por cualquier daño personal, daño a la propiedad u otro daño de cualquier naturaleza, directo o indirecto, o por costes (incluyendo costes legales) y gastos derivados de la publicación, uso o confianza de esta publicación IEC o cualquier otra publicación IEC.
- 8) Se debe prestar atención a las normas para consulta citadas en esta publicación. La utilización de las publicaciones referenciadas es indispensable para la correcta aplicación de esta publicación.
- 9) Se debe prestar atención a la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Publicación IEC puedan ser objeto de derechos de patente. No se podrá hacer responsable a IEC de identificar alguno o todos esos derechos de patente.

La Norma Internacional IEC 61000-3-12 ha sido elaborada por el subcomité 77A: Fenómenos de baja frecuencia, del comité técnico 77 de IEC: Compatibilidad electromagnética.

Esta primera edición anula y sustituye a la Norma IEC 61000-3-4¹⁾, publicada en 1998, para equipos con corriente de entrada $\leq 75 \text{ A}$ por fase. Para equipos con corriente de entrada $> 75 \text{ A}$ por fase, la Norma IEC 61000-3-4 sigue siendo válida.

1) NOTA NACIONAL – La Norma IEC 61000-3-4:1998 ha sido adoptada como Informe UNE 21000-3-4:2002 IN.

El texto de esta norma se basa en los documentos siguientes:

FDIS	Informe de voto
77A/470/FDIS	77A/478RVD

El informe de voto indicado en la tabla anterior ofrece toda la información sobre la votación para la aprobación de esta norma.

Esta norma ha sido elaborada de acuerdo con las Directivas ISO/IEC, Parte 2.

El comité ha decidido que el contenido de esta norma (la norma base y de sus modificaciones) permanezca vigente hasta la fecha de mantenimiento indicada en la página web de IEC "<http://webstore.iec.ch>" en los datos relativos a la norma específica. En esa fecha, la norma será

- confirmada;
- anulada;
- reemplazada por una edición revisada; o
- modificada.

INTRODUCCIÓN

La Norma IEC 61000 se publica en partes separadas de acuerdo con la siguiente estructura:

Parte 1: Generalidades

Consideraciones generales (introducción, principios fundamentales)

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

Esta norma es una norma de familia de productos.

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 3-12: Límites
Límites para las corrientes armónicas producidas por los equipos conectados
a las redes públicas de baja tensión con corriente de entrada > 16 A y ≤ 75 A por fase

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma IEC 61000 trata de la limitación de las corrientes armónicas inyectadas en la red de suministro público. Los límites definidos en esta norma se aplican a los equipos eléctricos y electrónicos con una corriente asignada de entrada superior a 16 A e inferior o igual a 75 A por fase, destinados a ser conectados a las redes de distribución pública de baja tensión en corriente alterna de los tipos siguientes:

- tensión nominal hasta 240 V, monofásica, dos o tres conductores;
- tensión nominal hasta 690 V, trifásica, tres o cuatro conductores;
- frecuencia nominal de 50 Hz o de 60 Hz.

Se excluyen las demás redes de distribución. Los límites definidos en esta edición se aplican a los equipos conectados a las redes de 230/400 V, 50 Hz. Véase también el capítulo 5.

NOTA – Los límites para las demás redes se añadirán en una futura edición de esta norma.

Esta norma se aplica a los aparatos destinados para ser conectados a las redes de baja tensión interconectadas con la red de suministro público en el nivel de baja tensión. No se aplica a los equipos destinados a ser conectados únicamente a las redes de baja tensión privadas interconectadas con la red de suministro público solamente en los niveles de media tensión o alta tensión.

NOTA 1 – El campo de aplicación de esta norma se limita a los equipos conectados a las redes públicas de baja tensión, porque se pueden controlar globalmente en el punto de conexión común de media tensión las emisiones producidas por los equipos instalados en las redes de baja tensión privadas, por medio de procedimientos definidos en la Norma IEC 61000-3-6 y/o por medio de acuerdos contractuales entre el operador de la red de distribución y el cliente. Es de esperar que los operadores de las redes privadas manejen el entorno de CEM de modo que se garantice la conformidad con las disposiciones definidas en la Norma IEC 61000-3-6 y/o en los acuerdos contractuales.

NOTA 2 – Si el equipo se destina para conectarlo únicamente a las redes privadas, el fabricante debería precisarlo de modo muy preciso en la documentación de los productos en cuestión.

NOTA 3 – Un equipo profesional con una corriente de entrada ≤ 16 A por fase que no cumpla con los requisitos y los límites de la Norma IEC 61000-3-2, puede autorizarse su conexión a determinado tipo de redes de suministro de baja tensión, de la misma manera que los equipos con una corriente de entrada > 16 A por fase, y que no cumplen con los requisitos y los límites de esta Norma IEC 61000-3-12 (véase el anexo C).

NOTA 4 – Los límites de esta norma no se aplican a los filtros de armónicos autónomos.

En esta norma se definen:

- a) los requisitos y los límites de emisión para los equipos;
- b) los métodos de ensayo de tipo y simulación.

Los ensayos realizados conforme a esta norma son ensayos de tipo de equipos completos.

La conformidad con esta norma puede también determinarse por medio de simulaciones validadas.

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).

IEC 60038 – *Tensiones normalizadas de IEC.*

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

IEC 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.*

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

IEC 61000-3-2 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada $\leq 16 A$ por fase).*

IEC 61000-4-7 – *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 suministro y a los aparatos conectados a éstas.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de esta norma, se aplican las definiciones dadas en la Norma IEC 60050(161) y las definiciones siguientes:

3.1 tasa de distorsión armónica total, THD: Relación entre el valor eficaz de las componentes armónicas (en este contexto, los armónicos de corriente I_n de orden n) y el valor eficaz de la componente fundamental, es decir:

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

NOTA – Esta definición ha sido seleccionada de acuerdo con la norma relevante, IEC 61000-2-2.

3.2 tasa de distorsión armónica ponderada parcial, PWHd: Relación entre el valor eficaz de un grupo seleccionado de armónicos de orden superior (en esta norma, comenzando desde el armónico de orden 14) ponderado por el armónico de orden n y el valor eficaz de la componente fundamental:

$$PWHd = \sqrt{\sum_{n=14}^{40} n \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

La distorsión armónica ponderada parcial se utiliza para asegurar que los efectos de las corrientes armónicas de orden superior sobre los resultados estén suficientemente atenuadas, no siendo necesario especificar los límites individuales.

3.3 punto de conexión común, PCC: Punto en una red pública eléctricamente más próximo al cliente considerado, y en el que están conectados o pueden conectarse otros clientes.

3.4 equipo monofásico: Equipo conectado entre un conductor de fase y el conductor de neutro.

NOTA – Esto incluye los equipos cuyas distintas cargas están conectadas entre uno o varios conductores de fase y el conductor de neutro.

3.5 equipo entre fases: Equipo conectado entre dos conductores de fase.

En condiciones normales de utilización, el conductor de neutro no se utiliza como conductor de corriente.

3.6 equipo trifásico: Equipo conectado a los tres conductores de fase.

En condiciones normales de utilización, el conductor de neutro no se utiliza como conductor de corriente.

NOTA – Un equipo destinado para su conexión al conjunto de las tres fases y al neutro y en el que el conductor de neutro se utiliza como conductor de corriente, se considera como tres equipos monofásicos distintos.

3.6.1 equipo trifásico equilibrado: Equipo trifásico conectado a los tres conductores de fase de una red de alimentación trifásica, y que se diseña de modo que las tres corrientes de fase tengan una amplitud y una forma de onda idénticas, estando cada corriente desplazada un tercio del periodo fundamental con relación a las otras dos.

3.6.2 equipo trifásico no equilibrado: Equipo trifásico conectado a los tres conductores de fase de una red de alimentación trifásica, y que se diseña de modo que las tres corrientes de fase no tengan una amplitud ni una forma de onda idénticas, o en la que el desplazamiento entre dos corrientes de fase cualesquiera es distinto de un tercio del periodo fundamental.

3.7 equipo híbrido: Combinación de una carga trifásica equilibrada y una o varias cargas conectadas entre la fase y el neutro o entre las fases.

3.8 potencia de cortocircuito, S_{cc} : Valor de la potencia de cortocircuito trifásica calculada a partir de la tensión nominal de la red entre fases $U_{nominal}$ y la impedancia de fase Z de la red en el PCC:

$$S_{cc} = U_{nominal}^2 / Z$$

donde Z es la impedancia de la red a la frecuencia de ésta.

3.9 potencia aparente asignada del equipo, S_{equ} : Valor calculado a partir de la corriente de fase asignada I_{equ} del equipo, declarada por el fabricante, y de la tensión asignada U_p (monofásica) o U_i (entre fases), como sigue:

- a) $S_{equ} = U_p I_{equ}$ para un equipo monofásico y la parte monofásica de un equipo híbrido;
- b) $S_{equ} = U_i I_{equ}$ para un equipo entre fases;
- c) $S_{equ} = \sqrt{3} U_i I_{equ}$ para un equipo trifásico equilibrado y la parte trifásica de un equipo híbrido;
- d) $S_{equ} = 3 U_p I_{equ\ máx.}$ para un equipo trifásico no equilibrado, donde $I_{equ\ máx.}$ es el valor máximo de las corrientes eficaces que circulan por una cualquiera de las tres fases.

En el caso de un rango de tensiones, U_p o U_i es una tensión nominal de la red conforme a la Norma IEC 60038 (por ejemplo 120 V o 230 V en una red monofásica, o 400 V fase a fase en una red trifásica).

3.10 relación de cortocircuito, R_{cce} : Valor característico de un equipo definido como sigue:

- a) $R_{cce} = S_{cc} / (3 S_{equ})$ para un equipo monofásico y la parte monofásica de un equipo híbrido;
- b) $R_{cce} = S_{cc} / (2 S_{equ})$ para un equipo entre fases;

c) $R_{\text{cce}} = S_{\text{cc}}/S_{\text{equ}}$ para cualquier equipo trifásico y la parte trifásica de un equipo híbrido.

NOTA 1 – R_{cce} puede relacionarse directamente con magnitudes de base conocidas por medio de las ecuaciones siguientes:

$$R_{\text{cce}} = U/(\sqrt{3} \times Z \times I_{\text{equ}}) \quad \text{para un equipo monofásico y la parte monofásica de un equipo híbrido;}$$

$$R_{\text{cce}} = U/(2 \times Z \times I_{\text{equ}}) \quad \text{para un equipo entre fases;}$$

$$R_{\text{cce}} = U/(\sqrt{3} \times Z \times I_{\text{equ}}) \quad \text{para un equipo trifásico equilibrado y la parte trifásica de un equipo híbrido;}$$

$$R_{\text{cce}} = U/(\sqrt{3} \times Z \times I_{\text{equ máx.}}) \quad \text{para un equipo trifásico no equilibrado.}$$

donde $U = U_{\text{nominal}}$, y se supone igual a U_i o $\sqrt{3} \times U_p$, el que sea apropiado.

NOTA 2 – R_{cce} no es la misma magnitud que R_{cc} , tal como se define en la Norma IEC 61000-2-6.

NOTA 3 – Para un equipo híbrido, el método para calcular un valor único R_{cce} viene dado en el apartado 5.2.

3.11 corriente fundamental de referencia, I_1 : Valor eficaz de la componente fundamental de la corriente de fase asignada I_{equ} del equipo (véase igualmente el apartado 4.1).

3.12 corriente armónica total, THC : Valor eficaz total de las componentes armónicas de corriente de órdenes del 2 al 40.

$$THC = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}$$

3.13 modo en espera (stand-by): Modo (habitualmente indicado de alguna manera en el equipo) en el que el equipo no funciona y/o que su consumo de potencia es bajo, y que puede prolongarse durante un periodo indeterminado de tiempo.

NOTA – Este modo a veces se llama "sleep mode".

3.14 ángulo de fase de I_5 con relación a la tensión fase-neutro fundamental U_{p1} : El ángulo de fase de la corriente armónica de orden 5 se determina como se indica en las figuras 1 y 2.

3.15 equipo profesional: Equipo destinado para su uso comercial, profesional o industrial que no se destina para la venta al público general. Esta denominación es especificada por el fabricante.

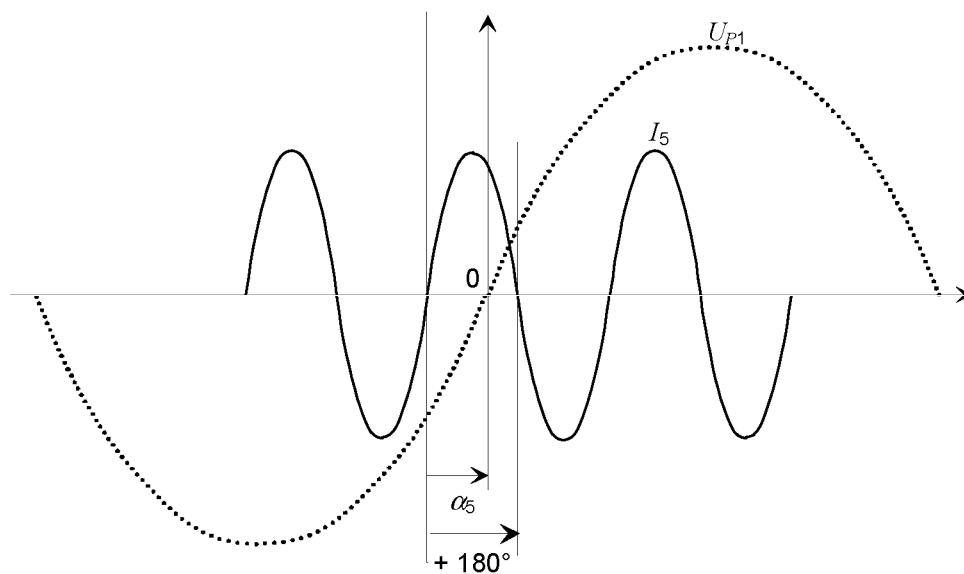


Fig. 1 – Definición del ángulo de fase de la corriente armónica de orden 5 (I_5 en adelanto con relación a U_{p1} , $\alpha_5 > 0$)

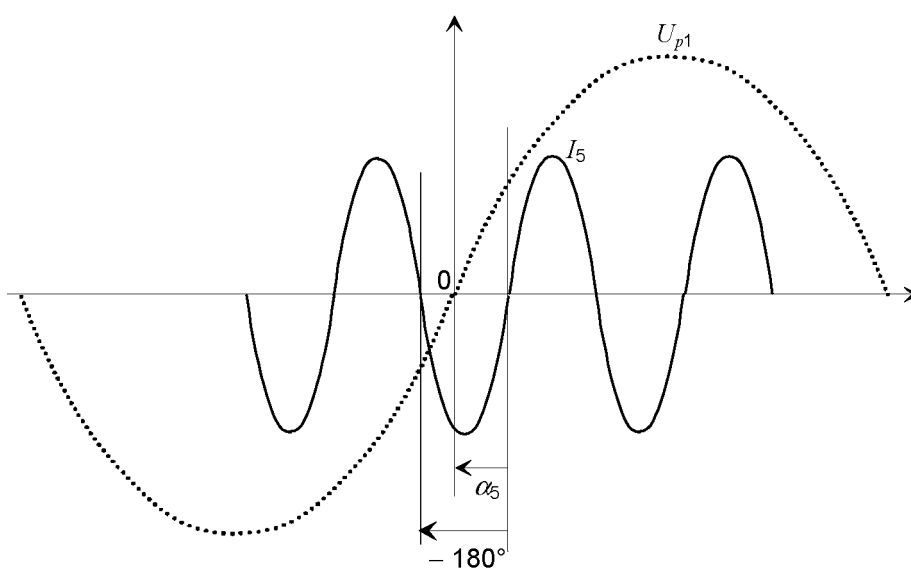


Fig. 2 – Definición del ángulo de fase de la corriente armónica de orden 5 (I_5 en retraso con relación a U_{p1} , $\alpha_5 < 0$)

4 CONDICIONES DE MEDIDA

4.1 Corriente fundamental de referencia

La corriente fundamental de referencia I_1 , según se define en el apartado 3.11, debe medirse o bien calcularse como sigue.

- Si la corriente fundamental de referencia es medida, la medición de su valor medio debe efectuarse como se define en el apartado 4.2.1 para las corrientes armónicas. Durante la medida de la corriente fundamental de referencia, el valor eficaz de la corriente de fase debe ser igual a la corriente de fase asignada I_{equ} del equipo, declarada por el fabricante.
- Si la corriente fundamental de referencia se calcula, el cálculo se efectúa utilizando el valor de la corriente de fase asignada I_{equ} del equipo, de la manera siguiente:

$$I_1 = \frac{I_{\text{equ}}}{\sqrt{1 + THD^2}}$$

Este valor de la corriente fundamental de referencia debe ser especificado por el fabricante y documentado en el informe de ensayo. Este valor debe ser utilizado en las tablas 2 a 4 para definir los límites de emisión de corriente armónica.

El valor de la corriente fundamental de referencia hallado por medida durante los ensayos de emisión distintos de los ensayos de evaluación de la conformidad originales efectuados por el fabricante, medidos conforme a los términos de este capítulo, no debe ser inferior al 90% ni superior al 110% del valor de la corriente fundamental de referencia especificada por el fabricante en el informe de ensayo. En el caso que el valor medido esté fuera de esta banda de tolerancia alrededor del valor especificado, debe utilizarse el valor medido de la corriente fundamental de referencia para definir los límites.

4.2 Medida de las corrientes armónicas

Los límites de la corriente armónica para equipos tales como los especificados se aplican a las corrientes de fase para cualquier tipo de conexiones y de cargas.

Las corrientes armónicas individuales inferiores al 1% de la corriente fundamental de referencia no se tienen en cuenta.

4.2.1 Procedimiento de medida. La medida de las corrientes armónicas debe realizarse como sigue:

- para cada orden de armónico, se mide la corriente armónica eficaz alisada 1,5 s, en cada ventana temporal de la transformada discreta de Fourier (DFT²), como se define en la Norma IEC 61000-4-7;
- para cada orden de armónico, se calcula la media aritmética de los valores medidos en las ventanas temporales de la DFT, sobre el periodo de observación completo tal como se define en el apartado 4.2.6.

Las condiciones de ensayo para la medida o el cálculo de las corrientes armónicas se definen en el capítulo 7.

4.2.2 Repetibilidad. Este requisito constituye un ensayo de verificación del sistema de medida, y no un requisito para cada ensayo de producto.

La repetibilidad de las medidas debe ser mejor que:

- ± 5% para la componente fundamental y los armónicos de orden inferior o igual al de orden 7;

2) Del inglés: Discrete Fourier Transform.

- $\pm 10\%$ para los armónicos de orden estrictamente superior al de orden 7 o $\pm 1\%$ de la corriente fundamental de referencia, lo que sea mayor;

cuando se cumplen las condiciones siguientes:

- mismo equipo sometido a ensayo (ESE) (excluyendo cualquier otro equipo del mismo tipo, por parecido que sea);
- condiciones de ensayo idénticas;
- mismo sistema de ensayo;
- condiciones climáticas idénticas, si es necesario.

4.2.3 Arranque y parada. Cuando se pone en marcha un equipo o cuando se para, manual o automáticamente, las corrientes armónicas no se tienen en cuenta durante los primeros 10 s, o hasta que el equipo esté completamente en marcha o parado, lo que sea de mayor duración, seguido del proceso de conmutación.

El equipo sometido a ensayo no debe estar en modo en espera (véase el apartado 3.13) durante más del 10% de cualquier periodo de observación.

4.2.4 Aplicación de los límites. El valor medio para las corrientes armónicas individuales, tomado sobre el periodo de observación de ensayo completo, debe ser inferior o igual a los límites aplicables definidos en las tablas 2 a 4.

Para cada orden de armónico, cualquier valor de la corriente armónica eficaz alisada 1,5 s, tal como se define en el apartado 4.2.1, debe ser inferior o igual al 150% de los límites aplicables.

4.2.5 Informe de ensayo. El informe de ensayo debe estar basado en la información suministrada por el fabricante a un centro de ensayos, o ser un documento en el que se consignen los detalles de los ensayos efectuados directamente por el fabricante. Debería incluirse cualquier información útil relativa a las condiciones de ensayo, al periodo de observación para los ensayos y a la corriente fundamental de referencia, demostrándose la conformidad con esta norma.

El informe de ensayo debería incluir:

- la corriente de fase asignada I_{equ} ;
- la corriente fundamental de referencia especificada I_1 ;
- la relación de cortocircuito utilizada con fines de cálculo o de ensayo;
- la relación de cortocircuito mínima requerida;
- una declaración concerniente a la tabla utilizada (es decir, concerniente al tipo de equipo).

4.2.6 Periodo de observación para los ensayos. En la tabla 1 se examinan y describen los periodos de observación (T_{obs}) para cuatro tipos diferentes de comportamiento de un equipo:

Tabla 1
Valores del periodo de observación

Tipo de comportamiento de un equipo	Periodo de observación
Cuasi-estacionario	T_{obs} de duración suficiente para cumplir con los requisitos relativos a la repetibilidad dados en el apartado 4.2.2
Cíclico corto ($T_{ciclo} \leq 2,5$ min)	$T_{obs} \geq 10$ ciclos (método de referencia) o T_{obs} de duración o sincronización suficiente para cumplir con los requisitos relativos a la repetibilidad dados en el apartado 4.2.2 ^a
Aleatorio	T_{obs} de duración suficiente para cumplir con los requisitos relativos a la repetibilidad dados en el apartado 4.2.2
Cíclico largo ($T_{ciclo} > 2,5$ min)	Ciclo completo del programa del equipo (método de referencia) o un periodo representativo de 2,5 min considerado por el fabricante como el periodo de funcionamiento con el THC más elevado.
^a Por "sincronización" se entiende que el periodo de observación total tiene una duración lo suficientemente próxima a un número entero exacto de ciclos del equipo, de tal modo que se cumplen los requisitos relativos a la repetibilidad definidos en el apartado 4.2.2.	

4.3 Equipos que comprenden varios elementos autónomos

Cuando se montan equipos autónomos distintos (eventualmente, pero no necesariamente, productos de fabricantes distintos) en un chasis o en un panel, la conformidad con esta norma debe obtenerse, a elección del fabricante, ya sea para el sistema en su totalidad o para cada elemento autónomo individual.

5 REQUISITOS Y LÍMITES PARA EL EQUIPO

5.1 Métodos de control

Sólo se autorizan los métodos de control simétricos (véase la definición VEI 161-07-11) en las condiciones normales de funcionamiento.

Los métodos de control simétrico susceptibles de producir armónicos de orden bajo ($n \leq 40$) en la corriente de entrada, y que se utilizan con el objeto de controlar la potencia suministrada a los elementos calefactores, sólo se permiten para equipos profesionales cuya función primaria, considerados en su conjunto, no es la de calefactar. Además, se aplica el conjunto de las tres condiciones siguientes:

- 1) los límites aplicables no son sobrepasados cuando los ensayos se realizan en los bornes de entrada de alimentación;
- 2) es necesario controlar de manera precisa la temperatura de los elementos calefactores cuya constante de tiempo térmica sea inferior a 2 s;
- 3) no exista ninguna otra técnica económicamente disponible.

NOTA – Para los fines de esta norma, el control por ráfagas se considera como un control simétrico.

5.2 Límites de emisión

Los límites dados se aplican en las redes de 50 Hz y 230/400 V. Los límites para las demás redes se añadirán en una edición posterior de esta norma.

NOTA 1 – En algunos países no europeos, la metodología propuesta no se puede aplicar porque no se dispone siempre de la potencia de cortocircuito.

Los límites de corriente armónica especificados en las tablas se aplican para cada una de las corrientes de fase, y no para la corriente del conductor de neutro.

Para los equipos que disponen de varias corrientes asignadas, se realiza una evaluación para cada corriente.

EJEMPLO (para el mismo equipo):

- Tensión asignada: 230 V monofásica, corriente asignada: x A por fase, evaluación y ensayo a 230 V.
- Tensión asignada 400 V trifásica, corriente asignada: y A por fase, evaluación y ensayo a 400 V.

Los límites de corriente armónica se especifican en las tablas 2 a 4.

Los equipos que cumplen con los límites de emisión de la corriente armónica que corresponden a $R_{cce} = 33$ son adecuados para conectarse en cualquier punto de la red de alimentación.

NOTA 2 – Los valores se establecen sobre la base de un valor mínimo de $R_{cce} = 33$. Las relaciones de cortocircuito inferiores a 33 no se consideran.

NOTA 3 – Con el objeto de reducir la profundidad de los impulsos de conmutación de los convertidores, puede ser necesaria una relación de cortocircuito superior a 33.

Para los equipos que no cumplen con los límites de emisión de corriente armónica correspondientes a $R_{cce} = 33$, se autorizan valores de emisión superiores en la medida en que la relación de cortocircuito R_{cce} sea superior a 33. Se espera que esta disposición se aplique a la mayoría de los equipos cuya corriente de entrada es superior a 16 A por fase.

El fabricante tiene que seleccionar un valor presumible de R_{cce} .

Véanse los requisitos relativos a la documentación del producto en el capítulo 6.

La tabla 2 se aplica a los equipos distintos de los equipos trifásicos equilibrados, y las tablas 3 y 4 se aplican a los equipos trifásicos equilibrados.

La tabla 4 puede utilizarse (con equipos trifásicos equilibrados) si se cumple una cualquiera de estas condiciones:

- a) El ángulo de fase de la corriente armónica de orden 5 con relación a la tensión de fase fundamental (véase el apartado 3.14), medido sobre el periodo de observación total, esté comprendido en el tramo de 90° a 150° .

NOTA – Esta condición se cumple normalmente para los equipos dotados de un puente rectificador no controlado y un filtro capacitivo, y que comprenden una reactancia de 3% en corriente alterna o de 4% en corriente continua.

- b) El diseño del equipo sea tal que el ángulo de fase de la corriente armónica de orden 5 no presenta ningún valor preferente en el tiempo, y puede tomar cualquier valor sobre el conjunto del intervalo $[0^\circ, 360^\circ]$.

NOTA – Esta condición se cumple normalmente para los convertidores dotados de puentes a tiristores enteramente controlados.

- c) Las corrientes armónicas de órdenes 5 y 7 medidas sobre el periodo de observación total sean ambas inferiores al 5% de la corriente fundamental de referencia.

NOTA – Esta condición se cumple normalmente por los equipos de “12 pulsos”.

Las tablas 3 y 4 pueden aplicarse a los equipos híbridos en una de las circunstancias siguientes:

- 1) que el equipo híbrido tenga una corriente armónica máxima de orden 3 inferior al 5% de la corriente fundamental de referencia; o
- 2) que se hayan tomado las disposiciones, en la fabricación del equipo híbrido, para separar la carga trifásica equilibrada de la o las cargas monofásicas o entre fases para la medida de las corrientes de alimentación, y para que, para la medida de la corriente, la parte del equipo sometido a medición tome la misma corriente que en las condiciones normales de funcionamiento. En este caso, los límites aplicables deben aplicarse separadamente en la parte monofásica o entre fases y a la parte trifásica equilibrada. Las tablas 3 y 4 se aplican a la corriente de la parte trifásica equilibrada, la tabla 2 se aplica a la corriente de la parte monofásica o entre fases.

Con motivo de la verificación, cuando se aplica la condición 2) anterior, el fabricante debe indicar la corriente asignada para cada carga distinta. El valor de R_{cce} para este tipo de equipo híbrido se determina a partir del más elevado de los valores de S_{cce} , determinado a partir del valor mínimo R_{cce} dado en las tablas y calculado para cada una de las cargas.

Tabla 2
Límites de emisión en corriente para equipos que no sean trifásicos equilibrados

R_{cce} mínimo	Corriente armónica individual admisible						Factores de distorsión de corriente armónica admisibles	
	I_n/I_1^a %						%	
	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}	<i>THD</i>	<i>PWHD</i>
33	21,6	10,7	7,2	3,8	3,1	2	23	23
66	24	13	8	5	4	3	26	26
120	27	15	10	6	5	4	30	30
250	35	20	13	9	8	6	40	40
≥ 350	41	24	15	12	10	8	47	47

Los valores relativos de los armónicos pares de orden inferior o igual a 12 no deben sobrepasar 16/n%. Los armónicos pares de orden estrictamente superior a 12 se tienen en cuenta en el *THD* y en el *PWHD* de la misma manera que los armónicos de orden impar.

NOTA – La interpolación lineal entre valores sucesivos de R_{cce} está permitida. Véase también el anexo B.

^a I_1 = corriente fundamental de referencia; I_n = componente armónica de corriente.

Tabla 3
Límites de emisión en corriente para equipos trifásicos equilibrados

R_{cce} mínimo	Corriente armónica individual admisible				Factor de distorsión armónica de corriente admisible	
	I_n/I_1^a %				%	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	<i>THD</i>	<i>PWHD</i>
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
66	14	9	5	3	16	25
120	19	12	7	4	22	28
250	31	20	12	7	37	38
≥ 350	40	25	15	10	48	46

Los valores relativos de los armónicos pares de orden inferior o igual a 12 no deben sobrepasar 16/n%. Los armónicos pares de orden estrictamente superior a 12 se tienen en cuenta en el *THD* y en el *PWHD* de la misma manera que los armónicos de orden impar.

NOTA – La interpolación lineal entre valores sucesivos de R_{cce} está permitida. Véase también el anexo B.

^a I_1 = corriente fundamental de referencia; I_n = componente armónica de corriente.

Tabla 4
Límites de emisión en corriente para equipos trifásicos equilibrados bajo condiciones especificadas

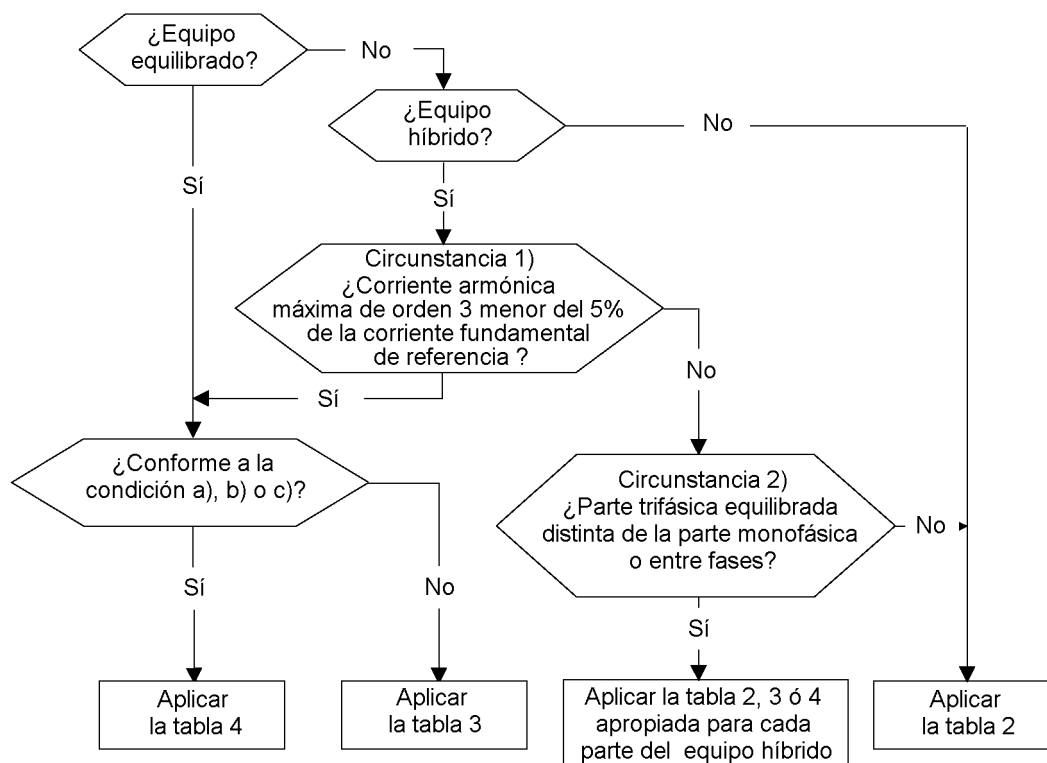
R_{cce} mínimo	Corriente armónica individual admisible I_n/I_1^a %				Factor de distorsión armónica de corriente admisible %	
	I_5	I_7	I_{11}	I_{13}	<i>THD</i>	<i>PWHD</i>
33	10,7	7,2	3,1	2	13	22
≥ 120	40	25	15	10	48	46

Los valores relativos de los armónicos pares de orden inferior o igual a 12 no deben sobrepasar $16/n\%$. Los armónicos pares de orden estrictamente superior a 12 se toman en cuenta en el *THD* y en el *PWHD* de la misma manera que los armónicos de orden impar.

NOTA – La interpolación lineal entre valores sucesivos de R_{cce} está permitida. Véase también el anexo B.

^a I_1 = corriente fundamental de referencia; I_n = componente armónica de corriente.

Organigrama en el que se representa el procedimiento de aplicación de las tablas 2 a 4:



6 DOCUMENTACIÓN DEL PRODUCTO

Para los equipos que cumplen con los límites de emisión de corriente armónica correspondientes a $R_{\text{cce}} = 33$, el fabricante debe indicar en su manual de instrucciones o en su documentación:

“Equipo conforme a la Norma IEC 61000-3-12”

Para los equipos que no cumplen con los límites de emisión de corriente armónica correspondientes a $R_{cce} = 33$, el fabricante debe:

- determinar el valor mínimo de R_{cce} para el que los límites suministrados en las tablas 2, 3 ó 4 no son sobrepasados;
- declarar el valor de la potencia de cortocircuito S_{cc} correspondiente a este valor mínimo de R_{cce} (véase el apartado 3.10) en el manual de instrucciones del equipo;
- e instruir al usuario para determinar, si es necesario en colaboración con el operador de la red de distribución, que el equipo se conecta únicamente a una alimentación del valor de esa potencia de cortocircuito S_{cc} o superior. Con este fin, la declaración en el manual de instrucciones debe ser:

“Este equipo es conforme con la Norma IEC 61000-3-12, con la condición de que la potencia de cortocircuito S_{cc} sea superior o igual a xx en el punto de conexión entre la alimentación del usuario y la red pública. Es responsabilidad del instalador o del usuario del equipo asegurarse, si es necesario consultando con el operador de la red de distribución, de que el equipo está conectado únicamente a una alimentación tal que la potencia de cortocircuito S_{cc} sea superior o igual a xx.”

donde xx es el valor de S_{cc} correspondiente al valor mínimo de R_{cce} para el que los límites dados en las tablas 2, 3 ó 4 no sean sobrepasados.

7 CONDICIONES DE ENSAYO Y DE SIMULACIÓN

La conformidad con esta norma puede determinarse por uno de los dos métodos:

- a) medida directa (véase el apartado 7.1);
- b) cálculo por simulación validada (véase el apartado 7.2).

Cuando se realizan ensayos directos o simulación por otra parte que no sea el fabricante del equipo, con el objeto de controlar las emisiones armónicas del equipo, los ensayos directos o las simulaciones deben realizarse utilizando las condiciones documentadas en el informe de ensayo del fabricante. Los ensayos directos deben verificarse por ensayos directos y las simulaciones, por control o efectuando nuevas simulaciones que reproduzcan las condiciones de simulación realizadas por el fabricante.

7.1 Requisitos relativos a las medidas directas

La fuente de alimentación debe responder a los requisitos siguientes:

- a) la tensión de salida U debe ser la tensión asignada del equipo. En el caso de un rango de tensiones, la tensión de salida debe ser una tensión nominal de la red, conforme a la Norma IEC 60038 (por ejemplo, 120 V o 230 V en una red monofásica, o 400 V entre fases en una red trifásica);
- b) durante las medidas, la tensión de salida debe mantenerse en el $\pm 2,0\%$, y la frecuencia en el $\pm 0,5\%$ de sus valores nominales respectivos;
- c) en el caso de una alimentación trifásica, el desequilibrio de tensión debe ser inferior al 50% del nivel de compatibilidad del desequilibrio de tensión definido en la Norma IEC 61000-2-2;
- d) las tasas de los armónicos de la tensión de salida U en vacío no deben sobrepasar:
 - 1,5% para el armónico de orden 5;
 - 1,25% para los armónicos de orden 3 y 7;
 - 0,7% para el armónico de orden 11;

- 0,6% para los armónicos de orden 9 y 13;
- 0,4% para los armónicos pares de orden 2 a 10;
- 0,3% para los armónicos de orden 12 y del 14 al 40;

e) para la aplicación de las tablas 2 y 3, la impedancia de la fuente de alimentación es tal que el valor de R_{cce} es igual o superior al valor mínimo previsto de R_{cce} ($R_{\text{cce min.}}$) permitiendo la conformidad del equipo, con la posible inserción de reactancias:

Para la aplicación de la tabla 4, la impedancia de la fuente de alimentación es tal que el valor de R_{cce} es igual o superior a 1,6 veces el valor mínimo previsto de R_{cce} permitiendo la conformidad del equipo, con la posible inserción de reactancias;

NOTA – El factor 1,6 se ha previsto para tener en cuenta el hecho de que cuando un equipo se conecta a una red de alimentación que tiene un valor de R_{cce} superior a $R_{\text{cce min.}}$, las corrientes armónicas emitidas aumentan. Ya se ha incluido una tolerancia para este fenómeno en las tablas 2 y 3, de manera que no se considera necesaria ninguna tolerancia suplementaria en términos de R_{cce} a utilizar para los ensayos.

f) la impedancia del captador de corriente y del cableado está comprendida en la impedancia de la fuente de alimentación.

NOTA – Los valores de la impedancia y de la distorsión indicadas más arriba se han seleccionado como compromiso, teniendo en cuenta el hecho de que las alimentaciones de alta calidad conteniendo una capacidad de corriente muy elevada son extremadamente raras.

La repetibilidad de los resultados, cuando se utilizan alimentaciones diferentes, puede ser muy pobre con los valores de impedancia y de distorsión mencionados más arriba. La repetibilidad, si se utiliza la misma alimentación, no es tan pobre. Si es posible, debería utilizarse una alimentación con una distorsión y una impedancia más débiles.

Si el valor mínimo de R_{cce} obtenido como resultado de las medidas es superior al valor previsto utilizado en e), se deben repetir las medidas utilizando este nuevo valor como el valor mínimo previsto de R_{cce} .

Los requisitos relativos a los instrumentos de medida se dan en la Norma IEC 61000-4-7.

Las corrientes de los equipos trifásicos equilibrados pueden medirse sobre una de las fases solamente, pero en caso de duda para el equipo híbrido, y en cualquier caso para los equipos trifásicos no equilibrados, deben ensayarse las tres fases.

Para los equipos conectados a una alimentación monofásica, se permite medir la corriente en el conductor de neutro en lugar de la corriente en la fase.

Las medidas deben realizarse en el punto de conexión entre la fuente y el ESE.

NOTA – Para la evaluación de las emisiones, véase el apartado 4.2 y la Norma IEC 61000-4-7.

7.2 Requisitos relativos a las simulaciones

La evaluación de las emisiones de corriente armónica y del valor correspondiente $R_{\text{cce min.}}$ puede realizarse por medio de una simulación informática del equipo considerado. Este procedimiento puede emplearse cuando los requisitos dados en el apartado 7.1 relativos a la fuente de alimentación no se pueden cumplir. Para validar los resultados, deben efectuarse las etapas siguientes.

a) Medida del tipo de equipo en las condiciones normales de laboratorio tales como las descritas en el apartado 7.1, con una posible distorsión más elevada de la tensión, con la condición de que los niveles armónicos no sobrepasen los niveles de compatibilidad definidos para la clase 3 de la Norma IEC 61000-2-4. Estas medidas deben mostrar que el equipo es conforme con los límites aplicables.

Deben registrarse el espectro de la tensión en el transcurso del ensayo y la impedancia de alimentación (valor a la frecuencia fundamental, ya sea directamente como tal, o indirectamente en términos de la potencia de cortocircuito, incluyendo la impedancia del captador de corriente y del cableado).

b) Simulación del equipo con la ayuda de software y procedimientos del fabricante:

Los valores medidos del espectro de la tensión y la impedancia de alimentación se toman como parámetros de entrada de la simulación. Las corrientes armónicas calculadas por medio de esta simulación se comparan con los resultados de las medidas realizadas en la etapa a). La simulación se considera como válida si la diferencia entre los resultados de la simulación y los resultados de la medida no sobrepasa

- el $\pm 2\%$ de la corriente fundamental de referencia;
- o bien el $\pm 10\%$.

para cada corriente armónica ($n \leq 13$), lo que sea mayor.

NOTA – Las tecnologías actuales no permiten que las simulaciones alcancen un grado de precisión elevado para los armónicos de orden elevado, y es impracticable, en este caso, definir los límites de tolerancia para comparar las simulaciones y las medidas. Cuando se efectúa la comparación entre los resultados de las medidas y los resultados de la simulación, se invita al fabricante a medir los valores de los armónicos hasta el orden 40 y a examinar cualquier diferencia entre las medidas y los resultados de la simulación. Sin embargo, no existe ningún requisito en cuanto a la validación de la simulación para los armónicos de orden superior a 13. Para el fabricante, el hecho de no tener en cuenta las diferencias significativas más allá del orden 13 implica un riesgo de que el equipo no cumpla con los límites.

Los armónicos medidos inferiores al 1% de la corriente fundamental de referencia no se tienen en cuenta en el contexto de esta validación.

No es necesario repetir la validación de la simulación para cada equipo perteneciente a un rango de productos con corriente asignada dentro del rango de 16 A a 75 A basado en la misma tecnología. La simulación se considera válida si es validada para un equipo situado en cada extremo o cerca de cada extremo del rango (incluido en el rango de 16 A a 75 A) del producto.

c) La simulación se repite con una tensión de alimentación equilibrada puramente sinusoidal y una impedancia puramente inductiva.

Para la aplicación de las tablas 2 y 3, la impedancia debe corresponder a un R_{cce} superior o igual al valor mínimo previsto de R_{cce} , que permita la conformidad del equipo.

Para la aplicación de la tabla 4, la impedancia debe corresponder a un R_{cce} superior o igual a 1,6 veces el valor mínimo previsto de R_{cce} que permita la conformidad del equipo.

Los resultados de esta segunda simulación se considera que son las corrientes armónicas relevantes, y deben utilizarse para obtener el valor mínimo de R_{cce} a partir de las tablas 2 a 4.

Sin embargo, si el valor mínimo de R_{cce} obtenido es superior al valor previsto utilizado para la simulación, la simulación debe repetirse utilizando este nuevo valor como valor mínimo previsto de R_{cce} .

7.3 Condiciones generales para el ensayo y la simulación

Los ensayos de emisión deben efectuarse con los controles de funcionamiento o los programas automáticos del usuario dispuestos en el modo que se espera que produzca la corriente armónica total (THC) máxima en las condiciones normales de funcionamiento. Esto define la configuración del equipo durante los ensayos de emisión y no constituye un requisito para medir el THC o para efectuar investigaciones a fin de encontrar las emisiones en el caso más desfavorable.

El equipo se somete a los ensayos tal como se presenta por el fabricante. Un rodaje del motor por el fabricante puede ser necesario antes del ensayo, con el fin de asegurar que los resultados obtenidos correspondan a una utilización normal.

NOTA – Las condiciones de ensayo específicas para la medida o la evaluación por simulación de las corrientes armónicas asociadas a determinados tipos de equipos, elaboradas conforme a la Guía 107 de IEC, pueden definirse en las normas particulares de producto.

Las condiciones de ensayo definidas en el anexo C de la Norma IEC 61000-3-2 pueden aplicarse para los tipos de equipos que estén comprendidos en el campo de aplicación de esta parte de la Norma IEC 61000.

Las condiciones de ensayo relativas a otros tipos de equipos se suministrarán cuando se requieran.

ANEXO A (Normativo)

ILUSTRACIÓN DE LOS LÍMITES PARA LAS CORRIENTES ARMÓNICAS

Las corrientes armónicas individuales admisibles crecen linealmente con R_{cce} crecientes entre el valor mínimo de R_{cce} (33) y el valor máximo de R_{cce} hallados en las tablas 2, 3 y 4. El principio se ilustra en la figura A.1 siguiente, para la corriente armónica de orden 5:

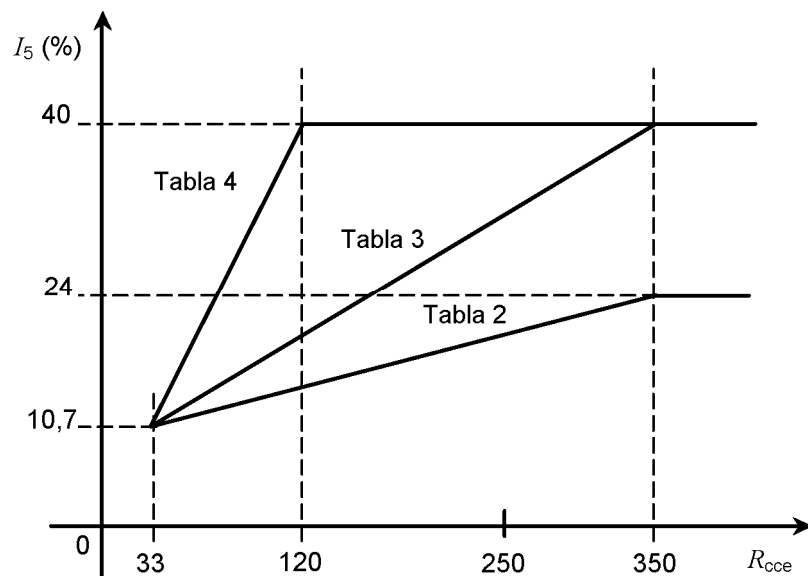


Fig. A.1 – Límites de la corriente armónica de orden 5 en función de R_{cce}

ANEXO B (Normativo)

FÓRMULAS DE INTERPOLACIÓN APROXIMADAS

B.1 Síntesis

Las fórmulas aproximadas siguientes pueden utilizarse para realizar una interpolación entre los valores de R_{cce} dados en las tablas 2 a 4, como se describe en la nota 2 de estas tablas.

Las fórmulas son igualmente suministradas para calcular el valor mínimo de R_{cce} para las corrientes armónicas dadas.

Notación $i_n (\%) = I_n / I_1 \times 100$

B.2 Cálculo para R_{cce} y los factores de distorsión de armónicos para equipos distintos que el equipo trifásico equilibrado (tabla 2)

R_{cce} en el rango de 33 a 350:

$i_3 = 0,06 \times R_{cce} + 20$	$R_{cce} = (i_3 - 20) / 0,06$
$i_5 = 0,04 \times R_{cce} + 10$	$R_{cce} = (i_5 - 10) / 0,04$
$i_7 = 0,025 \times R_{cce} + 6,5$	$R_{cce} = (i_7 - 6,5) / 0,025$
$i_9 = 0,025 \times R_{cce} + 3$	$R_{cce} = (i_9 - 3) / 0,025$
$i_{11} = 0,02 \times R_{cce} + 2,5$	$R_{cce} = (i_{11} - 2,5) / 0,02$
$i_{13} = 0,02 \times R_{cce} + 1,4$	$R_{cce} = (i_{13} - 1,4) / 0,02$
$THD = 0,075 \times R_{cce} + 21$	$R_{cce} = (THD - 21) / 0,075$
$PWHD = 0,075 \times R_{cce} + 21$	$R_{cce} = (PWHD - 21) / 0,075$

B.3 Cálculo para R_{cce} y los factores de distorsión de armónicos para equipos trifásicos equilibrados (tabla 3)

R_{cce} en el rango de 33 a 350:

$i_5 = 0,09 \times R_{cce} + 8$	$R_{cce} = (i_5 - 8) / 0,09$
$i_7 = 0,06 \times R_{cce} + 5$	$R_{cce} = (i_7 - 5) / 0,06$
$i_{11} = 0,04 \times R_{cce} + 2$	$R_{cce} = (i_{11} - 2) / 0,04$
$i_{13} = 0,025 \times R_{cce} + 1,2$	$R_{cce} = (i_{13} - 1,2) / 0,025$
$THD = 0,11 \times R_{cce} + 9$	$R_{cce} = (THD - 9) / 0,11$
$PWHD = 0,075 \times R_{cce} + 20$	$R_{cce} = (PWHD - 20) / 0,075$

B.4 Cálculo para R_{cce} y los factores de distorsión de armónicos para equipos trifásicos equilibrados bajo condiciones especificadas (tabla 4)

R_{cce} en el rango de 33 a 120:

$$i_5 = 0,33 \times R_{cce}$$

$$i_7 = 0,2 \times R_{cce}$$

$$i_{11} = 0,14 \times R_{cce} - 1,5$$

$$i_{13} = 0,1 \times R_{cce} - 1$$

$$THD = 0,4 \times R_{cce}$$

$$PWHd = 0,27 \times R_{cce} + 13$$

$$R_{cce} = i_5 / 0,33$$

$$R_{cce} = i_7 / 0,2$$

$$R_{cce} = (i_{11} + 1,5) / 0,14$$

$$R_{cce} = (i_{13} + 1) / 0,1$$

$$R_{cce} = THD / 0,4$$

$$R_{cce} = (PWHd - 13) / 0,27$$

ANEXO C (Informativo)

EQUIPOS QUE NO CUMPLEN CON LOS REQUISITOS Y LOS LÍMITES DE ESTA NORMA

Los equipos cubiertos por el campo de aplicación de esta norma y que no cumplen con los requisitos definidos en el capítulo 5 no cumplen con esta norma. Esto no significa que no sea posible, según las condiciones habitualmente aceptadas caso por caso entre el fabricante, el instalador o el usuario de una parte y el operador de la red de distribución por la otra, conectar tales equipos localmente en las redes públicas de baja tensión. Tales condiciones y acuerdos de conexión especiales están fuera del campo de aplicación de esta norma.

ANEXO D (Informativo)

INFORMACIONES SOBRE EL FACTOR *PHWD*

En este anexo se da información sobre el origen del factor *PHWD*. Se dará una justificación más completa en la Norma IEC 61000-1-4.

La tensión armónica de orden n producida por un equipo no lineal conectado a la red de baja tensión es la siguiente:

$$V_n = Z_n \cdot I_n$$

donde:

V_n es la tensión armónica de orden n ;

I_n es la corriente armónica de orden n emitida por el equipo;

Z_n es la impedancia de la red de baja tensión a la frecuencia armónica de orden n .

El impacto global de este equipo sobre la tensión armónica de la red puede valorarse utilizando la distorsión armónica total en tensión definida como sigue:

$$THD_V = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{V_n}{V_1} \right)^2}$$

En una primera aproximación, la impedancia de la red se supone que es puramente inductiva. En este caso, la impedancia Z_n a la frecuencia armónica puede expresarse como una función lineal de la impedancia Z a la frecuencia fundamental.

$$Z_n = n \cdot Z$$

Entonces:

$$THD_V = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} \left(\frac{n \cdot Z \cdot I_n}{V_1} \right)^2} = \frac{Z \cdot I_1}{V_1} \cdot \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 \cdot \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

Lo que da:

$$THD_V = \frac{Z \cdot I_1}{V_1} \cdot GCF \quad \text{con:} \quad GCF = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 \cdot \left(\frac{I_n}{I_1} \right)^2}$$

El factor *GCF* representa la contribución global del equipo sobre la tensión armónica de la red, particularmente cuando las corrientes armónicas de orden inferior son predominantes.

En las redes públicas de baja tensión, sin embargo, no es posible considerar que la impedancia Z_n sea una función lineal de la impedancia Z para los armónicos de orden elevado. Así, para los armónicos de orden elevado, puede utilizarse una segunda aproximación para describir la impedancia de la red:

$$Z_n = \sqrt{n} \cdot Z$$

Entonces, el factor de contribución global es igual a:

$$GCF = \sqrt{\sum_{n=2}^{40} n \cdot \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}$$

Como los límites individuales vienen definidos para las corrientes armónicas hasta la de orden 13, el factor *PWHD* se introduce para representar la contribución global de las corrientes armónicas de orden más elevado emitidas por un equipo sobre la tensión armónica de la red:

$$PWHD = \sqrt{\sum_{n=14}^{40} n \cdot \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2}$$

BIBLIOGRAFÍA

IEC 61000-1-4³⁾ – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 1-4: Generalidades. Justificación histórica para la limitación de las emisiones de las corrientes armónicas conducidas producidas por los equipos a la frecuencia de la red, en el rango de frecuencias hasta 2 kHz.*

NOTA – La derivación de los límites definidos en esta Norma IEC 61000-3-12 se documentarán en la Norma IEC 61000-1-4.

IEC 61000-2-6 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-6: Entorno. Evaluación de los niveles de emisión en la alimentación de las plantas industriales teniendo en cuenta las perturbaciones conducidas de baja frecuencia.*

IEC 61000-3-4 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-4: Límites. Limitación de las emisiones de las corrientes armónicas en las redes de baja tensión para los equipos con una corriente asignada superior a 16 A.*

IEC 61000-3-6 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-6: Límites. Evaluación de los límites de emisión para las cargas perturbadoras conectadas a las redes de media y alta tensión.*

Guía 107 de IEC – *Compatibilidad electromagnética. Guía para la elaboración de normas de compatibilidad electromagnética.*

3) En preparación.

ANEXO ZA (Normativo)

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

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).

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 correspondiente ¹⁾
IEC 60038 (mod)	– ²⁾	Tensiones normalizadas de IEC ³⁾	HD 472 S1	1989 ⁴⁾	UNE 21301:1991 ³⁾
IEC 60050-161	– ²⁾	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética	–	–	UNE 21302-161 ⁵⁾
IEC 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	– ⁴⁾	UNE-EN 61000-2-2
IEC 61000-2-4	– ²⁾	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 2-4: Entorno. Niveles de compatibilidad para las perturbaciones conducidas de baja frecuencia en las instalaciones industriales	EN 61000-2-4	– ⁴⁾	UNE-EN 61000-2-4
IEC 61000-3-2 (mod)	– ²⁾	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada ≤ 16 A por fase)	EN 61000-3-2	– ⁴⁾	UNE-EN 61000-3-2
IEC 61000-4-7	– ²⁾	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 suministro y a los aparatos conectados a éstas	EN 61000-4-7	– ⁴⁾	UNE-EN 61000-4-7

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) El título del Documento de Armonización HD 472 S1 y de la Norma UNE 21301 es: *Tensiones nominales de las redes eléctricas de distribución pública en baja tensión.*

4) Edición válida en la fecha de publicación.

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

ANEXO ZZ (Informativo)

**COBERTURA DE LOS REQUISITOS ESENCIALES DE LAS
DIRECTIVAS DE LA COMISIÓN EUROPEA**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CENELEC por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, y dentro de su campo de aplicación cubre los requisitos esenciales dados en el Artículo 4 a) de la Directiva 89/336/CEE y los correspondientes requisitos esenciales del artículo 3.1 de la Directiva 1999/5/CE.

La conformidad con esta norma es un medio para satisfacer los requisitos esenciales específicos de la correspondiente Directiva.

ADVERTENCIA: Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o Directivas de la UE.

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