

Diciembre 2007

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 4-12: Técnicas de ensayo y de medida

Ensayo de inmunidad a la onda sinusoidal amortiguada

(IEC 61000-4-12:2006)

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-12: Testing and measurement techniques. Ring wave immunity test. (IEC 61000-4-12:2006).

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure. Essai d'immunité à l'onde sinusoidale amortie. (CEI 61000-4-12:2006).

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-12:2006, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61000-4-12:2006.

OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a las Normas UNE-EN 61000-4-12:1997 y UNE-EN 61000-4-12/A1:2001 antes de 2009-11-01.

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 53900:2007

© AENOR 2007
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

36 Páginas

Grupo 22

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-12: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayo de inmunidad a la onda sinusoidal amortiguada
(IEC 61000-4-12:2006)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 4-12: Testing and measurement techniques.
Ring wave immunity test.
(IEC 61000-4-12:2006).

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4-12: Techniques d'essai et de mesure.
Essai d'immunité à l'onde sinusoïdale amortie.
(CEI 61000-4-12:2006).

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).
Teil 4-12: Prüf- und Messverfahren.
Störfestigkeit gegen gedämpfte Sinusschwingungen (Ringwave).
(IEC 61000-4-12:2006).

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 2006-11-01. 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, Rumanía, 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

PRÓLOGO

El texto del documento 77B/509/FDIS, futura edición 2 de la Norma Internacional IEC 61000-4-12, preparado por el Subcomité SC 77B, *Fenómenos de alta 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 61000-4-12 el 2006-11-01.

Esta norma sustituye a la Norma Europea EN 61000-4-12:1995 y a su Modificación A1:2001.

Constituye una revisión técnica de las características y funcionamiento del equipo de ensayo. Sólo se refiere al ensayo de inmunidad a la onda sinusoidal amortiguada.

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) | 2007-08-01 |
| – Fecha límite en la que deben retirarse las normas nacionales divergentes con esta norma | (dow) | 2009-11-01 |

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional IEC 61000-4-12:2006 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*:

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

IEC 61000-4-5 NOTA Armonizada como Norma EN 61000-4-5:2006 (sin ninguna modificación).

IEC 61010-1 NOTA Armonizada como Norma EN 61010-1:2001 (sin ninguna modificación).

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

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	7
INTRODUCCIÓN	9
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	10
2 NORMAS PARA CONSULTA	10
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES	10
4 GENERALIDADES	12
4.1 Descripción del fenómeno	12
4.2 Parámetros relevantes	13
5 NIVELES DE ENSAYO	14
6 EQUIPO DE ENSAYO	14
6.1 Generador de ensayo	14
6.2 Especificaciones de la red de acoplamiento/desacoplamiento (RAD).....	17
7 INSTALACIÓN DE ENSAYO	18
7.1 Ensayo de las puertas de alimentación	19
7.2 Ensayo de puertas de entrada/salida	19
7.3 Ensayo de las puertas de comunicación	20
7.4 Conexiones de puesta a tierra	20
7.5 Equipo sometido a ensayo	21
7.6 Redes de acoplamiento/desacoplamiento	21
8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	22
8.1 Condiciones de referencia del laboratorio	22
8.2 Ejecución del ensayo	22
9 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO	24
10 INFORME DE ENSAYO	25
ANEXO A (Informativo) INFORMACIÓN RELATIVA A LOS NIVELES DE ENSAYO PARA LA ONDA SINUSOIDAL AMORTIGUADA	34
BIBLIOGRAFÍA	35

Figura 1	Forma de onda de la onda sinusoidal amortiguada (tensión en circuito abierto y corriente de cortocircuito).....	13
Figura 2	Ejemplo de esquema del circuito del generador de ensayo para onda sinusoidal amortiguada.....	15
Figura 3	Ejemplo de instalación de ensayo para equipo de sobremesa que utiliza el plano de referencia a tierra.....	18
Figura 4	Ejemplo de instalación de ensayo para equipo dispuesto sobre el suelo que utiliza el plano de referencia a tierra.....	19
Figura 5	Ensayo de puerta de alimentación entre líneas CA/CC, monofásico.....	26
Figura 6	Ensayo de puertas de alimentación entre líneas CA/CC y tierra, monofásico.....	26
Figura 7	Ejemplo de montaje de ensayo para acoplamiento capacitivo sobre líneas c.a. (trifásico) – acoplamiento entre la fase L3 y la fase L1.....	27
Figura 8	Ejemplo de montaje de ensayo para acoplamiento capacitivo sobre líneas de c.a. (trifásico) – acoplamiento entre la fase L3 y tierra.....	28
Figura 9	Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por condensadores entre líneas o entre línea y tierra.....	29
Figura 10	Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por descargadores entre líneas o entre línea y tierra.....	30
Figura 11	Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por circuito de sujeción entre líneas o entre línea y tierra.....	31
Figura 12	Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión simétricas y no apantalladas (líneas de comunicaciones) – acoplamiento por descargadores entre líneas y tierra.....	32
Figura 13	Ensayo de un sistema con puertas de comunicación para señales rápidas (salida del generador puesto a tierra).....	33
Tabla 1	Niveles de ensayo de la onda sinusoidal amortiguada.....	14

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

Compatibilidad electromagnética (CEM) Parte 4-12: Técnicas de ensayo y de medida Ensayo de inmunidad a la onda sinusoidal amortiguada

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 61000-4-12 ha sido elaborada por el subcomité 77B: Fenómenos de alta frecuencia, del comité técnico 77 de IEC: Compatibilidad electromagnética.

Tiene la categoría de norma básica de CEM de acuerdo con la Guía 107 de IEC, Compatibilidad electromagnética. Guía para la redacción de publicaciones de compatibilidad electromagnética.

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición publicada en 1995 y a la modificación 1 (2000) y constituye una revisión técnica de las características y funcionamiento del equipo de ensayo. Sólo se refiere al ensayo de inmunidad a la onda sinusoidal amortiguada.

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

FDIS	Informe de voto
77B/509/FDIS	77B/519/RVD

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, publicadas como normas internacionales, 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 parte es una norma internacional que da requisitos de inmunidad y procedimientos de ensayo relacionados con ondas sinusoidales amortiguadas.

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-12: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayo de inmunidad a la onda sinusoidal amortiguada

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma IEC 61000 trata de los requisitos de inmunidad y métodos de ensayo para los equipos eléctricos y electrónicos en condiciones de funcionamiento, para las oscilaciones transitorias amortiguadas no repetitivas (ondas sinusoidales fuertemente amortiguadas) que se manifiestan en las redes de alimentación de baja tensión así como sobre las líneas de control y de señal conectadas a las redes públicas o privadas.

El objeto de esta norma fundamental es establecer los requisitos de inmunidad y constituir una referencia común para la evaluación en laboratorio del funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos destinados a las aplicaciones de uso residencial, comercial e industrial, así como equipos destinados a las centrales eléctricas y subestaciones, si es aplicable.

NOTA Como se describe en la Guía 107 de IEC, ésta es una publicación básica CEM para utilización por los comités de productos de IEC. Como se indica también en la Guía 107, los comités de productos de IEC son responsables de determinar si es conveniente o no aplicar esta norma de ensayo de inmunidad y, si es aplicable, son responsables de determinar los niveles de ensayo y los criterios de funcionamiento adecuados. El comité técnico 77 y sus subcomités están preparados para cooperar con los comités de productos para la evaluación del valor de los ensayos de inmunidad especiales para sus productos.

Esta norma tiene por objeto definir:

- tensión de ensayo y formas de onda de corriente;
- rangos de los niveles de ensayo;
- equipo de ensayo;
- instalación de ensayo;
- procedimiento de ensayo.

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

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma, se aplican los siguientes términos y definiciones junto con los de la Norma IEC 60050-161.

NOTA Varios de los términos y definiciones más relevantes que provienen de la Norma IEC 60050-161, están presentes entre las definiciones siguientes.

3.1 ráfaga:

Secuencia de un número limitado de impulsos distintos o una oscilación de duración limitada.

[VEI 161-02-07]

3.2 calibración:

Conjunto de operaciones que establecen, en referencia a unos patrones, la relación que existe, en las condiciones especificadas, entre una indicación y un resultado de medida.

NOTA 1 Esta definición se basa en el enfoque de “incertidumbre”.

NOTA 2 La relación entre las indicaciones y los resultados de la medida se puede dar, en principio, en un diagrama de calibración.

[VEI 311-01-09]

3.3 acoplamiento:

Interacción entre circuitos con transferencia de energía de un circuito a otro.

3.4 red de acoplamiento:

Circuito eléctrico destinado a transferir la energía de un circuito a otro.

3.5 red de desacoplamiento:

Circuito eléctrico destinado a impedir que la tensión de ensayo aplicada al ESE (equipo sometido a ensayo) afecte a otros dispositivos, equipos o sistemas que no están sometidos a ensayo.

3.6 inmunidad (a una perturbación):

Aptitud de un dispositivo, de un equipo o de un sistema para funcionar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética.

[VEI 161-01-20]

3.7 puerta:

Interfase particular del ESE con el entorno electromagnético exterior.

3.8 tiempo de subida:

El intervalo de tiempo entre los momentos en los que el valor instantáneo de un impulso alcanza primero el 10%, y después el 90% de su valor.

[VEI 161-02-05, modificado]

3.9 transitorio (adjetivo y nombre):

Se dice de un fenómeno o de una magnitud que varía entre dos regímenes estables consecutivos en un intervalo de tiempo relativamente corto comparado con la escala de tiempo considerada.

[VEI 161-02-01]

3.10 verificación:

Conjunto de operaciones utilizadas para verificar el sistema de ensayo (por ejemplo el generador de ensayo y los cables de interconexión) y para demostrar que el sistema de ensayo funciona según las especificaciones dadas en el capítulo 6.

NOTA 1 Los métodos utilizados para la verificación pueden ser diferentes de los utilizados para la calibración.

NOTA 2 El procedimiento de los apartados 6.1.2 y 6.2.2 se entiende como una guía que asegure el funcionamiento correcto del generador de ensayo y de los demás dispositivos que constituyen la instalación de ensayo, de tal manera que la forma de onda prevista sea proporcionada al ESE.

NOTA 3 Para los propósitos de esta norma básica de CEM, esta definición es diferente de la dada en el VEI 311-01-13.

4 GENERALIDADES

4.1 Descripción del fenómeno

La onda sinusoidal amortiguada (representada en la figura 1) es un fenómeno típico de transitorio oscilatorio que sobreviene en los cables de baja tensión como consecuencia de las maniobras de las redes eléctricas y de cargas reactivas, de fallos o perforaciones del aislamiento de circuitos de alimentación eléctrica, o de rayos. De hecho se trata del fenómeno más extendido que ocurre en las redes de energía (AT, MT, BT), así como en los circuitos de control y de señal.

La onda sinusoidal amortiguada es representativa de un gran rango de entornos electromagnéticos, tanto residenciales como industriales. La onda sinusoidal amortiguada permite verificar la inmunidad de los equipos frente a los fenómenos mencionados anteriormente, que producen impulsos caracterizados por ondas de frente abrupto del orden de 10 ns a una fracción de microsegundo, en ausencia de cualquier filtrado. La duración de estos impulsos puede variar entre 10 μ s y 100 μ s.

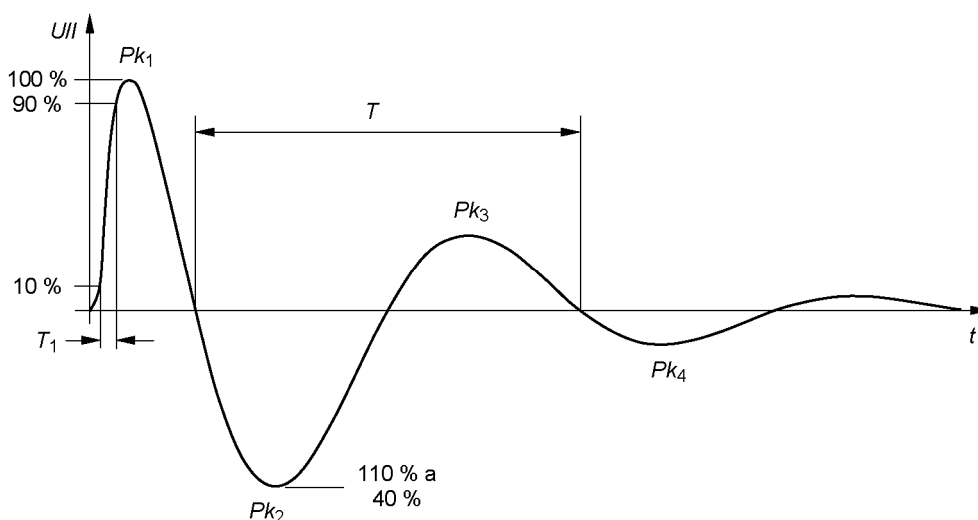
El tiempo de subida y la duración de los impulsos pueden variar en función del trayecto y de los medios de propagación.

La propagación de la onda en las líneas (de potencia y de señal) está sujeta siempre a reflexiones, debidas a la inadaptación de impedancia (las líneas terminan en sus propias cargas o conectadas a dispositivos de protección, filtros de entrada de línea, etc.). Estas reflexiones producen oscilaciones cuya frecuencia depende de la velocidad de propagación. La presencia de fenómenos parásitos (capacidad parásita de elementos como los motores, los devanados de los transformadores, etc.) es otro factor condicionante.

El tiempo de subida es reducido a una bajada lenta debido a la característica paso-bajo de la línea en la que se efectúa la propagación. Esta modificación es más relevante cuando el tiempo de subida es rápido (del orden de 10 ns) y menos relevante para valores del orden de una fracción de microsegundo.

El fenómeno resultante en las puertas del equipo es un transitorio oscilatorio, u onda sinusoidal amortiguada. La onda sinusoidal amortiguada con un tiempo de subida definido de 0,5 μ s y una frecuencia de oscilación de 100 kHz se ha determinado como típica y es ampliamente usada por varias industrias para ensayar productos.

Las ondas sinusoidales amortiguadas pueden producirse también por rayos, fenómeno caracterizado por su forma de onda unidireccional (impulso normalizado 1,2/50 μ s). Los circuitos indirectamente afectados por el rayo (acoplamiento inductivo entre líneas) son influidos por la derivada del impulso inicial y los mecanismos de acoplamiento implicados, lo que da lugar a las oscilaciones. Las características de la onda sinusoidal amortiguada resultante dependen de los parámetros reactivos de los circuitos de tierra, de las estructuras metálicas implicadas en el flujo de la corriente del rayo, así como de la propagación en las líneas de transmisión de baja tensión.



Leyenda

T_1 : tiempo de subida

T : periodo de oscilación

NOTA Sólo se especifica Pk_1 para la forma de onda de corriente.

**Figura 1 – Forma de onda de la onda sinusoidal amortiguada
(tensión en circuito abierto y corriente de cortocircuito)**

Otras normas IEC, como la Norma IEC 61000-4-5, hacen referencia al impulso del rayo normalizado 1,2/50 μ s, que se puede considerar como complementario de la onda sinusoidal amortiguada descrita en este documento.

A los comités de producto les corresponde definir el ensayo más adecuado en función del fenómeno considerado como relevante.

4.2 Parámetros relevantes

4.2.1 Frecuencia de repetición

La frecuencia de repetición de un transitorio está directamente asociada a la frecuencia de ocurrencia del fenómeno original. La frecuencia de repetición es más alta cuando la causa inicial es la maniobra de cargas sobre las líneas de control, y menos frecuente en caso de faltas y del rayo. Esta frecuencia puede variar de 1 por segundo a 1 por mes o 1 por año.

La frecuencia de repetición se puede aumentar para reducir el tiempo del ensayo. Es conveniente no obstante seleccionarla en función de las características de las protecciones utilizadas contra los transitorios.

4.2.2 Ángulo de fase

Los fallos de equipo relacionados con la onda sinusoidal amortiguada sobre las fuentes de alimentación eléctrica pueden depender del ángulo de fase de la tensión alterna en el que se aplica el transitorio. Cuando un dispositivo de protección funciona durante un ensayo con la onda sinusoidal amortiguada, puede producirse un fenómeno de corriente de descarga dependiendo del ángulo de fase en el que se produce el transitorio. La corriente de descarga es una corriente que proviene de la fuente de potencia conectada y pasa a través de un elemento de protección, o por cualquier arco en el ESE durante y después del transitorio.

En el caso de los semiconductores, el fenómeno se puede asociar al estado de conducción del dispositivo en el momento en que se produce la onda sinusoidal amortiguada. Los parámetros de semiconductores susceptibles de estar implicados son las características de recuperación directa e inversa, así como la característica de rotura secundaria.

Los componentes más expuestos a un fallo asociado al desfase son los semiconductores implicados en los circuitos de entrada de potencia. Otros componentes situados en diferentes partes del ESE podrían presentar también esos modos de fallo.

5 NIVELES DE ENSAYO

Los niveles de ensayo preferentes para la onda sinusoidal amortiguada, aplicables a los puertos de alimentación, de señal y de control del equipo considerado, se dan en la tabla 1. El nivel de ensayo se define en función de la tensión de la primera cresta (máximo o mínimo) en la forma de onda de ensayo (Pk_1 en la figura 1).

Los niveles aplicables a las puertas de alimentación, de señal y de control pueden ser diferentes. La diferencia entre, de una parte, las puertas de señal y de control y, por otra parte, las puertas de la alimentación eléctrica no debe ser superior a un nivel.

Tabla 1 – Niveles de ensayo de la onda sinusoidal amortiguada

Nivel	Entre línea y tierra kV	Entre líneas kV
1	0,5	0,25
2	1	0,5
3	2	1
4	4	2
x^a	x	x

^a x puede ser de cualquier nivel, por encima, por debajo o entre cualquier nivel. Este nivel puede especificarse en la norma del producto.

Es preciso referirse a las especificaciones de producto para la definición de las condiciones de aplicación del ensayo a la onda sinusoidal amortiguada.

Se deberían seleccionar los niveles de ensayo a partir de la tabla 1, en función de las condiciones más realistas de instalación y de entorno.

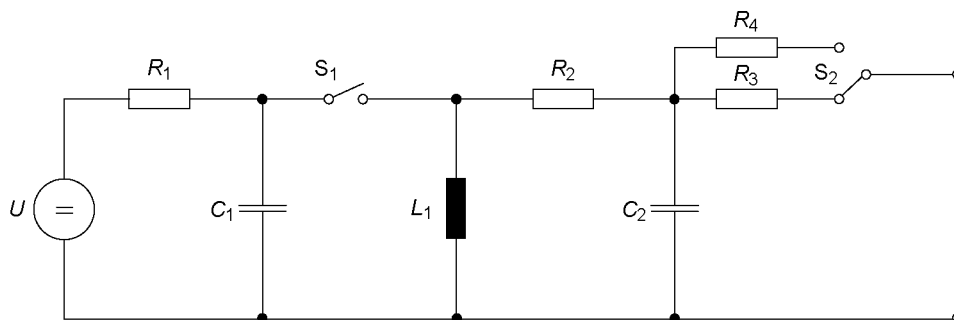
Los ensayos de inmunidad se aplican en función de estos niveles de ensayo para definir un nivel de funcionamiento correspondiente al entorno al que se destina el equipo, teniendo en cuenta los fenómenos primarios y las prácticas de instalación que determinan las clases de entorno electromagnético.

Es conveniente seleccionar los niveles de ensayo en función de una localización o una instalación dada.

6 EQUIPO DE ENSAYO

6.1 Generador de ensayo

La salida del generador de ensayo debe poder funcionar en condiciones de cortocircuito. En la figura 2 se presenta un diagrama representativo de un generador de onda sinusoidal amortiguada.



Leyenda

U	fuelle de alta tensi3n	R_3	Resistencia 30 Ω
C_1	condensador de acumulaci3n de energa	R_4	Resistencia 12 Ω
C_2	condensador de filtrado	L_1	bobina de circuito oscilante
R_1	resistencia de carga	S_1	interruptor alta tensi3n
R_2	resistencia de filtrado	S_2	selector de impedancia de salida

Figura 2 – Ejemplo de esquema del circuito del generador de ensayo para onda sinusoidal amortiguada

6.1.1 Valores de las impedancias

Se han seleccionado dos valores de impedancia para probar las puertas de alimentaci3n: 12 Ω y 30 Ω . Estos valores se aplican respectivamente a los circuitos de conexi3n cortos y largos, lo que corresponde a la distancia relativa entre la fuente de alimentaci3n y la red principal de distribuci3n. Representan un compromiso t3cnico, porque incluyen la necesidad de probar las puertas del ESE que est3n normalmente en interfase con los circuitos de baja impedancia, seg3n los valores indicados en la Norma IEC 60816. Adem3s, cubren la necesidad de probar los dispositivos de protecci3n contra los transitorios, tales como las varistancias de 3xido met3lico, los diodos Zener, etc. instalados en el ESE.

6.1.2 Características y funcionamiento del generador de ensayo

Se trata de un generador de onda sinusoidal amortiguada 3nica que presenta las caracter3sticas siguientes, medidas tal y como se aplican a la puerta del ESE. Cuando se aplican a trav3s de una red de acoplamiento/desacoplamiento, las caracter3sticas deben ser como las especificadas a la salida de esta red.

La salida del generador debe ser flotante. Esta condici3n es necesaria para el ensayo de las puertas de control y de se3al del ESE en modo entre l3neas. No es necesario para las puertas de alimentaci3n y los ensayos en modo entre l3nea y tierra de las puertas de control y de se3al.

El generador se debe equipar de manera que se impida la emisi3n de perturbaciones importantes susceptibles de ser inyectadas en la red de alimentaci3n el3ctrica, o influir en los resultados de los ensayos.

Especificaciones:

- tiempo de subida de la tensi3n (T_I en la figura 1): $0,5 \mu s \pm 30\%$ (en circuito abierto);
- tiempo de subida de la corriente (T_I en la figura 1): $\leq 1 \mu s$ (en cortocircuito);
- frecuencia de oscilaci3n de tensi3n, nota 1: $100 \text{ kHz} \pm 10\%$;
- decrecimiento (tensi3n solamente, v3ase la figura 1):
 - $0,4 < \text{raz3n de } Pk_2 \text{ a } Pk_1 < 1,1$
 - $0,4 < \text{raz3n de } Pk_3 \text{ a } Pk_2 < 0,8$
 - $0,4 < \text{raz3n de } Pk_4 \text{ a } Pk_3 < 0,8$
 - Sin requisitos para otras crestas

- frecuencia de repetición: 1 a 60 transitorios por minuto;
- impedancia de salida, nota 2: 12 Ω y 30 $\Omega \pm 20\%$ (conmutable);
- tensión de circuito abierto (valor Pk_1 , véase la figura 1): de 250 V a 4 kV ($\pm 10\%$);
- corriente de cortocircuito (valor Pk_1 , véase la figura 1): 333 A $\pm 10\%$ cuando el generador está regulado a 12 Ω ;
133 A $\pm 10\%$ cuando el generador está regulado a 30 Ω ;
- relación de la fase con la frecuencia de alimentación: en un rango comprendido de 0° a 360° relativo al ángulo de fase de la tensión de alimentación c.a. del equipo sometido a ensayo, con una tolerancia de $\pm 10^\circ$;
- polaridad del primer semiperiodo: positiva y negativa.

NOTA 1 La frecuencia de oscilación se define como la inversa del periodo entre el primer y el tercer paso por cero después de la cresta inicial. Este periodo se representa por T en la figura 1.

NOTA 2 La impedancia de salida se calcula como el cociente entre la tensión en circuito abierto y la corriente de cortocircuito.

La figura 1 describe la forma de la onda sinusoidal amortiguada (tensión en circuito abierto y corriente de cortocircuito) con las crestas marcadas. La figura 2 presenta un ejemplo de esquema del generador.

6.1.3 Verificación de las características del generador de ensayo

El objeto del procedimiento de verificación es dar una guía que permita garantizar el funcionamiento correcto del generador de ensayo, las redes de acoplamiento/desacoplamiento, y otros elementos que constituyen el montaje de ensayo de tal manera que la forma de onda prevista sea la proporcionada al ESE.

Las características esenciales de los generadores de ensayo se deben verificar para permitir comparar los resultados obtenidos por medio de diferentes generadores.

Las características a verificar de acuerdo con los parámetros del apartado 6.1.2 son las siguientes:

- tiempo de subida (tensión y corriente);
- frecuencia de oscilación;
- decrecimiento;
- frecuencia de repetición;
- tensión de vacío;
- corriente de cortocircuito.

Las verificaciones se deben efectuar por medio de sondas de tensión o de corriente (según el caso) y con osciloscopios, u otros equipos de medida equivalentes, de un ancho de banda mínimo de 20 MHz. Las características de la forma de onda se deben verificar en la puerta del ESE de cada RAD (red de acoplamiento/desacoplamiento) utilizada para el ensayo de inmunidad, o directamente a la salida del generador si no se utiliza ninguna RAD. La imprecisión de las medidas permitida es de $\pm 10\%$.

6.2 Especificaciones de la red de acoplamiento/desacoplamiento (RAD)

La red de acoplamiento/desacoplamiento (RAD) permite a la vez aplicar la tensión de ensayo, bien en modo entre línea y tierra o en modo entre líneas, en las puertas de señal, de control y de alimentación del ESE (equipo sometido a ensayo), y evitar que la tensión de ensayo afecte a los equipos auxiliares necesarios para los ensayos. Las ondas deben estar dentro de las tolerancias del apartado 6.1.2 en las puertas del ESE del RAD. No obstante, si se utilizan dispositivos de acoplamiento no lineales como los descargadores de gas o diodos de avalancha, las características de la forma de onda sinusoidal amortiguada se pueden modificar de manera significativa.

Las especificaciones comunes a las redes para la alimentación eléctrica y para las puertas de entrada/salida se indican a continuación. En los apartados 6.2.1 y 6.2.2 se dan especificaciones únicas suplementarias.

La red de acoplamiento debe disponer de una capacidad de acoplamiento adaptada a la impedancia seleccionada para el generador de ensayo, es decir, 3 μ F (al menos).

Las capacidades de acoplamiento se pueden sustituir por otros tipos de dispositivos de acoplamiento como los descargadores o circuitos de sujeción.

La red de acoplamiento/desacoplamiento debe incluir un borne específico de tierra.

Las verificaciones relacionadas con las especificaciones indicadas en el apartado 6.1.2 se deben efectuar por medio de un osciloscopio, o de un equipo de medida equivalente que tenga un ancho de banda mínimo de 20 MHz.

6.2.1 Red de acoplamiento/desacoplamiento destinada a las puertas de alimentación de c.c. y de c.a.

Las formas de onda de salida de la red de acoplamiento/desacoplamiento se deben cumplir con los mismos requisitos que los aplicables al generador de ensayo mismo y enunciados en el apartado 6.1.2.

La caída de tensión de la red de c.a. debe ser inferior al 10%, en el conector del ESE de la red de acoplamiento/desacoplamiento, para el valor de la corriente especificado para el acoplador.

Especificaciones:

Cuando el ESE se desconecta, la tensión residual de choque en las entradas de la alimentación de la red de desacoplamiento, no debe sobrepasar el 15% de la tensión de ensayo aplicada o dos veces el valor de cresta de la tensión asignada de la red de acoplamiento/desacoplamiento, la que sea más elevada.

- rigidez dieléctrica de los dispositivos de acoplamiento
con la onda de 1,2/50 μ s: 5 kV;
- intensidad de corriente admisible: como la requerida para el ESE;
- número de fases: como la requerida para el ESE.

NOTA Los valores mínimos de los desacoplamientos de modo entre línea y tierra y modo entre líneas pueden ser insuficientes para proteger los equipos auxiliares utilizados para facilitar la realización del ensayo.

6.2.2 Red de acoplamiento/desacoplamiento destinada a las puertas de señal y de control

Esta red tiene las mismas especificaciones que las que figuran en el apartado 6.2.1, excepto la siguiente:

Cuando el ESE se desconecta, la tensión residual de choque en las entradas de la alimentación de la red de desacoplamiento, no debe sobrepasar el 15% de la tensión de ensayo aplicada o dos veces el valor de cresta de la tensión asignada de la red de acoplamiento/desacoplamiento, la que sea más elevada.

El valor mínimo de la atenuación de desacoplamiento puede ser insuficiente para proteger las fuentes auxiliares de señal, y se pueden necesitar dispositivos de protección adicional.

La red se puede componer de unidades distintas, para permitir el ensayo de las puertas de entrada/salida con circuitos simples o con grupos de circuitos (por ejemplo, varios hilos con uno común).

7 INSTALACIÓN DE ENSAYO

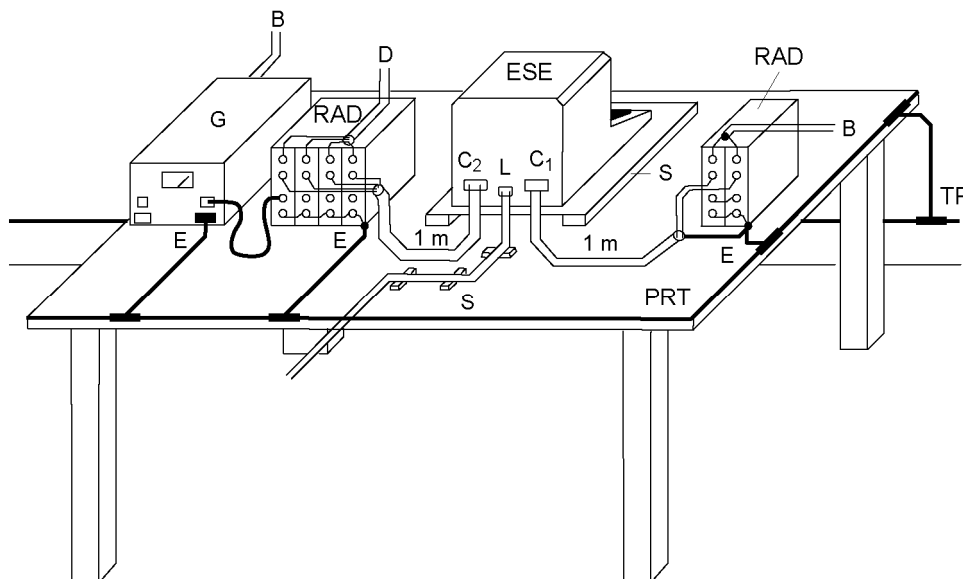
La instalación de ensayo se compone del equipamiento siguiente:

- conexiones de puesta a tierra, plano de referencia a tierra (PRT);
- equipo sometido a ensayo (ESE);
- generador de ensayo;
- instrumentación de medida;
- red de acoplamiento y de desacoplamiento;
- equipos auxiliares.

Las figuras siguientes presentan ejemplos de instalaciones de ensayo:

Figura 3 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo de sobremesa que utiliza el plano de referencia a tierra.

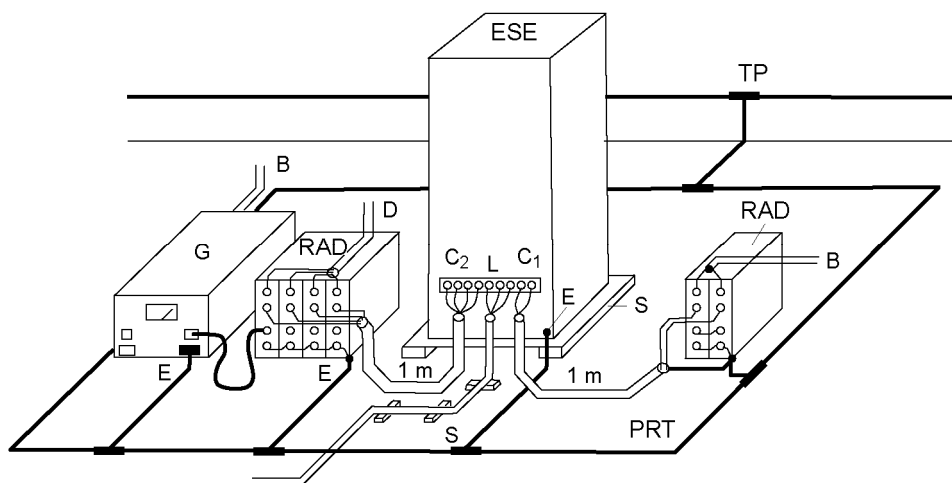
Figura 4 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo dispuesto sobre el suelo que utiliza el plano de referencia a tierra.



NOTA Las conexiones a tierra deberían ser lo más cortas posible.

TP	tierra de protección	ESE	equipo sometido a ensayo
B	alimentación eléctrica	G	generador de ensayo
C1	bornes de alimentación	L	puertas de comunicación
C2	bornes entrada/salida	PRT	plano de referencia a tierra
D	fuentes señal/control	RAD	red de acoplamiento/desacoplamiento
E	puesta a tierra	S	soporte aislante

Figura 3 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo de sobremesa que utiliza el plano de referencia a tierra



NOTA Las conexiones a tierra deberían ser lo más cortas posible.

TP	tierra de protección	ESE	equipo sometido a ensayo
B	alimentación eléctrica	G	generador de ensayo
C1	bornes de alimentación	L	puertas de comunicación
C2	bornes entrada/salida	PRT	plano de referencia a tierra
D	fuentes de señal/control	RAD	red de acoplamiento/desacoplamiento
E	puesta a tierra	S	soporte aislante

Figura 4 – Ejemplo de instalación de ensayo para equipo dispuesto sobre el suelo que utiliza el plano de referencia a tierra

7.1 Ensayo de las puertas de alimentación

La tensión de ensayo se debe aplicar a través de una red de acoplamiento/desacoplamiento.

En general, la impedancia del generador de ensayo debe ser como sigue:

- 12 Ω para las puertas del ESE conectadas a circuitos de distribución principales;
- 30 Ω para las puertas del ESE conectados a salidas de cable.

Los comités de productos pueden especificar ensayos usando ya sea 12 Ω o 30 Ω de impedancia del generador según se requiera.

7.2 Ensayo de puertas de entrada/salida

La tensión de ensayo se debe aplicar a través de la red de acoplamiento/desacoplamiento, siempre que esta red sea compatible con la señal operativa de las puertas del ESE.

La impedancia del camino de acoplamiento será de 12 Ω o 30 Ω .

7.3 Ensayo de las puertas de comunicación

Los ensayos de las puertas de comunicación de un sistema (que involucran señales rápidas) que consisten en aplicar una tensión de ensayo a través de la red de acoplamiento/desacoplamiento puede causar una degradación de las señales operativas. En este caso, la tensión de ensayo se debe aplicar entre los armarios que contienen los equipos interconectados (ESE 1 y ESE 2), según el esquema de la figura 13. La impedancia de salida del generador de ensayo debe ser de 12Ω .

La longitud máxima de los cables es de 20 m para este ensayo.

La conexión de los cables de señales se debe efectuar de acuerdo con las especificaciones de producto, que deben precisar cualquier medida de protección que se deba tomar.

Cuando el ESE 1 es un equipo auxiliar (simulador), se debe hacer una verificación preliminar de la inmunidad del simulador. En caso de falta de inmunidad del simulador, y cuando no se puedan adoptar medidas para evitar la susceptibilidad, el ensayo se llevará a cabo con los siguientes objetivos:

- no dañar la puerta de comunicación;
- la comunicación sólo se degrada durante la aplicación de la tensión de ensayo;
- las características funcionales del ESE, que no tengan que ver con la comunicación, no se ven afectadas.

7.4 Conexiones de puesta a tierra

Cuando se realicen los ensayos se deben observar las indicaciones de seguridad con relación a la puesta a tierra del fabricante del ESE y del equipo de ensayo.

Cuando se lleve a cabo la instalación de ensayo, la puesta a tierra del generador de ensayo, de la red de acoplamiento/desacoplamiento, del ESE y del equipo auxiliar puede hacerse utilizando un plano de referencia a tierra (PRT), o las conexiones a tierra adecuadas.

7.4.1 Plano de referencia a tierra

Cuando se use un plano de referencia a tierra (PRT), debe ser una lámina de metal (cobre o aluminio) de un mínimo de espesor de 0,25 mm. Pueden utilizarse otros metales, pero en este caso deberían tener un espesor mínimo de 0,65 mm.

Cuando se use un plano de referencia a tierra, el ESE, el equipo auxiliar y el equipo de ensayo se deben situar sobre el PRT y conectados al mismo. Las conexiones al PRT deben ser lo más cortas posible.

El tamaño mínimo del PRT es de $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, dependiendo su tamaño final de las dimensiones del ESE. La superficie del plano de referencia debe sobresalir más allá del ESE y de los equipos auxiliares un mínimo de 0,1 m por todos los lados.

El PRT debe conectarse al sistema de tierra de seguridad del laboratorio.

7.4.2 Conexiones específicas de puesta a tierra

Los ensayos de la onda sinusoidal amortiguada pueden realizarse sin plano de referencia a tierra, para satisfacer las reglamentaciones nacionales en materia de seguridad. Sin embargo, la repetibilidad puede verse afectada. Cuando se ensaya sin PRT, es importante minimizar el acoplamiento con otros conductores (incluyendo los conductores de tierra de protección) y con equipos que no estén incluidos intencionadamente en la configuración del ensayo.

Para cumplir con esto, es necesario conectar la tierra de protección de cada unidad (generador de ensayo, red de acoplamiento/desacoplamiento y ESE) a la entrada de la tierra de protección de la red de acoplamiento/desacoplamiento.

También es necesario que la carcasa del generador de ensayo se conecte a la tierra de protección, pero los bornes de salida del generador deben ser flotantes.

7.5 Equipo sometido a ensayo

El equipo sometido a ensayo se debe disponer y conectar según las especificaciones de instalación del equipo.

La distancia mínima entre el ESE y todas las demás estructuras conductoras (por ejemplo, las paredes de una sala apantallada), excepto el plano de referencia a tierra bajo el ESE, debe ser de 0,5 m.

Las señales operativas para el funcionamiento del ESE pueden provenir de un equipo auxiliar o de un simulador.

Los circuitos de entrada y de salida al equipo auxiliar deben estar provistos de redes de desacoplamiento para prevenir interferencias con este equipo.

Los cables utilizados deben ser los suministrados o especificados por el fabricante del equipo. En su ausencia, se deben usar cables no apantallados, del tipo apropiado para las señales involucradas.

La red de acoplamiento/desacoplamiento debe insertarse en los circuitos a una distancia del ESE igual a 1 m y conectada al PRT.

Las líneas de comunicación (líneas de datos) deben conectarse al ESE con los cables indicados en la especificación técnica o en la norma para esta aplicación. Deben estar sobreelevados a 0,1 m sobre PRT y deben tener al menos 1 m de longitud.

A continuación se indican los detalles para los equipos de sobremesa o dispuestos sobre el suelo.

7.5.1 Equipo de sobremesa

El ESE y los cables deben estar aislados del PRT, si se usa, por un soporte aislante de $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ de espesor.

La figura 3 presenta un ejemplo de configuración de ensayo de equipo de sobremesa.

7.5.2 Equipo dispuesto sobre el suelo

Cuando se utilice el PRT, el equipo dispuesto sobre el suelo debe colocarse sobre un soporte aislante de $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ de espesor.

El ESE se debe conectar al sistema de tierra de acuerdo con las especificaciones de instalación del fabricante.

Los armarios de equipos se deben conectar al PRT, con una conexión lo más corta posible desde el borne de tierra del ESE. No se admiten conexiones adicionales.

La figura 4 presenta un ejemplo de configuración de ensayo del equipo dispuesto sobre el suelo.

7.6 Redes de acoplamiento/desacoplamiento

Si la red de acoplamiento/desacoplamiento es una unidad separada del generador de ensayo, este último debe estar colocado cerca de la red de acoplamiento/desacoplamiento y conectado por una línea que no sobrepase una longitud de 1 m. Cuando se utiliza un PRT, las redes de acoplamiento/desacoplamiento deben estar conectadas por una conexión lo más corta posible.

Cuando un ESE no se suministra con un cable de alimentación, debe usarse un cable de 1 m. Si se suministra un cable de alimentación de una longitud superior a 1 m con el ESE, el exceso de cable se debe disponer sobre una bobina plana de 0,2 m de diámetro y situada a una distancia de 0,1 m sobre el PRT.

- *ESE alimentado por cable moldeado no desconectable.*

El ESE debe ensayarse con la longitud real suministrada.

- *ESE suministrado con un cable desconectable, moldeado en ambos extremos y especificado en el manual del fabricante.*

El ESE debe ensayarse con el cable especificado. Sin embargo, si el fabricante especifica varias longitudes de cable pre-moldeado, se debe usar la longitud menor para los ensayos.

8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El funcionamiento del equipo de ensayo se debe comprobar antes del ensayo. Esta verificación, puede limitarse habitualmente a la existencia de la onda sinusoidal amortiguada en la salida de la red de acoplamiento/desacoplamiento.

El procedimiento de ensayo incluye:

- verificación de las condiciones de referencia del laboratorio;
- verificación preliminar del buen funcionamiento del equipo;
- ejecución del ensayo;
- evaluación de los resultados de ensayo.

Salvo especificación en contrario en la norma de producto, deben aplicarse un mínimo de cinco transitorios positivos y cinco transitorios negativos a una velocidad máxima de 1/s, dependiendo de la impedancia del generador, del ESE y de cualquier protector a los transitorios que intervenga en el ensayo.

Los comités de productos deben definir la impedancia del generador de ensayo utilizado para las diferentes puertas del ESE, así como el intervalo de tiempo entre cada transitorio.

En el apartado 4.2 se da información relativa a la velocidad de repetición máxima. Se pueden dar otras velocidades de repetición u otros límites por la norma o la especificación de producto.

8.1 Condiciones de referencia del laboratorio

Para minimizar la influencia del entorno sobre los resultados de ensayo, el ensayo debe realizarse en las condiciones climáticas y electromagnéticas de referencia especificados en los apartados 8.1.1 y 8.1.2.

8.1.1 Condiciones climáticas

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

Los ensayos no deben realizarse si la humedad relativa es tan alta como para causar una condensación sobre el ESE o sobre los equipos de ensayo.

NOTA Cuando se considera que hay suficientes elementos para demostrar que los efectos del fenómeno cubiertos por esta norma son influenciados por las condiciones climáticas, es conveniente informar el comité responsable de esta norma.

8.1.2 Condiciones electromagnéticas

Las condiciones electromagnéticas del laboratorio deben ser tales que garanticen el funcionamiento correcto del ESE para no influir en los resultados de los ensayos.

8.2 Ejecución del ensayo

El ensayo debe efectuarse en base a un programa de ensayo, incluyendo la verificación de las funciones del ESE definidas en la norma de producto, o en su ausencia, por la especificación técnica.

El ESE debe estar en condiciones normales de funcionamiento.

El programa de ensayo debe especificar:

- tipo de ensayo a efectuar;
- nivel de ensayo;
- el generador de ensayo y la impedancia interna seleccionada para cada ensayo;
- polaridad de la tensión de ensayo (ambas polaridades son obligatorias);
- número de aplicaciones de la tensión de ensayo;
- duración de ensayo;
- puertas del ESE a ensayar;
- modo de aplicación de la tensión de ensayo (fase-tierra, entre fases, entre armarios);
- secuencia de aplicación de la tensión de ensayo sobre las puertas del ESE;
- el ángulo y la fase de sincronización para el ensayo de la alimentación (únicamente para la onda sinusoidal amortiguada);
- las condiciones de funcionamiento representativas del ESE;
- equipo auxiliar.

La alimentación, la señal y otras magnitudes eléctricas funcionales deben aplicarse dentro de su rango de funcionamiento. Si las fuentes reales de señal no estuvieran disponibles, pueden simularse. Se debe efectuar una verificación preliminar del funcionamiento del equipo en la instalación de ensayo completa, antes de aplicarle la tensión de ensayo.

La tensión de ensayo se debe aplicar al ESE.

El ESE se debe verificar según la norma de producto o, en su ausencia, según las especificaciones técnicas, que especificarán la aplicabilidad de la onda sinusoidal amortiguada.

Bajo ninguna circunstancia, el nivel de ensayo, la impedancia del generador de ensayo y la frecuencia de repetición deben exceder la especificación de producto.

a) Ensayo línea-tierra

La tensión de ensayo se debe aplicar a través de la red de acoplamiento, entre cada circuito y tierra (plano de referencia).

Una de las salidas del generador de ensayo debe conectarse a tierra (PRT). La otra salida del generador se debe conectar con una línea individual a cada borne de entrada de la red de acoplamiento, secuencialmente.

En las siguientes figuras se indican ejemplos de aplicación de estas prescripciones en función de los diferentes tipos de puertas del ESE.

- Figura 6 – Ensayo de puertas de alimentación entre líneas CA/CC y tierra, monofásico.
- Figura 8 – Ejemplo de montaje de ensayo para acoplamiento capacitivo sobre líneas de c.a. (trifásico) – acoplamiento entre la fase L3 y tierra.

- Figura 9 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por condensadores entre líneas o entre línea y tierra.
- Figura 10 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por descargadores entre líneas o entre línea y tierra.
- Figura 11 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por circuito de sujeción entre líneas o entre línea y tierra.
- Figura 12 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión simétricas y no apantalladas (líneas de comunicaciones) – acoplamiento por descargadores entre líneas y tierra.

b) Ensayo entre líneas

La tensión de ensayo se debe aplicar a través de la red de acoplamiento entre cada combinación representativa de los bornes del circuito sometido a ensayo.

La salida del generador de ensayo debe ser flotante.

En las siguientes figuras se indican ejemplos de aplicación de estas prescripciones en función de los diferentes tipos de puertas del ESE:

- Figura 5 – Ensayo de puertas de alimentación entre líneas CA/CC, monofásico.
- Figura 7 – Ejemplo de montaje de ensayo para acoplamiento capacitivo sobre líneas c.a. (trifásico) – acoplamiento entre la fase L3 y la fase L1.
- Figura 9 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por condensadores entre líneas o entre línea y tierra.
- Figura 10 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por descargadores entre líneas o entre línea y tierra.
- Figura 11 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por circuito de sujeción entre líneas o entre línea y tierra.

9 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DE ENSAYO

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

- a) funcionamiento normal dentro de los límites especificados por el fabricante, el solicitante del ensayo o el comprador;
- b) pérdida temporal de función o degradación temporal del funcionamiento que cesa después de la desaparición de la perturbación; el equipo sometido a ensayo recupera entonces su funcionamiento normal sin la intervención del operador;
- c) pérdida temporal de función o degradación temporal del funcionamiento que necesita la intervención del operador;
- d) pérdida de función o degradación del funcionamiento no recuperable, debida a un daño del equipo o del soporte lógico, o a una pérdida de datos.

La especificación del fabricante puede definir los efectos sobre el ESE que puedan considerarse insignificantes y por lo tanto aceptables.

Esta clasificación se puede utilizar como una guía para la elaboración de los criterios de aptitud de la función, por los comités responsables de las normas genéricas, de producto o de familia de productos, o como 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 de ensayo debe contener toda la información necesaria para reproducir el ensayo. En especial, se debe anotar lo siguiente:

- los puntos especificados en el plan de ensayo requeridos en el capítulo 8 de esta norma;
- la identificación del ESE y de todos los equipos asociados, por ejemplo marca, tipo de producto, número de serie;
- la identificación del equipo de ensayo, por ejemplo, la marca, tipo de producto, número de serie;
- todas las condiciones de entorno especiales en las que se haya realizado el ensayo, por ejemplo un recinto apantallado;
- todas las condiciones específicas necesarias para permitir la realización del ensayo;
- el nivel de funcionamiento definido por el fabricante, el solicitante 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 sobre 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 de éxito/fracaso (basada en el criterio de aptitud para la función especificado en la norma genérica, de producto o de familia de productos, o del acuerdo entre el fabricante y el comprador);
- todas las condiciones específicas de utilización, por ejemplo la longitud o tipo de cable, apantallado o conectado a tierra, o las condiciones de funcionamiento del ESE, que se requieren para asegurar la conformidad.

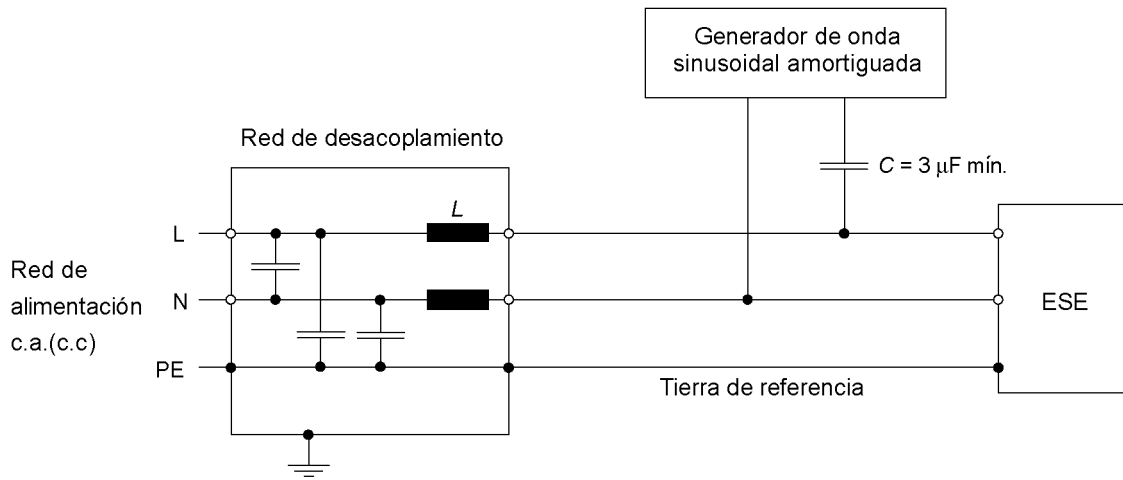


Figura 5 – Ensayo de puertas de alimentación entre líneas CA/CC, monofásico

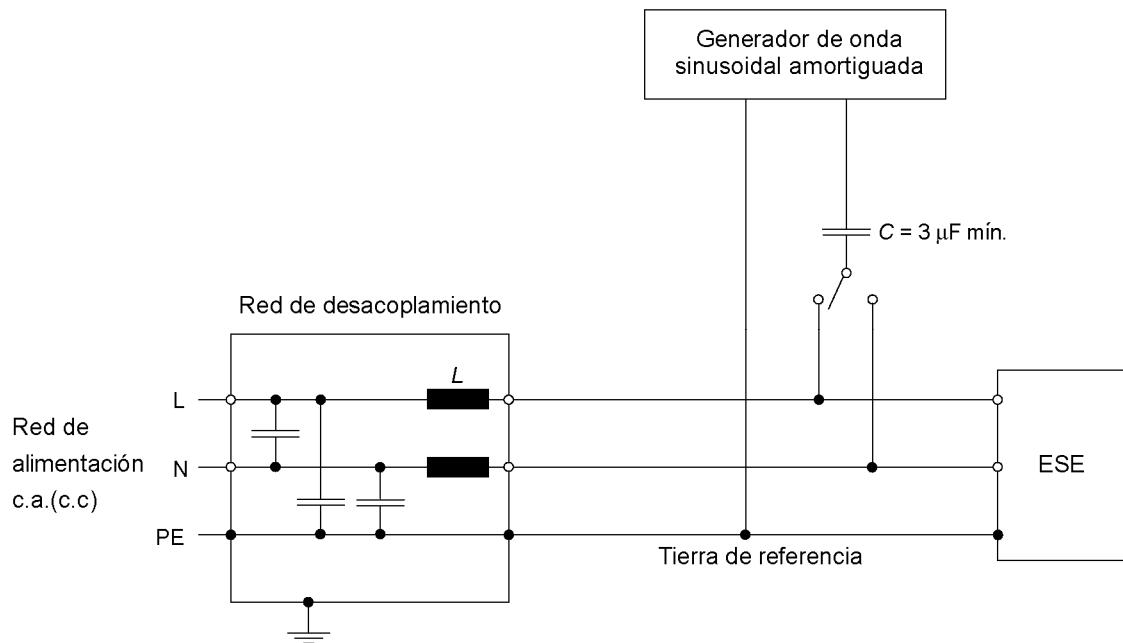
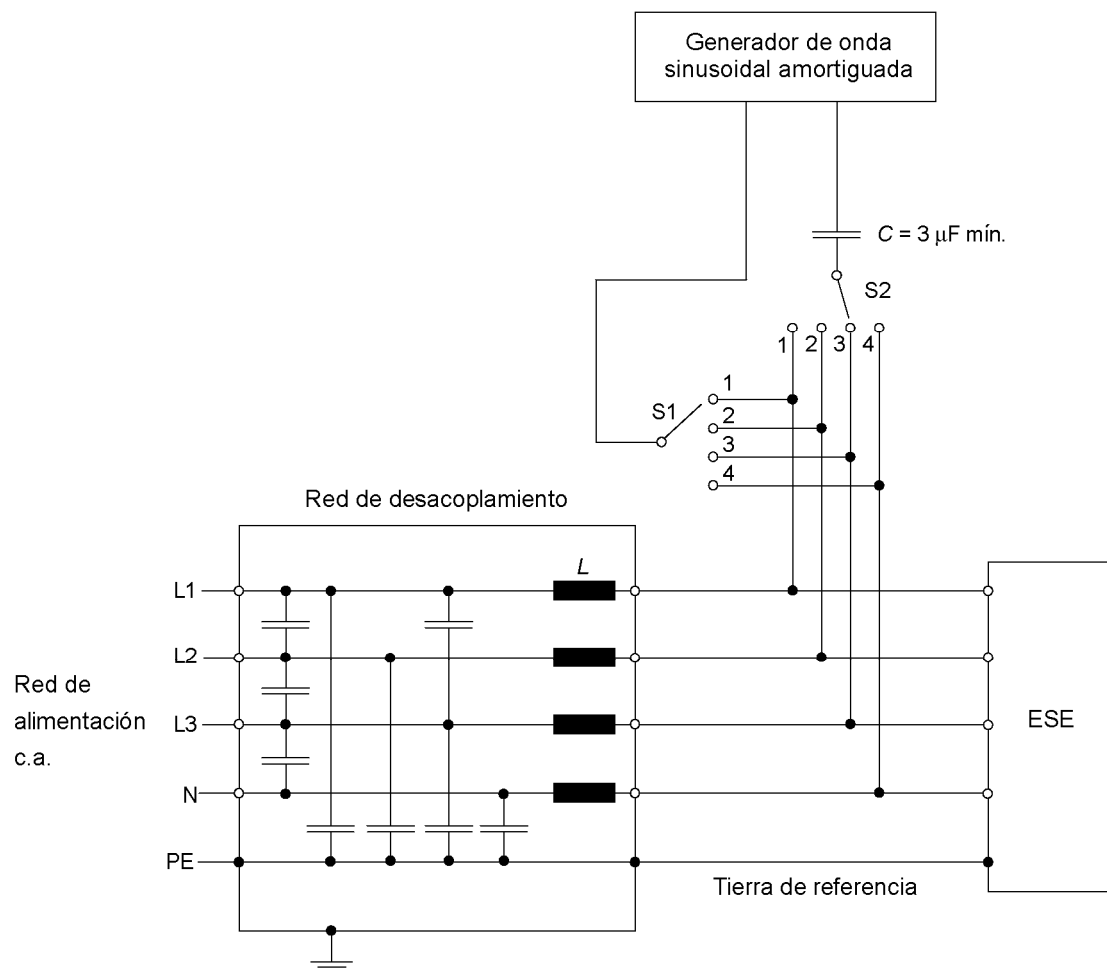
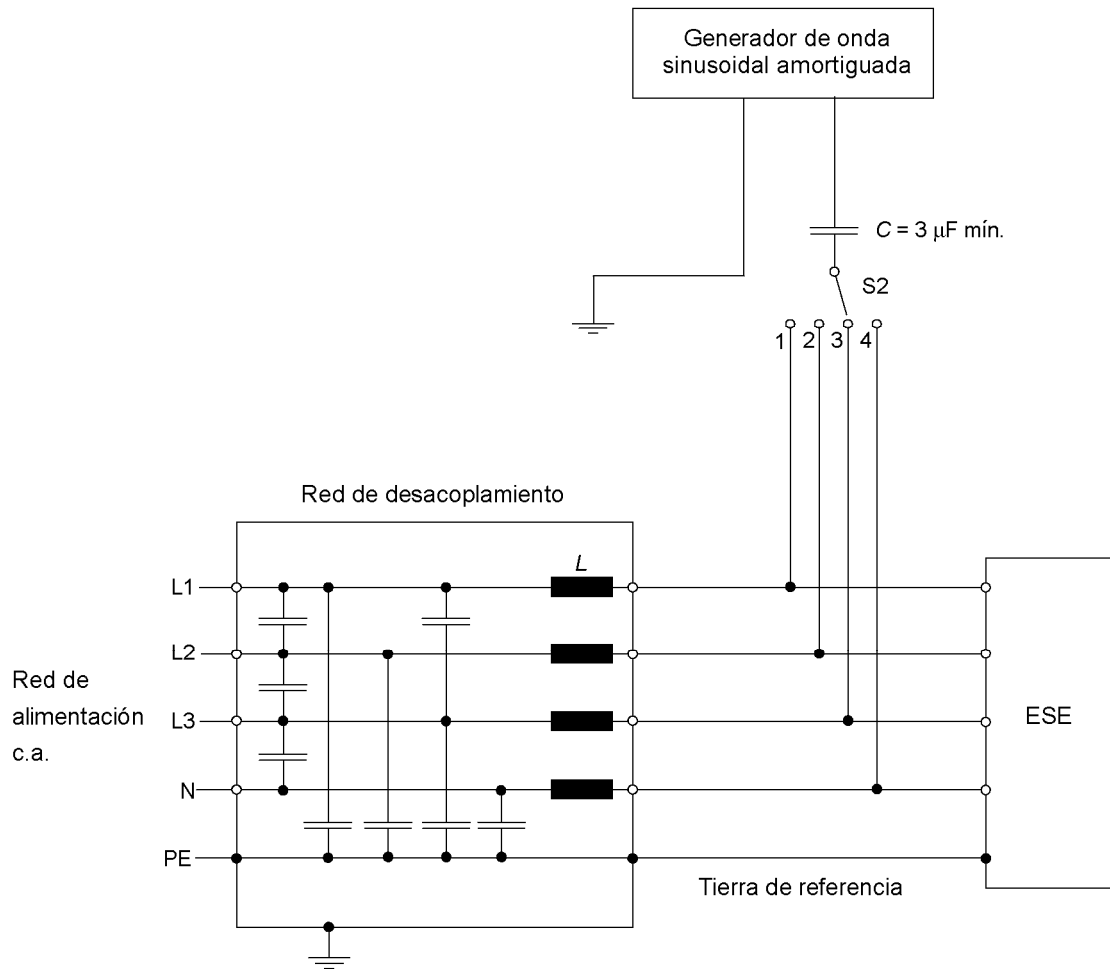


Figura 6 – Ensayo de puertas de alimentación entre líneas CA/CC y tierra, monofásico



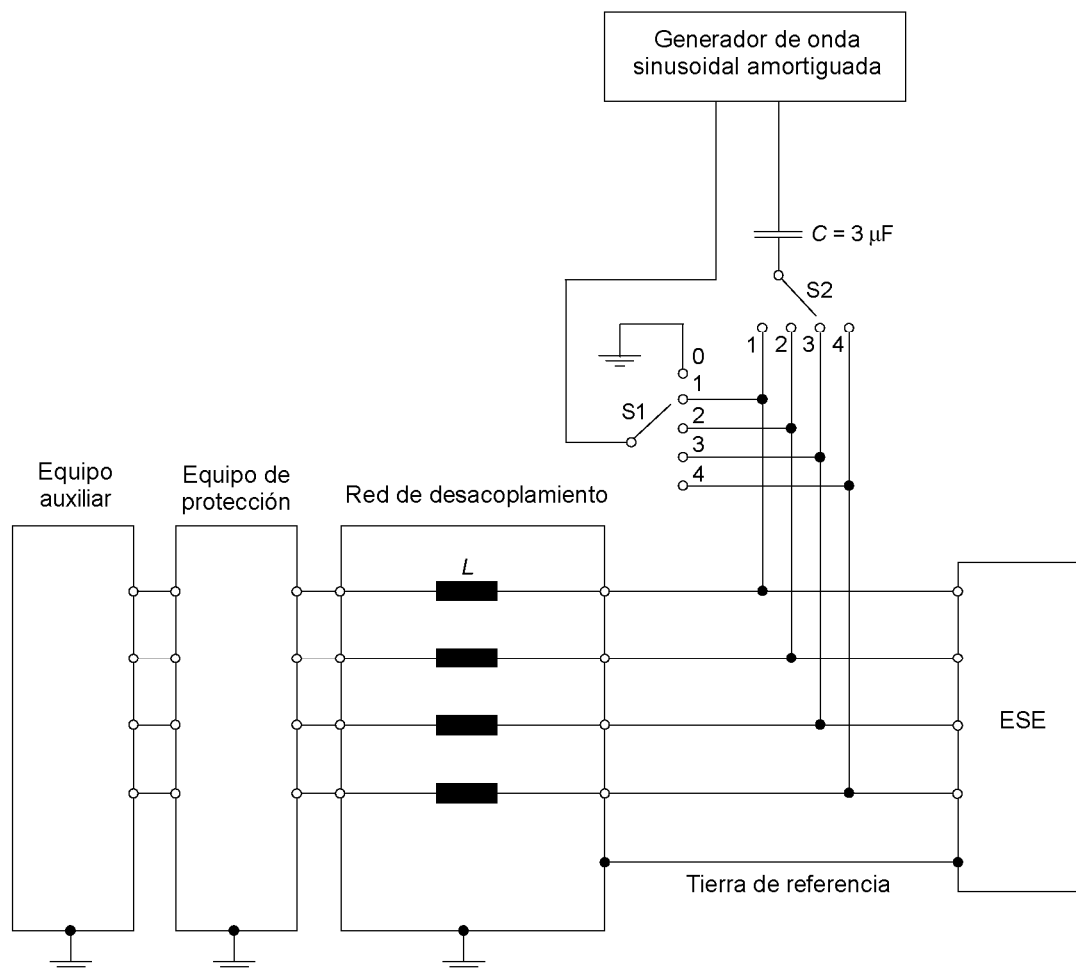
- 1) *Conmutador S1*
 - entre líneas: una de las posiciones de 1 a 4
- 2) *Conmutador S2*
 - una de las posiciones 1 a 4, pero nunca en la misma posición que el conmutador S1

Figura 7 – Ejemplo de montaje de ensayo para acoplamiento capacitivo sobre líneas c.a. (trifásico) – acoplamiento entre la fase L3 y la fase L1



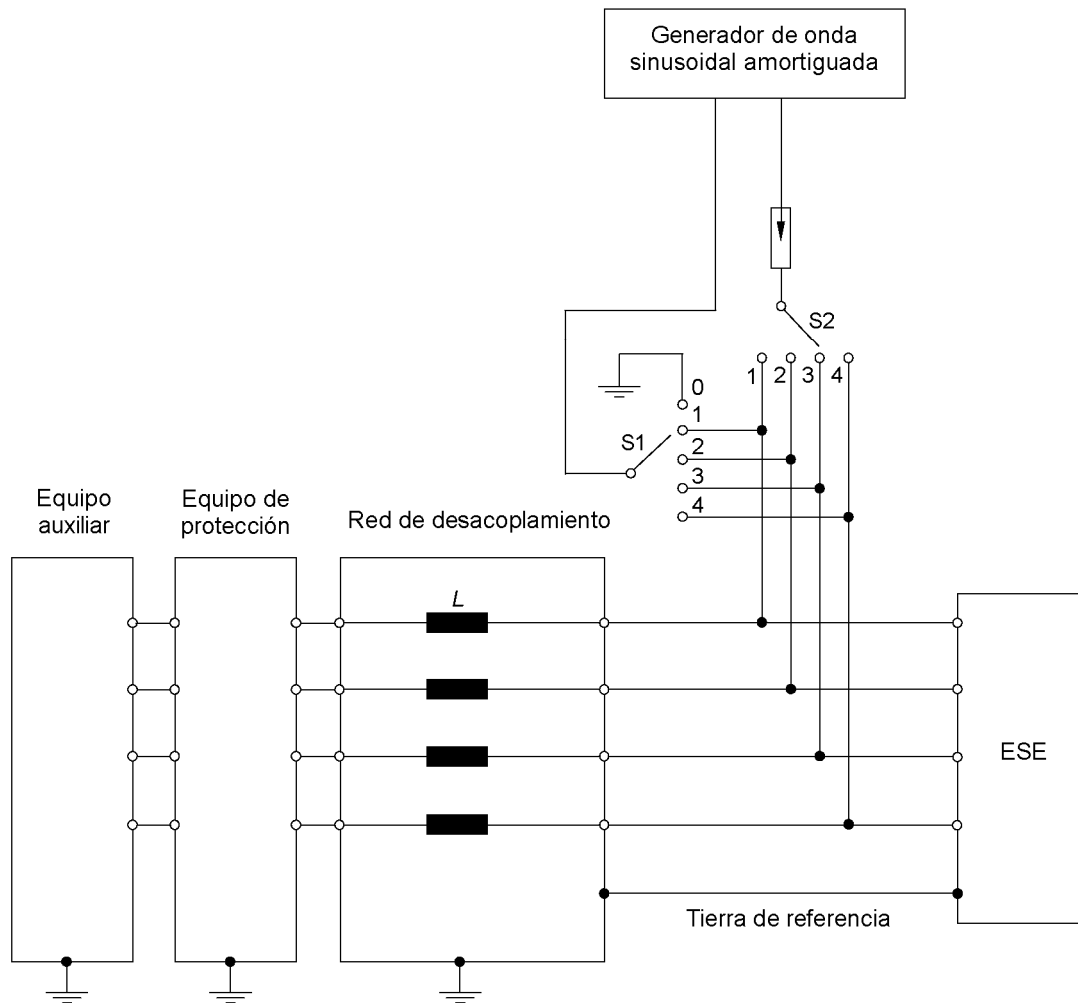
El conmutador S2 se usa para seleccionar individualmente las líneas para el ensayo.

Figura 8 – Ejemplo de montaje de ensayo para acoplamiento capacitivo sobre líneas de c.a. (trifásico) – acoplamiento entre la fase L3 y tierra



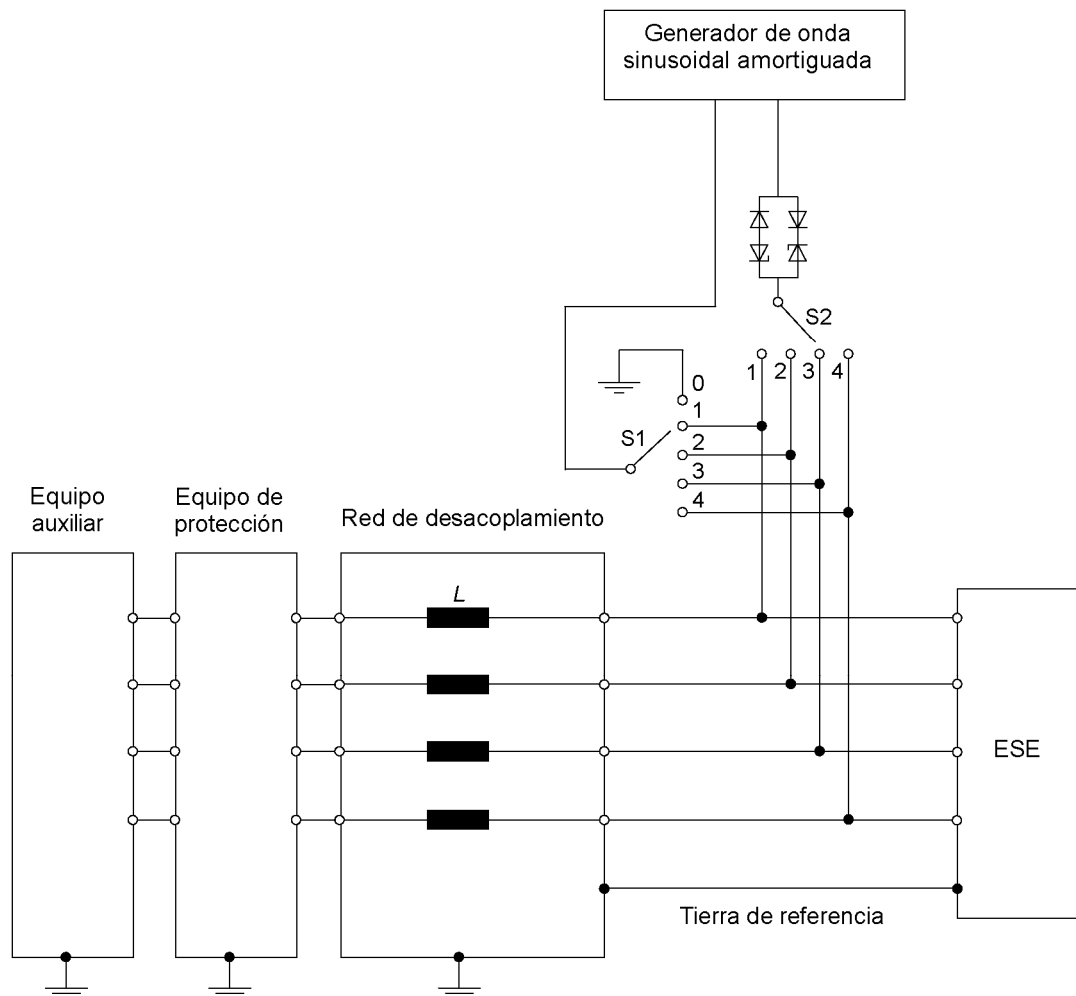
- 1) *Conmutador S1*
 - entre línea y tierra: posición 0
 - entre líneas: posiciones 1 a 4
- 2) *Conmutador S2*
 - una de las posiciones 1 a 4, pero nunca en la misma posición que el conmutador S1

Figura 9 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por condensadores entre líneas o entre línea y tierra



- 1) *Conmutador S1*
 - entre línea y tierra: posición 0
 - entre líneas: posiciones 1 a 4
- 2) *Conmutador S2*
 - una de las posiciones 1 a 4, pero nunca en la misma posición que el conmutador S1

Figura 10 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por descargadores entre líneas o entre línea y tierra



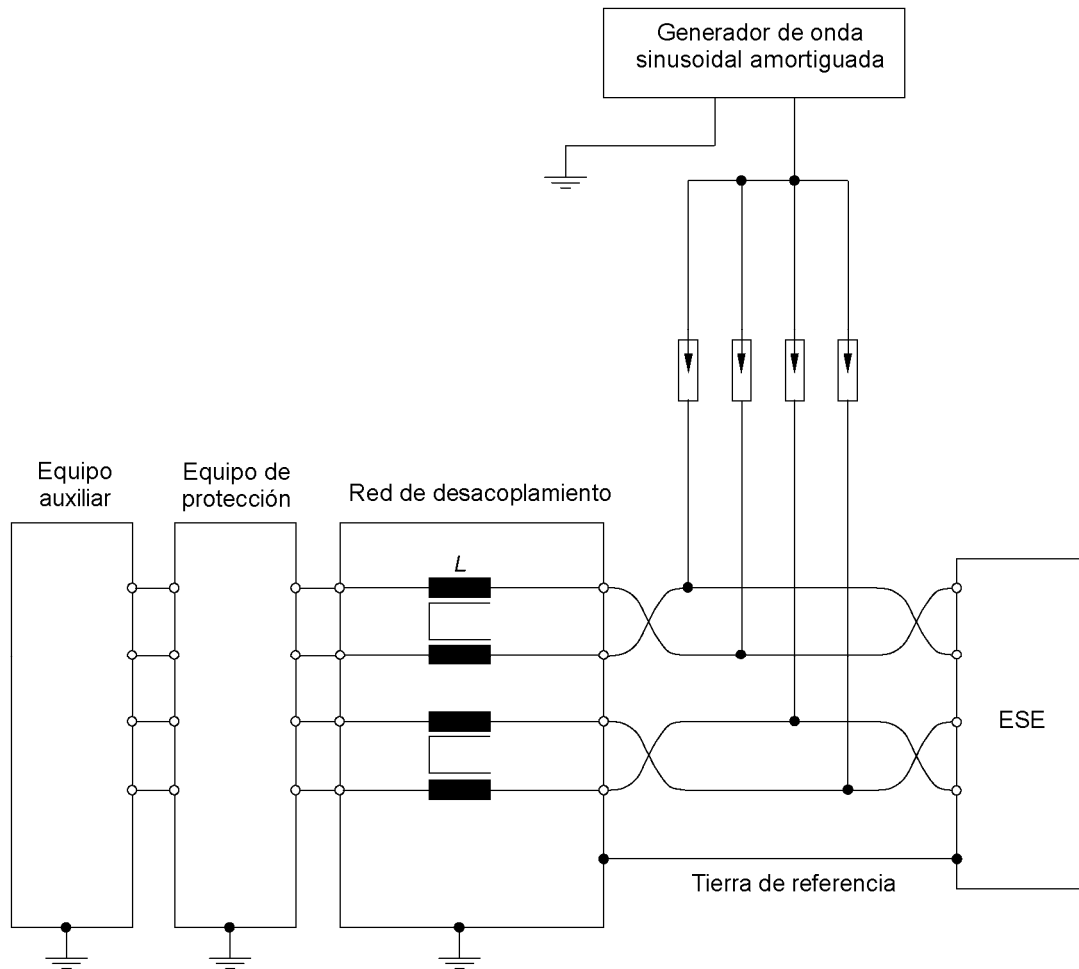
1) *Conmutador S1*

- entre línea y tierra: posición 0
- entre líneas: posiciones 1 a 4

2) *Conmutador S2*

- una de las posiciones 1 a 4, pero nunca en la misma posición que el conmutador S1

Figura 11 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión no simétricas y no apantalladas – acoplamiento por circuito de sujeción entre líneas o entre línea y tierra



NOTA Los descargadores de gas representados se pueden reemplazar por un circuito de sujeción como el que se representa en la figura 11.

Figura 12 – Ejemplo de montaje de ensayo para líneas de interconexión simétricas y no apantalladas (líneas de comunicaciones) – acoplamiento por descargadores entre líneas y tierra

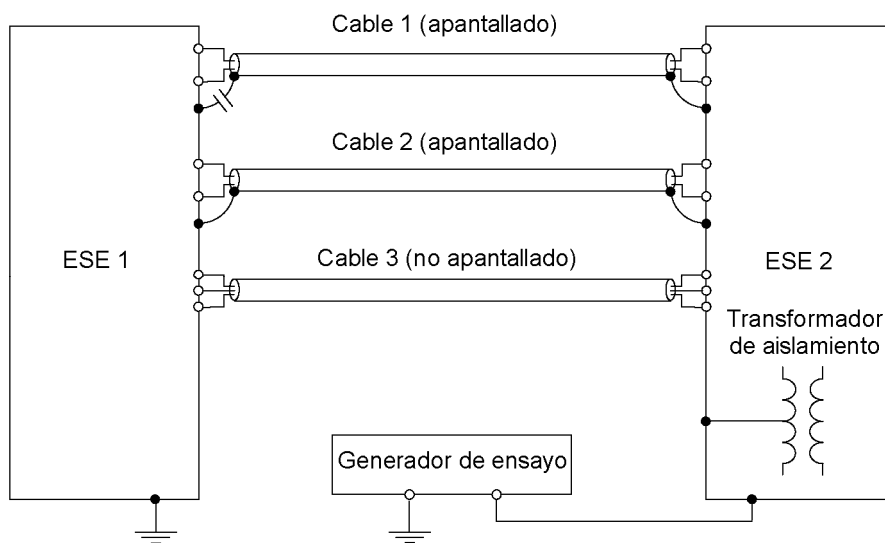


Figura 13 – Ensayo de un sistema con puertas de comunicación para señales rápidas (salida del generador puesto a tierra)

ANEXO A (Informativo)

**INFORMACIÓN RELATIVA A LOS NIVELES DE ENSAYO
PARA LA ONDA SINUSOIDAL AMORTIGUADA**

Como se estipula en el capítulo 5, la relevancia de los fenómenos se puede usar para determinar el nivel de ensayo más adecuado, en función de las indicaciones siguientes:

Nivel 1

- Maniobra:
- puertas de alimentación conectadas a una fuente local de alimentación protegida (sistema de alimentación ininterrumpida o convertidor de potencia, por ejemplo);
 - puertas de entrada/salida conectadas a cables que discurren en paralelo con cables de potencia de la clase considerada.
- Rayo
- alimentación eléctrica, puertas de entrada/salida de equipos situados en sala de control.

Nivel 2

- Maniobra:
- puerta de alimentación conectada directamente al sistema de distribución del área residencial;
 - puerta de alimentación de equipos en instalaciones eléctricas e industriales, desacoplados del sistema de distribución de alimentación principal mediante transformadores de aislamiento, dispositivos de protección, etc.;
 - puertas de entrada/salida conectadas a cables que discurren en paralelo con cables de potencia de la clase considerada.
- Rayo
- alimentación eléctrica, puertas de entrada/salida conectadas a cables apantallados.

Nivel 3

- Maniobra:
- puertas de alimentación conectadas al sistema de distribución especializado en instalaciones eléctricas e industriales;
 - puertas de entrada/salida conectadas a cables que discurren en paralelo con los cables de potencia de la clase considerada.
- Rayo
- puertas de alimentación conectadas a cables no apantallados;
 - alimentación eléctrica, puertas de entrada/salida conectadas a cables de exterior provistos de medidas de apantallamiento (por ejemplo, guías metálicas para cables).

Nivel 4

- Maniobra:
- puertas de alimentación conectadas a una fuente de alimentación caracterizada por fuertes cargas inductivas en instalaciones eléctricas e industriales;
 - puertas de entrada/salida conectadas a cables que discurren en paralelo con cables de potencia de la clase considerada.
- Rayo
- alimentación eléctrica, puertas de entrada/salida conectadas a cables de exterior no apantallados.

- Nivel x*** Situaciones particulares a analizar.

BIBLIOGRAFÍA

IEC 60050-300 *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Medidas e instrumentos de medida eléctricos y electrónicos. Parte 311: Términos generales relativos a las medidas. Parte 312: Términos generales relativos a las medidas eléctricas. Parte 313: Tipos de instrumentos de medida eléctricos. Parte 314: Términos específicos de acuerdo con el tipo de instrumento.*

IEC 60068-1 *Ensayos ambientales. Parte 1: Generalidades y guía.*

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

IEC 60816 *Guía sobre los métodos de medida de los transitorios de corta duración sobre las líneas de potencia y de señal de baja tensión.*

IEC 61000-4-5 *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 5: Ensayos de inmunidad a las ondas de choque.*

| NOTA Armonizada como Norma EN 61000-4-5:2006 (sin ninguna modificación).

IEC 61010-1 *Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Parte 1: Requisitos generales.*

| NOTA Armonizada como Norma EN 61010-1:2001 (sin ninguna modificación).

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 correspondiente¹⁾
IEC 60050-161	– ²⁾	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Compatibilidad electromagnética	–	–	UNE 21302-161:1992

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.

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