

Octubre 2005

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 4-4: Técnicas de ensayo y de medida

Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4-4: Testing and measurement techniques. Electrical fast transient/burst immunity test.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure. Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-4 de diciembre de 2004, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61000-4-4:2004.

OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a las Normas UNE-EN 61000-4-4 de abril de 1997, UNE-EN 61000-4-4/A1 de diciembre de 2001 y UNE-EN 61000-4-4/A2 de abril de 2002 antes de 2007-10-01.

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 42145:2005

© AENOR 2005
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

37 Páginas

Grupo 23

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-4: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas
(IEC 61000-4-4:2004)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 4-4: Testing and measurement techniques.
Electrical fast transient/burst immunity test.
(IEC 61000-4-4:2004)

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure.
Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves.
(CEI 61000-4-4:2004)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).
Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren.
Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst.
(IEC 61000-4-4:2004)

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 2004-10-01. 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 organismos 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

PRÓLOGO

El texto del documento 77B/419/FDIS, futura edición 2 de la Norma Internacional IEC 61000-4-4, 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 61000-4-4 el 2004-10-01.

Esta norma sustituye a la Norma Europea EN 61000-4-4:1995 y a sus Modificaciones A1: 2001, A2:2001.

Esta nueva edición mejora y clarifica las especificaciones del simulador, los criterios de ensayo y los montajes de ensayo. Sólo se requiere la inyección en modo común.

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) | 2005-07-01 |
| – Fecha límite en la que deben retirarse las normas nacionales divergentes con esta norma | (dow) | 2007-10-01 |

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional IEC 61000-4-4:2004 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 61000-4-4 NOTA – Armonizada como Norma EN 61000-4-4:1995 (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
5 NIVELES DE ENSAYO.....	12
6 EQUIPO DE ENSAYO	13
6.1 Generador de ráfagas	13
6.2 Red de acoplamiento/desacoplamiento para el puerto de alimentación en corriente alterna y continua	15
6.3 Pinza de acoplamiento capacitiva.....	16
7 MONTAJE PARA EL ENSAYO	17
7.1 Equipo de ensayo	17
7.2 Montaje para la realización de ensayos de tipo en laboratorio.....	17
7.3 Montaje de ensayo para ensayos “ <i>in situ</i> ”	19
8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	20
8.1 Condiciones de referencia en el laboratorio	20
8.2 Ejecución del ensayo.....	20
9 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO	21
10 INFORME DEL ENSAYO	21
ANEXO A (Informativo) INFORMACIÓN SOBRE LOS TRANSITORIOS ELÉCTRICOS RÁPIDOS.....	32
ANEXO B (Informativo) SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE ENSAYO	34
BIBLIOGRAFÍA.....	36
Figura 1 – Esquema simplificado de un generador de transitorios rápidos en ráfagas.....	23
Figura 2 – Gráfico general de un transitorio rápido en ráfaga	23
Figura 3 – Forma de onda de un impulso único sobre una carga de 50 Ω.....	24
Figura 4 – Red de acoplamiento/desacoplamiento para los puertos y bornes de alimentación de corriente alterna o de corriente continua	24

Figura 5 –	Construcción de la pinza de acoplamiento capacitiva	25
Figura 6 –	Diagrama sinóptico para los ensayos de inmunidad de transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.....	25
Figura 7 –	Montaje general para los ensayos de tipo en laboratorio.....	26
Figura 8 –	Ejemplo de dispositivo de ensayo para un equipo montado en bastidor	26
Figura 9 –	Ejemplo de montaje para el acoplamiento directo de la tensión de ensayo sobre los puertos o los bornes de alimentación en corriente alterna o en corriente continua para los ensayos en laboratorio	27
Figura 10 –	Ejemplo de montaje para la aplicación de la tensión de ensayo por medio de la pinza de acoplamiento capacitiva para los ensayos en laboratorio.....	28
Figura 11 –	Ejemplo de ensayo “<i>in situ</i>” sobre los puertos de alimentación en corriente alterna o en corriente continua y sobre los bornes de tierra de protección para ESE fijos montados sobre el suelo	29
Figura 12 –	Ejemplo de ensayo “<i>in situ</i>” sobre el puerto de alimentación en corriente alterna y sobre los bornes de tierra de protección para ESE móviles.....	30
Figura 13 –	Ejemplo de ensayo “<i>in situ</i>” sobre los puertos de comunicación y de entrada/salida sin la pinza de acoplamiento capacitiva.....	31
Tabla 1 –	Niveles de ensayo	13
Tabla 2 –	Frecuencias de repetición de los impulsos y valores de cresta de las tensiones de salida.....	15

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-4: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas

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 "Documentos 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 Normas Internacionales de IEC, en la medida de lo posible en sus normas nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre la Norma IEC y la correspondiente norma 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 normas.
- 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 Norma Internacional 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 61000-4-4 ha sido elaborada por el subcomité 77B Fenómenos de alta frecuencia, comité técnico 77 de IEC: Compatibilidad electromagnética.

Esta norma es la Parte 4-4 de la serie de la Norma IEC 61000. Es una publicación básica de CEM de acuerdo a la Guía 107 de IEC – *Compatibilidad electromagnética. Guía para la elaboración de borradores de publicaciones de compatibilidad electromagnética.*

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición publicada en 1995, a la modificación 1 (2000) y a la modificación 2 (2001) y constituye una revisión técnica.

Esta segunda edición mejora y clarifica las especificaciones del simulador, los criterios de ensayo y los montajes de ensayo. Sólo se requiere la inyección en modo común.

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

FDIS	Informe de voto
77B/419/FDIS	77B/424/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 la norma base y de sus modificaciones permanezca vigente hasta la fecha de mantenimiento indicada en el sitio 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 serie de la Norma IEC 61000 está publicada en varias partes según la siguiente estructura:

Parte 1: Generalidades

Consideraciones generales (introducción, principios básicos)

Definiciones, terminología

Parte 2: Entorno

Descripción del entorno

Clasificación del entorno

Niveles de compatibilidad

Parte 3: Límites

Límites de emisión

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

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

Técnicas de medida

Técnicas de ensayo

Parte 5: Guías de instalación y de atenuación

Guías de instalación

Métodos y dispositivos de atenuación

Parte 6: Normas genéricas

Parte 9: Varios

Cada parte está a su vez subdividida en varias secciones, publicadas bien como normas internacionales, bien como especificaciones técnicas o informes técnicos, algunas de las cuales ya han sido publicadas como secciones. Otras se publicarán con el número de la parte seguido de un guión y de un segundo número que identifique la subdivisión (ejemplo: 61000-6-1).

Esta parte es una norma internacional que da requisitos de inmunidad y procedimientos de ensayo relativos a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4-4: Técnicas de ensayo y de medida
Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma IEC 61000-4 se refiere a la inmunidad de los equipos eléctricos y electrónicos a los transitorios rápidos repetitivos. Se dan los requisitos de inmunidad y los procedimientos de ensayo relativos a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas. Se definen también los rangos para los niveles de ensayo y se establecen los procedimientos de ensayo.

El objeto de esta norma es establecer una referencia común y reproducible con el fin de evaluar la inmunidad de los equipos eléctricos y electrónicos sometidos a transitorios rápidos en ráfagas en los puertos de alimentación, de señal, de control y de tierra. El método de ensayo documentado en esta parte de la serie de la Norma IEC 61000-4 describe un método coherente para evaluar la inmunidad de un equipo o sistema contra un fenómeno definido.

NOTA – Como se describe en la Guía 107 de IEC, esta norma es una publicación básica de CEM para su utilización por los comités de producto de IEC. Como se indica también en la Guía 107, los comités de producto de IEC son responsables de determinar si debería aplicarse o no esta norma de ensayo de inmunidad y, si se da el caso, son responsables de determinar los niveles de ensayo y los criterios de aptitud adecuados. El Comité Técnico TC 77 y sus subcomités están preparados para cooperar con los comités de producto en la evaluación del valor de los ensayos de inmunidad particulares para sus productos.

La norma define:

- la forma de onda de la tensión de ensayo;
- el rango de niveles de ensayo;
- el equipo de ensayo;
- los procedimientos de verificación del equipo de ensayo;
- la instalación de ensayo;
- el procedimiento de ensayo.

La norma da especificaciones para los ensayos realizados en laboratorio y para ensayos *in situ* realizados en los equipos en la instalación definitiva.

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 60050-161:1990 – *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.*

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

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

NOTA – Varios de los términos y definiciones más relevantes de la Norma IEC 60050-161 se presentan 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, por referencia a normas, la relación que existe, en condiciones especificadas, entre una indicación y un resultado de medida.

NOTA 1 – Esta definición se basa en el argumento de la "incertidumbre".

NOTA 2 – La relación entre las indicaciones y los resultados de las medidas se puede expresar, en principio, por un diagrama de calibración.

[VEI 311-01-09]

3.3 acoplamiento: Interacción entre circuitos con transferencia de energía de uno a otro circuito.

3.4 modo común (acoplamiento): Acoplamiento simultáneo de todas las líneas con relación al plano de tierra de referencia.

3.5 pinza de acoplamiento: Dispositivo de dimensiones y características definidas para proporcionar acoplamiento en modo común de la señal de perturbación en el circuito sometido a ensayo sin existir conexión galvánica con él.

3.6 red de acoplamiento: Circuito eléctrico con el propósito de transferir la energía de un circuito a otro.

3.7 red de desacoplamiento: Circuito eléctrico con el propósito de evitar que la tensión de TER/R aplicada sobre el ESE afecte a otros aparatos, equipos o sistemas que no están sometidos a ensayo.

3.8 degradación (de funcionamiento): Separación no deseada de las características de funcionamiento de un dispositivo, equipo o sistema respecto de sus características de funcionamiento esperadas.

NOTA – El término "degradación" puede aplicarse a un defecto de funcionamiento temporal o permanente.

[VEI 161-01-19]

3.9 TER/R: Transitorio eléctrico rápido en ráfaga.

3.10 compatibilidad electromagnética (CEM): Aptitud de un equipo o de un sistema para funcionar en su entorno electromagnético de manera satisfactoria y sin producir perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en su entorno.

[VEI 161-01-07].

3.11 ESE: Equipo sometido a ensayo.

3.12 plano de tierra de referencia: Superficie conductora plana cuyo potencial se toma como referencia común.

[VEI 161-04-36].

3.13 inmunidad (a una perturbación): Aptitud de un dispositivo, equipo o sistema para funcionar sin degradación de calidad en presencia de una perturbación electromagnética.

[VEI 161-01-20].

3.14 puerto: Interfaz particular del ESE con el entorno electromagnético externo.

3.15 tiempo de subida: Duración del intervalo de tiempo entre los instantes en los que el valor instantáneo de un impulso alcanza el 10% y luego el 90%.

[VEI 161-02-05, modificado]

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

[VEI 161-02-01]

3.17 verificación: Conjunto de operaciones utilizadas para verificar el equipamiento de ensayo (por ejemplo el generador de ensayo y los cables de interconexión) y para demostrar que el sistema de ensayo funciona dentro de 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 menciona a modo de guía para asegurar el funcionamiento correcto del generador de ensayo y de otros dispositivos que constituyen la instalación de ensayo, de manera que la forma de onda prevista sea suministrada al ESE.

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

4 GENERALIDADES

El ensayo con transitorios rápidos repetitivos es un ensayo con ráfagas compuestas de un cierto número de transitorios rápidos, acoplados con los puertos de alimentación, de control, de señal y de tierra de equipos eléctricos y electrónicos. Los elementos significativos de este ensayo son la gran amplitud, la brevedad del tiempo de subida, la gran frecuencia de repetición y la baja energía de los transitorios.

El ensayo se destina a demostrar la inmunidad de los equipos eléctricos y electrónicos cuando están sometidos a perturbaciones transitorias del tipo como las que provienen de transitorios de conmutación (interrupción de cargas inductivas, rebote de contactos de relés, etc.)

5 NIVELES DE ENSAYO

En la tabla 1 se dan los niveles de ensayo preferidos para el ensayo de transitorios eléctricos rápidos, aplicables a la fuente de alimentación, la tierra de protección, y los puertos de señal y de control de los equipos.

Tabla 1
Niveles de ensayo

Tensión de ensayo de salida a circuito abierto y tasa de repetición de los impulsos				
Nivel	En el puerto de alimentación, PE		En los puertos de señales E/S (entrada/salida), de datos y de control	
	Tensión de cresta kV	Frecuencia de repetición kHz	Tensión de cresta kV	Frecuencia de repetición kHz
1	0,5	5 ó 100	0,25	5 ó 100
2	1	5 ó 100	0,5	5 ó 100
3	2	5 ó 100	1	5 ó 100
4	4	5 ó 100	2	5 ó 100
X ^a	Especial	Especial	Especial	Especial
NOTA 1 – Es tradicional el uso de frecuencias de repetición de 5 kHz; sin embargo, los 100 kHz están más cerca de la realidad. Los comités de producto deberían determinar qué frecuencias están adaptadas a productos particulares o a tipos de productos.				
NOTA 2 – Con algunos productos puede no haber una distinción clara entre puerto de alimentación y de entrada/salida, en cuyo caso corresponde a los comités de producto determinarlo para los propósitos del ensayo.				
^a "X" es un nivel abierto. El nivel tiene que especificarse en la especificación correspondiente del equipo.				

Estas tensiones de salida a circuito abierto se indicarán en el generador de TER/R. Para la selección de los niveles, véase el anexo B.

6 EQUIPO DE ENSAYO

Los procedimientos de verificación de los apartados 6.1.2 y 6.2.2 están destinados a guiar para asegurar el funcionamiento correcto del generador de ensayo, las redes de acoplamiento/desacoplamiento, así como otros dispositivos que constituyen la instalación de ensayo, de manera que la forma de onda prevista sea suministrada al ESE.

6.1 Generador de ráfagas

La figura 1 muestra el esquema simplificado del generador. Los elementos del circuito C_c , R_s , R_m y C_d , se seleccionan de tal manera que el generador suministre un transitorio rápido en condiciones de circuito abierto y con una carga resistiva de 50 Ω. La impedancia de salida efectiva del generador debe ser de 50 Ω.

Los elementos principales del generador de ensayo son:

- la fuente de alta tensión;
- la resistencia de carga;
- el condensador de almacenamiento de energía;
- el interruptor de alta tensión;
- la resistencia moduladora de la duración del impulso;
- la resistencia adaptadora de impedancia;
- el condensador de bloqueo de corriente continua.

6.1.1 Características del generador de transitorios rápidos en ráfagas. Las características del generador de transitorios rápidos en ráfagas son las siguientes:

- El rango de tensión de salida con una carga de $1\ 000\ \Omega$ debe ser al menos de 0,25 kV a 4 kV.
- El rango de tensión de salida con una carga de $50\ \Omega$ debe ser al menos de 0,125 kV a 2 kV.

El generador debe ser capaz de funcionar en condiciones de cortocircuito.

Características:

- polaridad: positiva/negativa
- tipo de salida: coaxial, $50\ \Omega$
- condensador de bloqueo de corriente continua: $10\ \text{nF} \pm 20\%$
- frecuencia de repetición: (véase la tabla 2) $\pm 20\%$
- relación con la alimentación: asíncrona
- duración de la ráfaga:
(véase la figura 2) $15\ \text{ms} \pm 20\%$ a 5 kHz
 $0,75\ \text{ms} \pm 20\%$ a 100 kHz
- periodo de la ráfaga:
(véase la figura 2) $300\ \text{ms} \pm 20\%$
- forma de onda del impulso
 - sobre una carga de $50\ \Omega$: tiempo de subida $t_r = 5\ \text{ns} \pm 30\%$
duración t_d (al 50%) = $50\ \text{ns} \pm 30\%$
tensión de cresta = según la tabla 2, $\pm 10\%$
(véase la figura 3 para la forma de onda sobre $50\ \Omega$)
 - sobre una carga de $1\ 000\ \Omega$: tiempo de subida $t_r = 5\ \text{ns} \pm 30\%$
duración t_d (al 50%) = $50\ \text{ns}$ con una tolerancia de $-15\ \text{ns}$ a $+100\ \text{ns}$
tensión de cresta = según la tabla 2, $\pm 20\%$
(véase la nota 2 debajo de la tabla 2)
- impedancia de la carga de ensayo: $50\ \Omega \pm 2\%$

$1\ 000\ \Omega \pm 2\%$ en paralelo con $\leq 6\ \text{pF}$. La medida de la resistencia se hace en corriente continua y la medida de la capacidad se hace utilizando un capacímetro comercialmente disponible que trabaje a bajas frecuencias.

6.1.2 Verificación de las características del generador de transitorios rápidos en ráfagas. Las características del generador de ensayo deben verificarse con el objeto de establecer una referencia común para todos los generadores. Con este propósito, debe llevarse a cabo el procedimiento siguiente.

La salida del generador de ensayo se debe conectar a una carga coaxial de 50 Ω, así como a una carga coaxial de 1 000 Ω y la tensión se registra con un osciloscopio. El ancho de banda de -3 dB del equipo de medida y de la impedancia de carga de ensayo debe ser al menos 400 MHz. La impedancia de carga de ensayo a 1 000 Ω es probable que se convierta en una red compleja. Debe registrarse el tiempo de subida, la duración del impulso y la frecuencia de repetición de los impulsos en el interior de una ráfaga, así como la duración y el periodo de la ráfaga.

Para cada una de las tensiones de consigna de la tabla 2, se mide la tensión de salida sobre una carga de 50 Ω [$V_c(50 \Omega)$]. Esta tensión medida debe ser $[0,5 \times V_c(\text{circuito abierto})] \pm 10\%$.

Con la misma regulación del generador (tensión de consigna), se mide la tensión sobre una carga de 1 000 Ω [$V_c(1\ 000 \Omega)$]. Esta tensión medida debe ser $V_c(\text{circuito abierto}) \pm 20\%$.

NOTA 1 – Deberían tomarse las medidas para asegurar que la capacidad parásita sea mínima.

Tabla 2
Frecuencias de repetición de los impulsos y valores de cresta de las tensiones de salida

Tensión de consigna kV	V_c (circuito abierto) kV	V_c (1 000 Ω) kV	V_c (50 Ω) kV	Frecuencia de repetición kHz
0,25	0,25	0,24	0,125	5 ó 100
0,5	0,5	0,48	0,25	5 ó 100
1	1	0,95	0,5	5 ó 100
2	2	1,9	1	5 ó 100
4	4	3,8	2	5 ó 100

NOTA 2 – La utilización de una resistencia de carga de 1 000 Ω va automáticamente a producir la lectura de una tensión 5% inferior a la tensión de consigna según se indica en la columna $V_c(1\ 000 \Omega)$. La lectura V_c a 1 000 Ω = $V_c(\text{circuito abierto})$ multiplicada por 1 000/ 1 050 (la relación de la carga de ensayo a la impedancia total del circuito de 1 000 Ω más 50 Ω).

NOTA 3 – Con la carga de 50 Ω, la tensión de salida medida es igual a 0,5 veces el valor de la tensión a circuito abierto, como la que aparece en la tabla anterior.

6.2 Red de acoplamiento/desacoplamiento para el puerto de alimentación en corriente alterna y continua

Se requiere la red de acoplamiento/desacoplamiento para los ensayos de aceptación sobre los puertos de la alimentación en c.a./c.c.

En la figura 4 se da el esquema del circuito (ejemplo para una alimentación trifásica).

La forma de onda del generador de TER/R se debe verificar a la salida de la red de acoplamiento según el apartado 6.2.2.

6.2.1 Características de la red de acoplamiento/desacoplamiento. Las características de la red de acoplamiento/desacoplamiento son las siguientes:

- condensadores de acoplamiento: 33 nF;
- modo de acoplamiento: modo común.

6.2.2 Verificación de las características de la red de acoplamiento/desacoplamiento. Los requisitos dados en el apartado 6.1.2 se aplican también al equipo de medida que se utiliza para la verificación de las características de la red de acoplamiento/desacoplamiento.

La forma de onda se debe verificar a la salida en modo común de la red de acoplamiento/desacoplamiento con una sola terminación de 50 Ω .

La verificación se efectúa con la tensión de salida del generador fijada a una tensión nominal de 4 kV. El generador se conecta a la entrada de la red de acoplamiento/desacoplamiento. La salida de la red de acoplamiento/desacoplamiento (conectada normalmente al ESE) se termina con una carga de 50 Ω . Se registran la tensión de cresta y la forma de onda.

Se recomienda la verificación de la funcionalidad de cada vía de acoplamiento/desacoplamiento.

El tiempo de subida de los impulsos (valor del 10% al 90%) debe ser de 5 ns \pm 30%.

La duración del impulso (valor de 50%) debe ser 50 ns \pm 30% con la carga de 50 Ω .

Tensión de cresta \pm 10% según la tabla 2.

Cuando el ESE y la red de alimentación están desconectados, la tensión impulsional residual de ensayo en las entradas de la red de acoplamiento/desacoplamiento no debe exceder del 10% de la tensión de ensayo aplicada.

NOTA – Las redes de acoplamiento/desacoplamiento diseñadas de acuerdo con la edición 1 de la Norma IEC 61000-4-4 (1995) pueden necesitar modificaciones menores para cumplir con los requisitos de modo común de este documento.

6.3 Pinza de acoplamiento capacitiva

La pinza proporciona la posibilidad de acoplar los transitorios rápidos en ráfagas al circuito sometido a ensayo sin ninguna conexión galvánica con los bornes de los puertos del ESE, el apantallamiento de los cables o cualquier otra parte del ESE.

La capacidad de acoplamiento de la pinza depende del diámetro, del material de los cables, y del apantallamiento (si lo hay).

El dispositivo se compone de una pinza (de acero galvanizado, bronce, cobre o de aluminio, por ejemplo) que permite ajustar los cables (planos o redondos) de los circuitos sometidos a ensayo, y deben ser situados sobre un plano de tierra de referencia de como mínimo un área de 1 m². El plano de tierra de referencia debe extenderse más allá de la pinza por lo menos 0,1 m en todos los lados.

La pinza debe estar equipada en los dos extremos con un conector coaxial de alta tensión para el acoplamiento al generador de ensayo a cada extremo. El generador se debe conectar al extremo de la pinza que esté más próximo al ESE.

La propia pinza se debe cerrar todo lo posible para obtener el máximo acoplamiento capacitivo entre el cable y la pinza.

En la figura 5 se da la disposición mecánica recomendada de la pinza de acoplamiento y se determina sus características, tales como la respuesta en frecuencia, la impedancia, etc.

Características:

- capacidad de acoplamiento típica entre el cable y la pinza: 100 pF a 1 000 pF;
- rango de diámetros utilizables de los cables redondos: 4 mm a 40 mm;
- capacidad de aislamiento dieléctrico: 5 kV (impulso de ensayo: 1,2/50 μ s).

Se requiere el método de acoplamiento por pinza para los ensayos de aceptación sobre líneas conectadas a los puertos de entrada/salida y de comunicación. Se puede utilizar también en los puertos de alimentación en corriente alterna o continua solamente si no puede utilizarse la red de acoplamiento/desacoplamiento definida en el apartado 6.2.

7 MONTAJE PARA EL ENSAYO

Se definen diferentes tipos de ensayos basados en sus entornos. Son:

- los ensayos de tipo (de conformidad) realizados en laboratorio;
- los ensayos realizados después de la instalación y realizados con los equipos en sus condiciones finales de instalación.

Se prefiere el método de los ensayos de tipo efectuados en laboratorio.

La disposición del ESE debe estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante para su instalación (si existen).

7.1 Equipo de ensayo

El montaje de ensayo incluye el equipo siguiente (véase la figura 6):

- plano de tierra de referencia;
- dispositivo de acoplamiento (red o pinza);
- red de desacoplamiento;
- generador de ensayo.

7.2 Montaje para la realización de ensayos de tipo en laboratorio

7.2.1 Condiciones de ensayo. Para los ensayos realizados en laboratorio bajo las condiciones ambientales de referencia descritas en el apartado 8.1, se aplican los requisitos siguientes.

Los ESE fijos, situados en el suelo o de sobremesa, y los equipos diseñados para ser montados en otras configuraciones, deben estar colocados en un plano de tierra de referencia y deben estar aislados mediante un soporte aislante de $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ de espesor (véase la figura 7).

En el caso del equipo de sobremesa, se debería disponer el ESE $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ sobre el plano de tierra de referencia (véase la figura 7). El equipo normalmente montado en techos o paredes se debe ensayar como un equipo de sobremesa con el ESE situado $0,1 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ por encima del plano de tierra de referencia.

El generador de ensayo y la red de acoplamiento/desacoplamiento se deben situar y fijar directamente en el plano de tierra de referencia.

El plano de tierra de referencia debe ser una lámina de metal (cobre o aluminio) de como mínimo 0,25 mm de espesor, pudiéndose utilizar otros materiales metálicos, pero deben tener un espesor mínimo de 0,65 mm.

El tamaño mínimo del plano de tierra de referencia es de $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$. El tamaño real depende de las dimensiones del ESE.

El plano de tierra de referencia debe sobrepasar al ESE al menos 0,1 m en todos los lados del ESE.

El plano de tierra de referencia debe estar conectado a la tierra de protección.

El ESE debe estar dispuesto y conectado de manera que satisfaga sus requisitos funcionales de acuerdo con las especificaciones de instalación del equipo.

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

Todos los cables del ESE deben estar dispuestos en el soporte aislante, a 0,1 m por encima del plano de tierra de referencia. Los cables no sometidos a transitorios eléctricos rápidos deben estar separados lo más lejos posible del cable sometido a ensayo para minimizar el acoplamiento entre los cables.

El ESE debe estar conectado al sistema de puesta a tierra siguiendo las especificaciones de instalación del fabricante, no estando permitidas conexiones de puesta a tierra adicionales.

La impedancia de conexión de los conductores de tierra de la red de acoplamiento/desacoplamiento al plano de tierra de referencia así como todos los enlaces deben tener una inductancia baja.

Para la aplicación de las tensiones de ensayo, debe utilizarse bien una red de acoplamiento directa o una pinza capacitiva. Las tensiones de ensayo deben estar acopladas a todos los puertos del ESE, incluidas aquellas entre dos unidades del equipo implicado en el ensayo, a menos que la longitud del cable de conexión haga el ensayo imposible.

Se deben utilizar redes de desacoplamiento para proteger los equipos auxiliares y las redes públicas.

Utilizando la pinza de acoplamiento, la distancia mínima entre las placas de acoplamiento y cualquier otra superficie conductora, a excepción del plano de tierra de referencia situado bajo la pinza de acoplamiento y bajo el ESE, debe ser de 0,5 m.

Salvo especificación en contra de la norma de producto o de familia de productos, la longitud de las líneas de señal y de alimentación entre el dispositivo de acoplamiento y el ESE debe ser de $0,5 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$.

Si el fabricante proporciona un cable de alimentación no desmontable de más de $0,5 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ con el equipo, el exceso de longitud de este cable debe ser enrollado para evitar una bobina plana y situado a una distancia de 0,1 m sobre el plano de tierra de referencia.

En las figuras 7 y 8 se dan ejemplos del montaje para ensayos de tipo en laboratorio.

En la figura 8, se utiliza un plano de tierra de referencia adicional conectado al chasis del ESE.

7.2.2 Métodos de acoplamiento de la tensión de ensayo al ESE. El método de acoplamiento de la tensión de ensayo al ESE depende del tipo de puerto de éste (como se indica a continuación).

7.2.2.1 Puertos de alimentación. En la figura 9 se da un ejemplo para el montaje de ensayo empleado para acoplamiento directo de la tensión perturbadora de TER/R utilizando una red de acoplamiento/desacoplamiento. Es el método preferido de acoplamiento a los puertos de alimentación.

Si no se puede obtener una red de acoplamiento/desacoplamiento adecuada, es decir, para corrientes de alimentación alternas $>100 \text{ A}$, se pueden emplear otros métodos. Sin embargo, la utilización de la pinza capacitiva no se recomienda porque su eficacia para acoplar las ráfagas es considerablemente más baja que la inyección directa utilizando condensadores de 33 nF.

7.2.2.2 Puertos de entrada/salida y de comunicación. Los ejemplos dados en las figuras 7 y 10 muestran cómo utilizar la pinza de acoplamiento capacitiva para la aplicación de la tensión de ensayo perturbadora sobre los puertos de entrada/salida y de comunicación. Cuando se utiliza la pinza de acoplamiento capacitiva, se debería desacoplar correctamente el equipo no ensayado o auxiliar.

7.2.2.3 Conexiones de tierra de los armarios. El punto de ensayo del armario debe ser el borne del conductor de tierra de protección.

La tensión de ensayo se debe aplicar sobre la conexión de la tierra de protección (PE) mediante un condensador de acoplamiento de 33 nF según la figura 11.

7.3 Montaje de ensayo para ensayos “*in situ*”

Estos ensayos son opcionales. Se pueden realizar únicamente mediante acuerdo entre el fabricante y el cliente. Se debe considerar que el ensayo puede ser destructivo para el ESE y que otros equipos situados cerca pueden ser dañados o afectados de manera inaceptable.

El equipo o sistema debe ser ensayado en las condiciones finales de instalación. Los ensayos “*in situ*” se deben efectuar sin redes de acoplamiento/desacoplamiento para simular de una manera tan real como sea posible el entorno electro-magnético real.

Si hay equipos o sistemas distintos del ESE que sean indebidamente afectados durante el procedimiento de ensayo, se deben emplear redes de desacoplamiento por acuerdo entre el usuario y el fabricante.

7.3.1 Ensayo sobre los puertos de alimentación y sobre los bornes de tierra de protección

7.3.1.1 Equipos fijos montados sobre el suelo. La tensión de ensayo se debe aplicar simultáneamente entre un plano de tierra de referencia y todos los bornes de alimentación, tanto de alterna como de continua, y en el borne de tierra de protección o en el borne de tierra funcional del armario del ESE.

Para el montaje del ensayo, véase la figura 11.

Un plano de tierra de referencia con una superficie mínima de 1 m² (como se describe en el apartado 7.2.1) se debe montar cerca del ESE, conectándolo al conductor de tierra de protección en la salida de alimentación de la red.

El generador de TER/R se debe situar sobre el plano de tierra de referencia. La longitud del "hilo caliente" desde la salida coaxial del generador de TER/R a los bornes del ESE debe ser de 0,5 m ± 0,05 m. Esta conexión debe ser no apantallada, pero bien aislada. Si son necesarios condensadores de bloqueo alterna/continua, su capacidad debe ser de 33 nF. Todas las demás conexiones del ESE deberían estar de acuerdo con sus requisitos de funcionamiento.

7.3.1.2 ESE móviles, conectados a la alimentación mediante cables flexibles y clavijas. Se debe aplicar la tensión de ensayo entre cada uno de los conductores de alimentación y la tierra de protección de la salida de alimentación a la cuál el ESE está conectado (véase la figura 12).

7.3.2 Ensayo sobre los puertos de entrada/salida y de comunicación. La pinza de acoplamiento capacitiva es el método preferido para el acoplamiento de la tensión de ensayo en los puertos de entrada/salida y de comunicación. Sin embargo, si no se puede utilizar la pinza por problemas mecánicos en el cableado (dimensiones, recorrido de los cables), debe ser sustituida por una banda conductora o una lámina metálica que envuelva las líneas sometidas a ensayo. La capacidad de este montaje de acoplamiento con una banda o una lámina debería ser equivalente a la de la pinza de acoplamiento normalizada.

Un método alternativo consiste en conectar el generador de TER/R a los bornes de las líneas por medio de condensadores discretos de 100 pF, en lugar de la capacidad distribuida de los montajes con pinza, banda o lámina metálica.

Si un ESE contiene muchos puertos similares, el fabricante puede elegir ensayar un número representativo de cables en la medida en que estén claramente identificados.

La conexión a tierra del cable coaxial del generador de ensayo se debe hacer en la proximidad del punto de acoplamiento. La aplicación de la tensión de ensayo a los conectores (hilos calientes) de las líneas de comunicación coaxiales o apantalladas no está permitida.

La tensión de ensayo debería aplicarse de manera que la protección de apantallamiento del equipo no se vea reducida. Véase la figura 13 para la configuración del ensayo.

Los resultados del ensayo obtenidos con el montaje de condensadores discretos de acoplamiento son susceptibles de ser diferentes de los obtenidos con la pinza de acoplamiento o con el acoplamiento por lámina. Por ello, los niveles de ensayo especificados en el capítulo 5 pueden modificarse por un comité de producto en una norma de producto con el fin de tener en cuenta las características significativas de la instalación.

Para los ensayos "in situ", se puede convenir entre el fabricante y el usuario que puedan ensayarse cables externos rotando simultáneamente todos los cables en la pinza de acoplamiento.

8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Las características de funcionamiento del equipo de ensayo deben ser controladas antes del ensayo. Este control se puede limitar habitualmente, para el generador, a la existencia de la ráfaga a la salida del dispositivo de acoplamiento.

El procedimiento de ensayo incluye:

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

8.1 Condiciones de referencia en el laboratorio

Para reducir al mínimo la influencia de los parámetros ambientales sobre los resultados del ensayo, el ensayo se debe efectuar en las condiciones climáticas y electromagnéticas de referencia especificadas en los apartados 8.1.1 y 8.1.2.

8.1.1 Condiciones climáticas. Salvo especificaciones en contra 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 respectivos fabricantes.

Los ensayos no se deben realizar si la humedad relativa es tan alta que cause una condensación sobre el ESE o sobre los equipos de ensayo.

NOTA – Cuando se estime que hay suficientes pruebas para demostrar que los efectos del fenómeno referidos por esta norma están influidos por las condiciones climáticas, se debería informar al comité responsable de esta norma.

8.1.2 Condiciones electromagnéticas. Las condiciones electromagnéticas del laboratorio deben garantizar el funcionamiento correcto del ESE con el objeto de no influir en los resultados del ensayo.

8.2 Ejecución del ensayo

Se debe llevar a cabo el ensayo tomando como base un plan de ensayo que incluya la verificación de las características de funcionamiento correctos del ESE tal y como se definen en la especificación técnica.

El ESE debe estar en condiciones normales de funcionamiento.

El plan de ensayo debe especificar:

- el tipo de ensayo que se llevará a cabo;
- el nivel de ensayo;
- la polaridad de la tensión de ensayo (ambas polaridades son obligatorias);

- el generador externo o interno;
- la duración del ensayo no inferior a 1 min (se ha elegido 1 min para acelerar el ensayo; sin embargo, para evitar la sincronización, la duración del ensayo se puede separar en 6 ráfagas de 10 s separadas por una pausa de 10 s. En el entorno real, sobrevendrán ráfagas aleatoriamente como sucesos aislados. No está previsto que la ráfaga esté sincronizada con las señales del ESE. Los comités de producto pueden elegir otras duraciones de ensayo);
- el número de aplicaciones de la tensión de ensayo;
- los puertos del ESE a ensayar;
- las condiciones de funcionamiento representativas del ESE;
- la secuencia de aplicación de la tensión de ensayo a los puertos del ESE, uno tras otro o a cables que forman parte de más de un circuito, etc.;
- el equipo auxiliar.

9 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO

Los resultados del ensayo se deben clasificar en base a la pérdida de función o degradación del funcionamiento del equipo sometido a ensayo, con relación a un nivel de comportamiento definido por su fabricante o por el solicitante del ensayo, o por 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, recuperando el equipo sometido a ensayo 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 daños en el equipo o el programa, o a pérdida de datos.

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

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

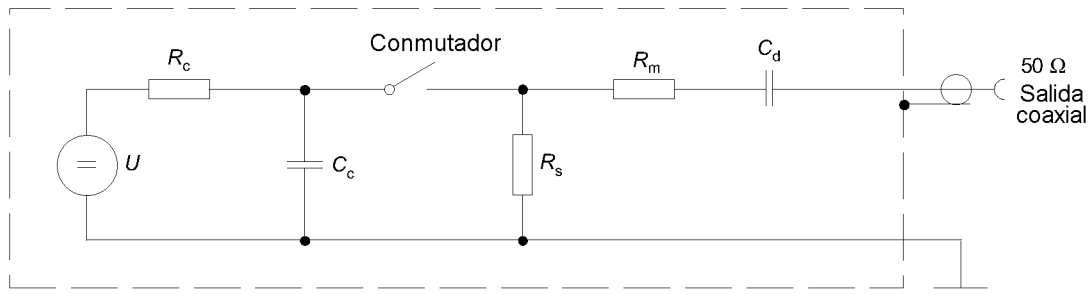
10 INFORME DE ENSAYO

El informe de ensayo debe contener todas las informaciones necesarias para reproducir el ensayo. En particular, debe registrarse lo siguiente:

- los puntos especificados en el plan del ensayo requerido en el capítulo 8 de esta norma;
- la identificación del ESE y cualquier equipo asociado, por ejemplo marca, tipo, número de serie;
- la identificación de los equipos de ensayo, por ejemplo marca, tipo, número de serie;
- todas las condiciones de entorno especiales en las que se ha realizado el ensayo, por ejemplo la envolvente apantallada;

- todas las condiciones específicas necesarias para permitir la realización del ensayo;
- el nivel de aptitud para la función definido por el fabricante, el solicitante del ensayo o el comprador;
- el criterio de aptitud para la función especificada en la norma genérica, de producto o de familia de productos;
- todos los efectos observados en el ESE durante o después de la aplicación de la perturbación de ensayo, y el tiempo durante la cual estos efectos persisten;
- la justificación de la decisión éxito/fracaso (basada en el criterio de aptitud para la función especificado en la norma genérica, de producto o de familia de productos, o en el acuerdo entre el fabricante y el comprador);
- todas las condiciones específicas de utilización, por ejemplo longitud o tipo de cables, apantallamiento o acoplamiento a tierra, o las condiciones de funcionamiento del ESE, que se requieren para asegurar la conformidad.

En lo que respecta a la incertidumbre de la medida, es suficiente declarar que el equipo de ensayo respeta los requisitos de tolerancia admitidos por la Norma IEC 61000-4-4. Sin embargo, cuando se verifica la conformidad con las tolerancias especificadas, ha de tenerse en cuenta la incertidumbre de calibración.



Componentes

- U** fuente de alta tensión
- R_c** resistencia de carga
- C_c** condensador de almacenamiento de energía
- R_s** resistencia determinante de la duración del impulso
- R_m** Resistencia de adaptación de impedancia
- C_d** condensador de bloqueo de la corriente continua

Fig. 1 – Esquema simplificado de un generador de transitorios rápidos en ráfagas

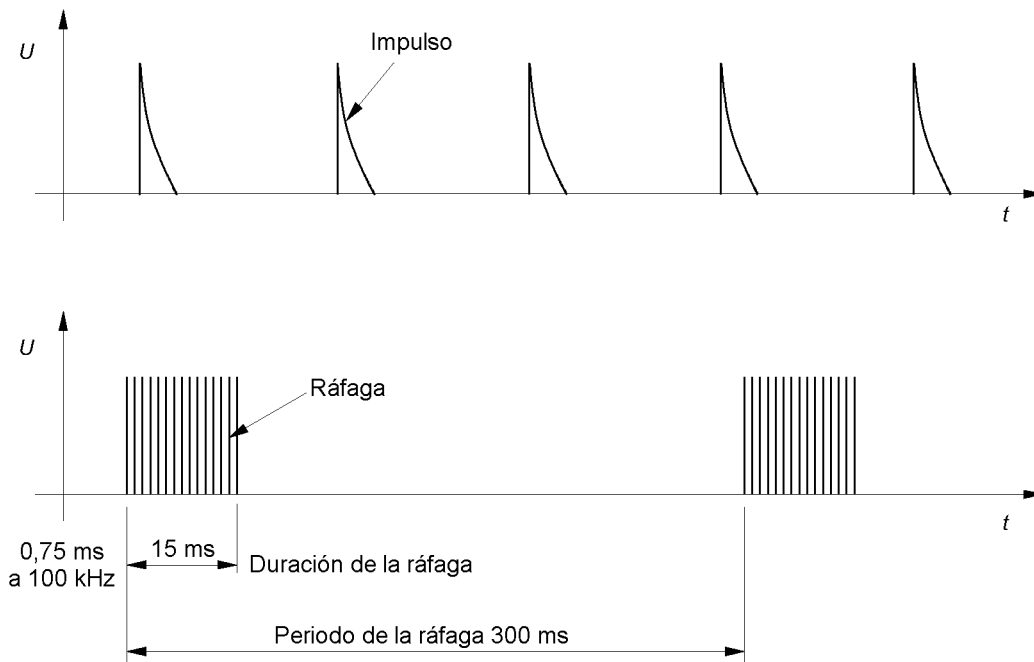


Fig. 2 – Gráfico general de un transitorio rápido en ráfaga

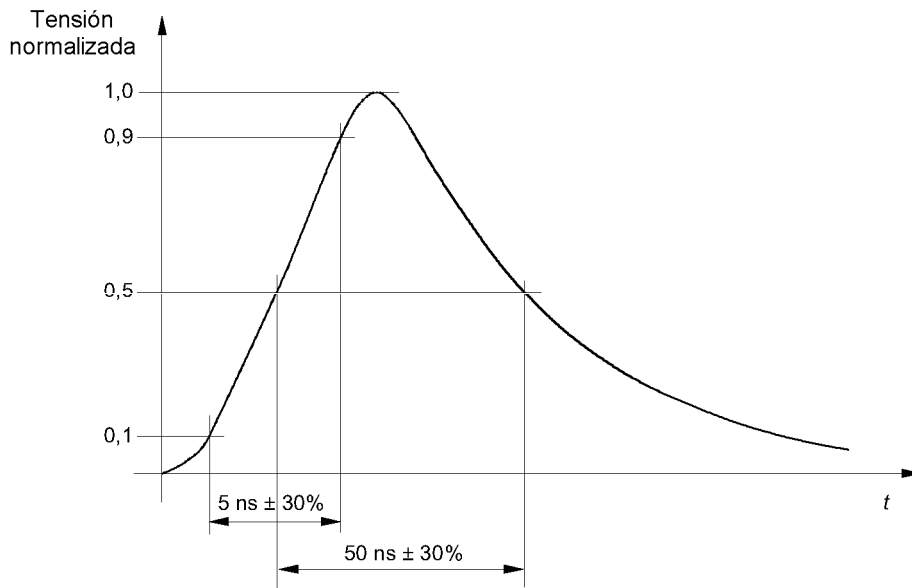
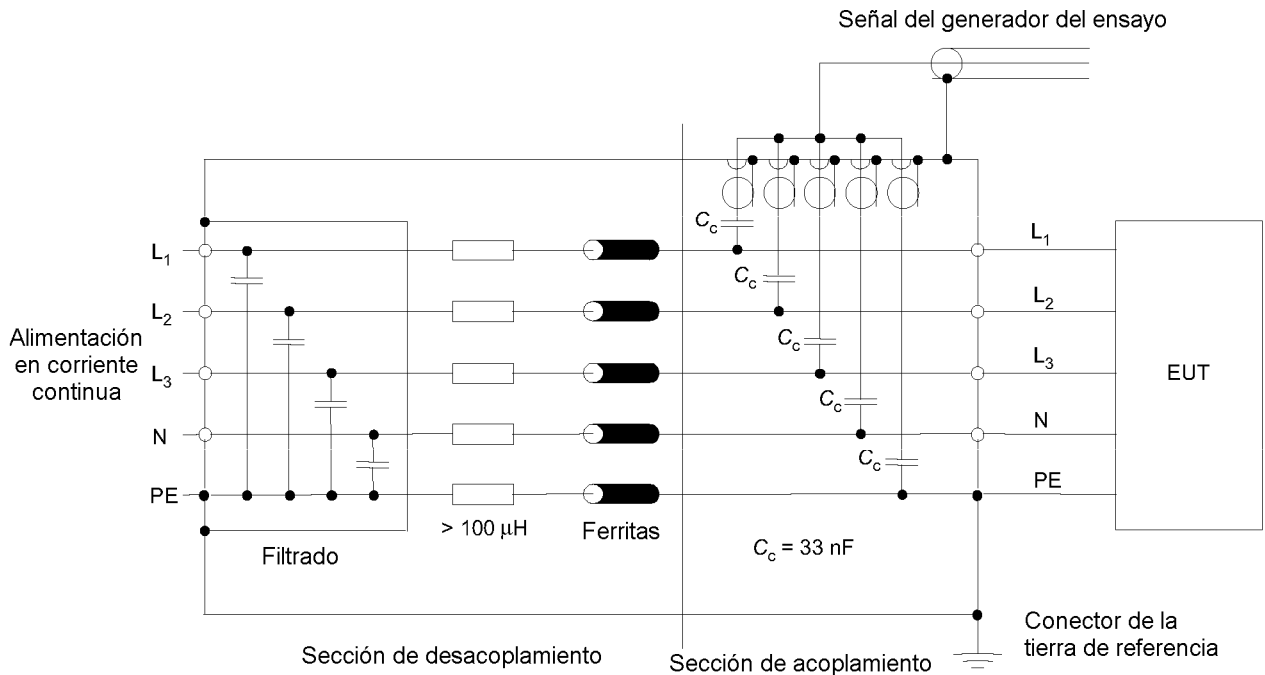


Fig. 3 – Forma de onda de un impulso único sobre una carga de 50 Ω

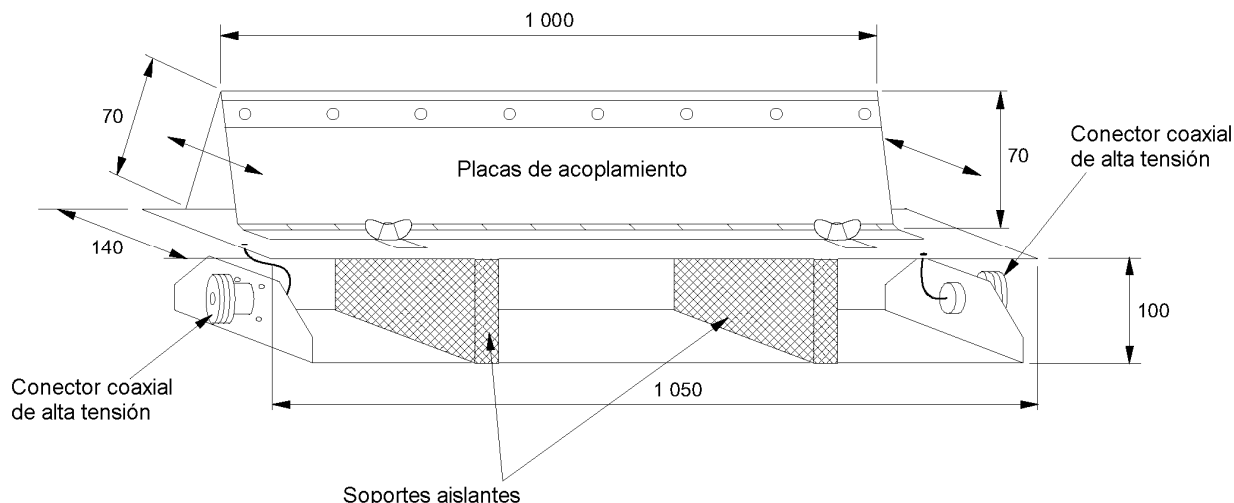


Componentes

- L₁, L₂, L₃**, fases
- N** neutro
- PE** tierra de protección
- C_c** condensador de acoplamiento

Fig. 4 – Red de acoplamiento/desacoplamiento para los puertos y bornes de alimentación de corriente alterna o de corriente continua

Dimensiones en milímetros



Atención: La distancia de la zona de acoplamiento al resto de elementos conductores que no sean el cable sometido a ensayo y del plano de tierra debe ser mayor de 0,5 m.

Fig. 5 – Construcción de la pinza de acoplamiento capacitiva

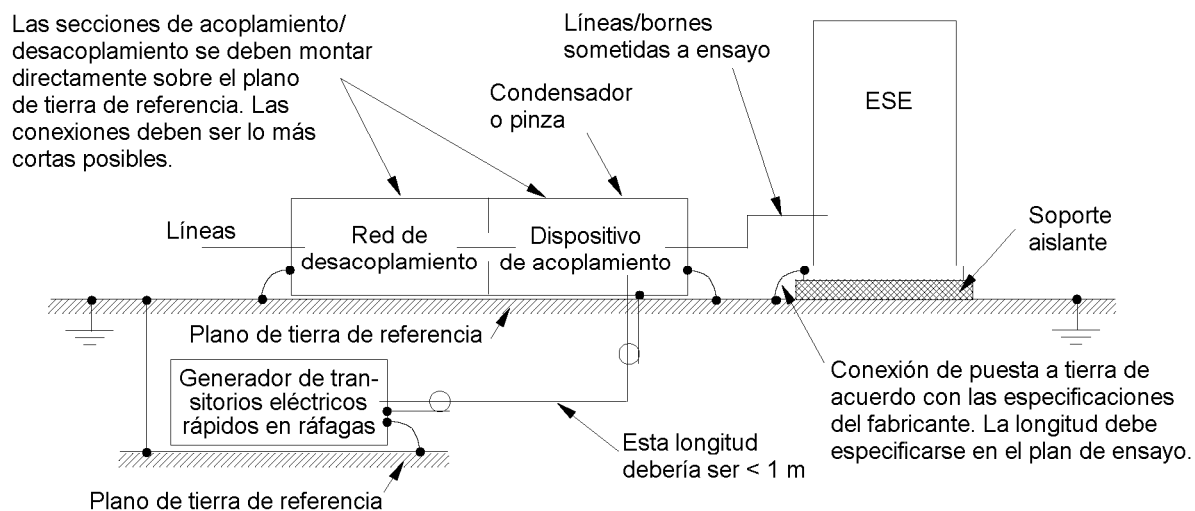
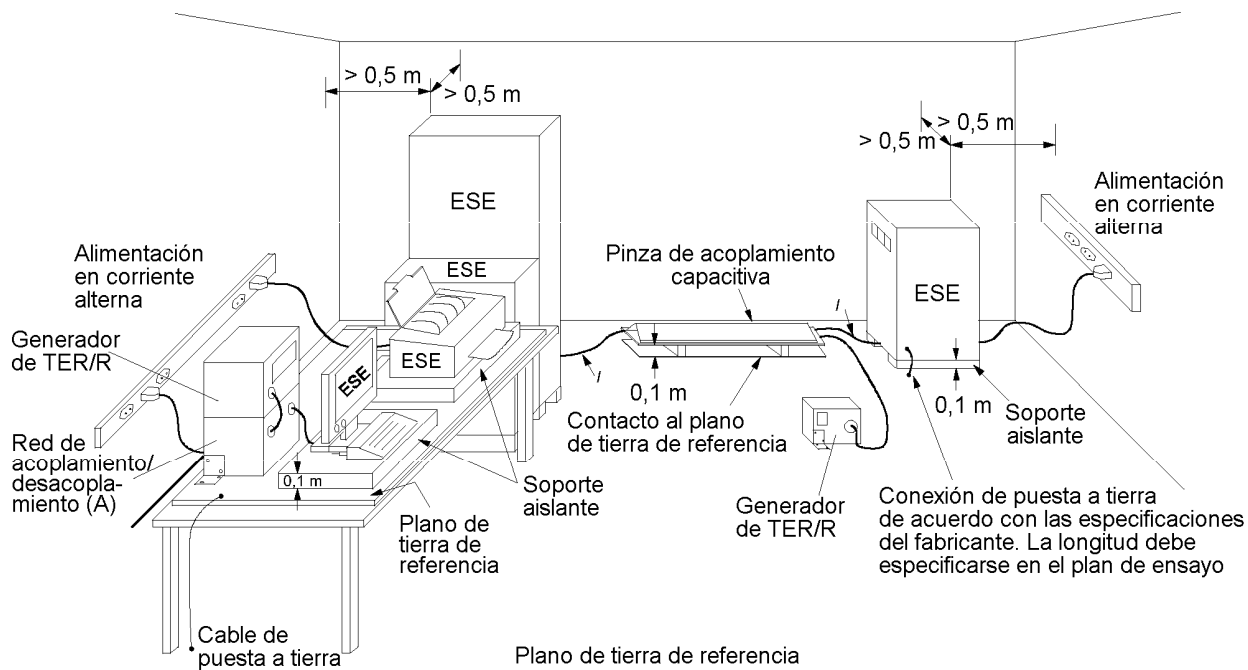


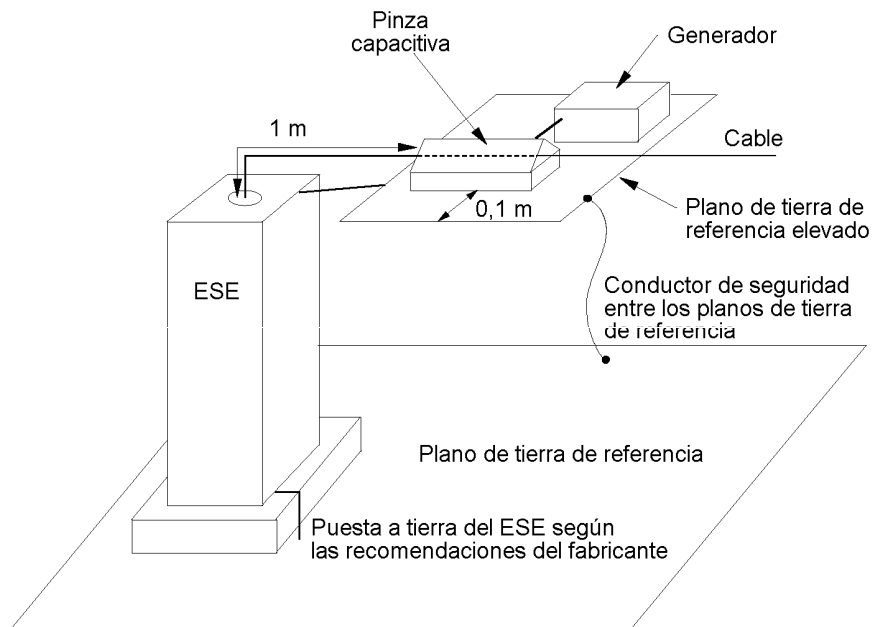
Fig. 6 – Diagrama sinóptico para los ensayos de inmunidad de transitorios eléctricos rápidos en ráfagas



Leyenda

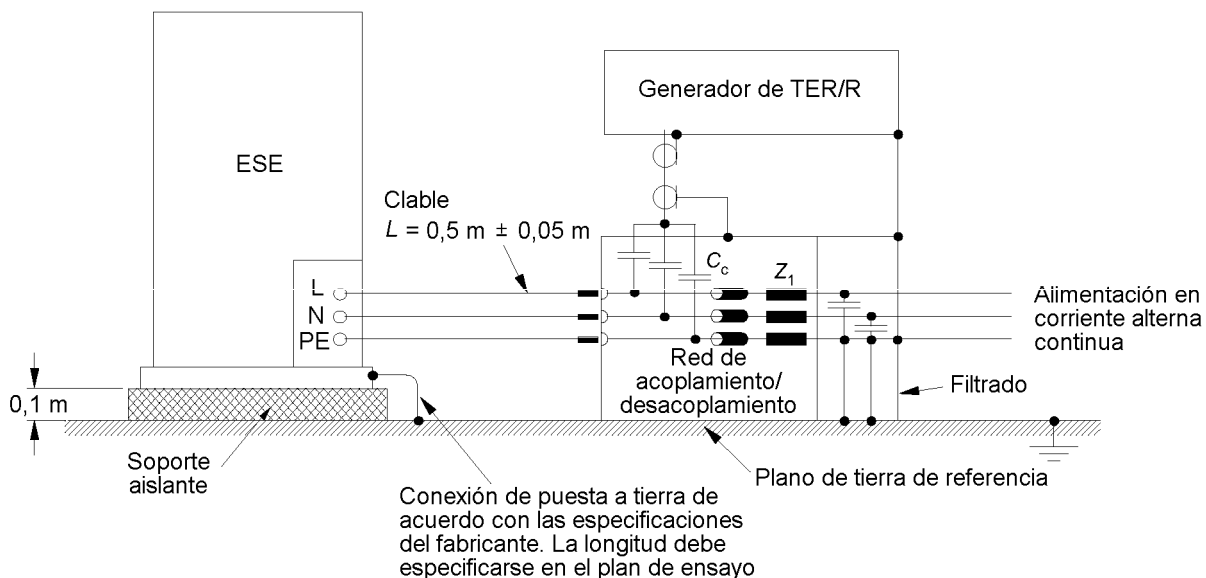
- l* longitud entre la pinza y el ESE (debería ser $0,5\text{ m} \pm 0,05\text{ m}$)
- (A) emplazamiento para el acoplamiento sobre las líneas de alimentación
- (B) emplazamiento para el acoplamiento sobre las líneas de señales

Fig. 7 – Montaje general para los ensayos de tipo en laboratorio



NOTA – La pinza puede estar montada sobre la pared de una cámara apantallada o cualquier otra superficie puesta a tierra y fijada al ESE. Para los grandes sistemas montados sobre el suelo, con cables que salen por encima, la pinza podría también estar centrada 10 cm por encima del ESE y tener cables que pasen a través del centro del plano.

Fig. 8 – Ejemplo de dispositivo de ensayo para un equipo montado en bastidor



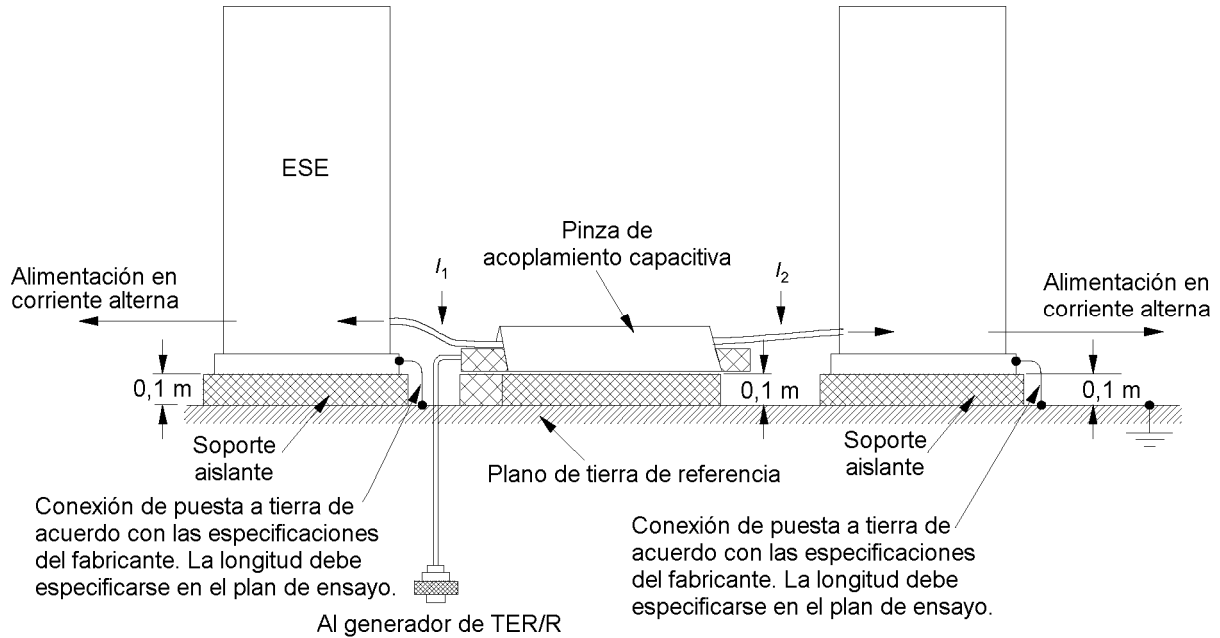
Componentes

- PE** tierra de protección
- N** neutro
- L** fase
- Z₁** inductancia de desacoplamiento
- C_c** condensadores de acoplamiento

NOTA 1 – Los bornes de alimentación continua se pueden tratar de modo similar.

NOTA 2 – Las líneas de señal y de potencia entre la red de acoplamiento/desacoplamiento y el ESE pueden ser de hasta 1 m de longitud si se especifica en las normas de productos o de familias de productos.

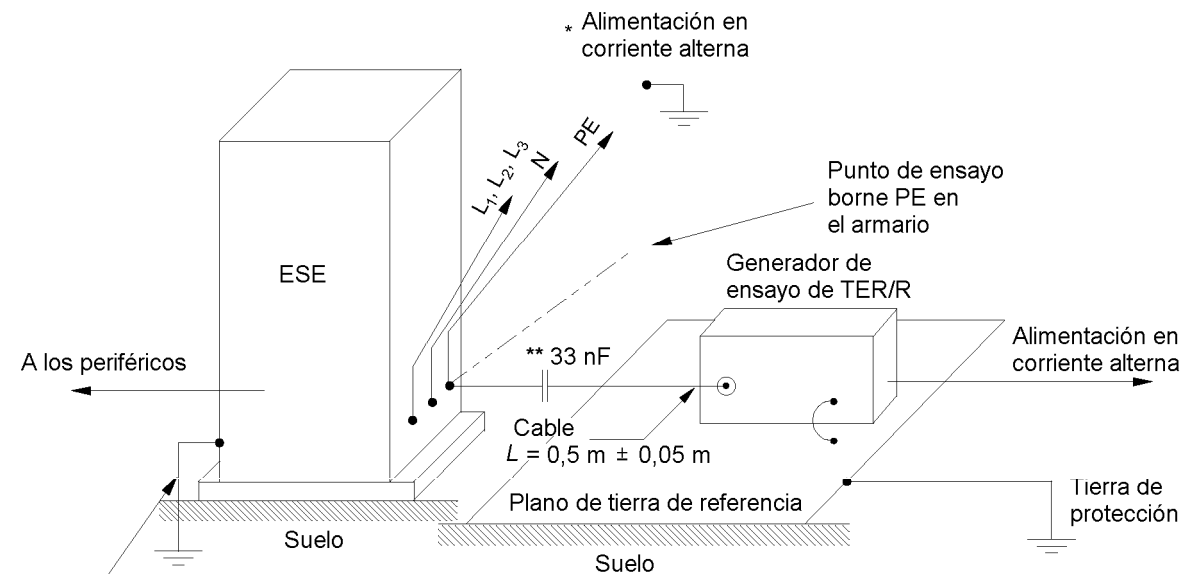
Fig. 9 – Ejemplo de montaje para el acoplamiento directo de la tensión de ensayo sobre los puertos o los bornes de alimentación en corriente alterna o en corriente continua para los ensayos en laboratorio



En el caso del ensayo simultáneo de dos ESE: $I_1 = I_2 = 0,5 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ entre la pinza y el ESE ensayado. Cuando se ensaya un solo ESE, tiene que insertarse una red de desacoplamiento entre la pinza capacitiva y el ESE no ensayado.

NOTA – El generador de TER/R tiene que estar conectado al plano de tierra de referencia.

Fig. 10 – Ejemplo de montaje para la aplicación de la tensión de ensayo por medio de la pinza de acoplamiento capacitiva para los ensayos en laboratorio



Conexión de puesta a tierra de acuerdo con las especificaciones del fabricante. La longitud debe especificarse en el plan de ensayo.

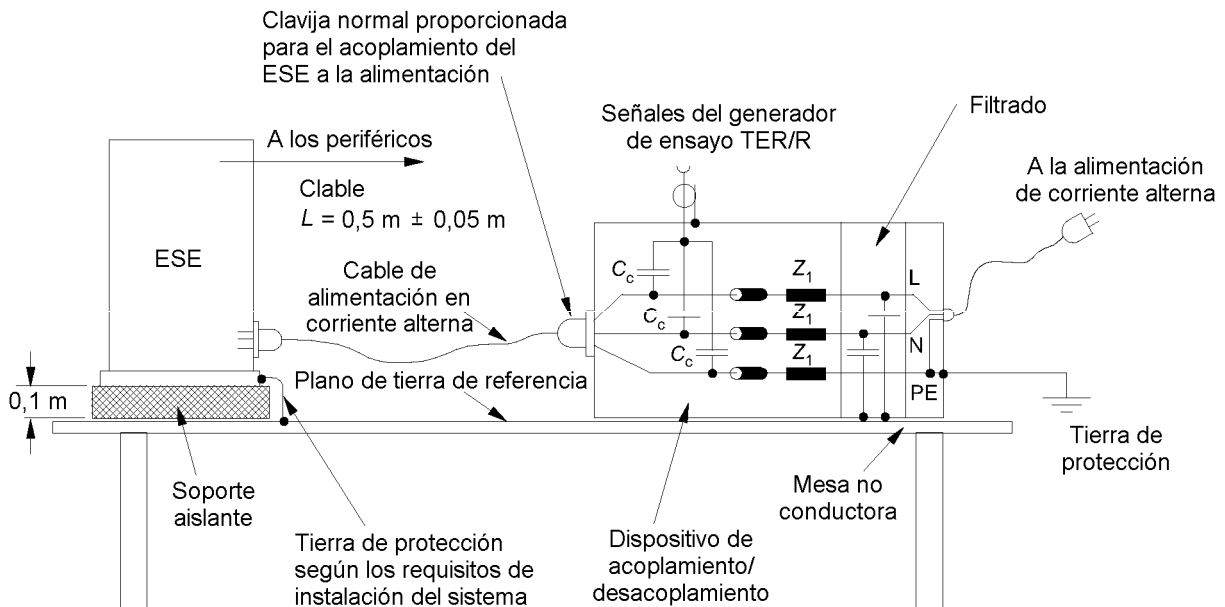
* los bornes de alimentación continua se deben tratar de modo similar.

** condensadores de bloqueo, si son necesarios.

Componentes

PE	tierra de protección
N	neutro
L_1, L_2, L_3	fases

Fig. 11 – Ejemplo de ensayo “in situ” sobre los puertos de alimentación en corriente alterna o en corriente continua y sobre los bornes de tierra de protección para ESE fijos montados sobre el suelo



Componentes

- C_c condensadores de acoplamiento = 33 nF
 Z_1 inductancia de desacoplamiento > 100 μH
 L fase
 N neutro
 PE tierra de protección

NOTA – Las líneas de señal y de alimentación pueden ser de hasta 1 m de longitud si se especifica en las normas de productos o de familias de productos.

Fig. 12 – Ejemplo de ensayo “*in situ*” sobre el puerto de alimentación en corriente alterna y sobre los bornes de tierra de protección para ESE móviles

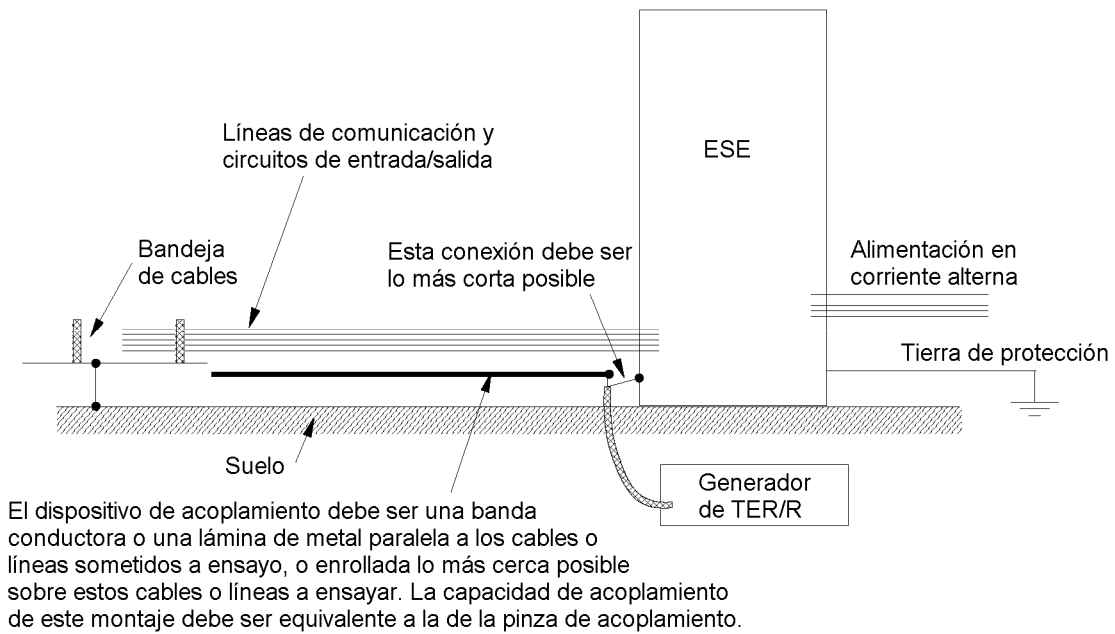


Fig. 13 – Ejemplo de ensayo “in situ” sobre los puertos de comunicación y de entrada/salida sin la pinza de acoplamiento capacitiva

ANEXO A (Informativo)**INFORMACIÓN SOBRE LOS TRANSITORIOS ELÉCTRICOS RÁPIDOS****A.1 Introducción**

La ráfaga de transitorios eléctricos rápidos (TER) se genera por la conmutación de cargas inductivas. La referencia comúnmente dada al transitorio de conmutación es la de transitorio rápido y se puede describir en base a:

- la duración de la ráfaga - que se determina de manera predominante por la energía almacenada en la inductancia antes de la conmutación;
- la tasa de repetición de los transitorios individuales;
- la amplitud variable de los transitorios que componen una ráfaga - determinada principalmente por las características mecánicas y eléctricas del contacto de conmutación (velocidad de los contactos durante la operación de apertura, capacidad de la tensión soportada por los contactos en posición abierta).

Generalmente, los transitorios eléctricos rápidos no tiene parámetros únicos que dependan de las características del contacto de conmutación o de la carga conmutada.

A.2 Amplitud del impulso

El nivel de los impulsos medidos en los conductores de una línea puede tener el mismo valor que el acoplamiento galvánico de esta línea con el contacto de conmutación. En el caso de la alimentación y de algunos circuitos de control, esto puede también ser cierto cerca (distancia del orden de 1 m) de los contactos. En este caso, la perturbación se transfiere por inducción (por ejemplo capacitiva). La amplitud es una fracción del nivel medido en los contactos.

A.3 Tiempo de subida

Sin embargo, es conveniente notar que cuando la distancia a la fuente aumenta, la forma de onda se modifica debido a las pérdidas de propagación, de dispersión, y de reflexiones debidas a las distorsiones causadas por las cargas conectadas. El tiempo de subida de 5 ns asumido para las especificaciones del generador de ensayo es un compromiso que tiene en cuenta el efecto de atenuación de las componentes de alta frecuencia en la propagación del impulso.

Un tiempo de subida más corto, por ejemplo de 1 ns, daría resultados de ensayo más conservadores, y su propiedad se relaciona principalmente con los equipos que tienen conexiones cortas con la fuente de los transitorios eléctricos rápidos.

NOTA - El tiempo de subida verdadero del TER a la fuente, para una gama de tensiones de 500 V a 4 kV y más, está muy cercano al tiempo de subida de una descarga electrostática (en el aire) - siendo el mismo mecanismo de descarga.

A.4 Duración del impulso

La duración real difiere significativamente de la especificada en la primera edición, así como en esta segunda edición de la norma. Sin embargo, es coherente con la duración de los impulsos medidos como tensiones inducidas en los circuitos víctimas, debido a la menor relevancia de los componentes de baja frecuencia de los impulsos.

A.5 Velocidad de repetición de los impulsos

La tasa de repetición depende de numerosos factores. Por ejemplo:

- la constante de tiempo del circuito de carga (resistencia, inductancia y capacidad distribuida de la carga inductiva conmutada);
- la constante de tiempo del circuito de conmutación, incluyendo la impedancia de la línea que conecta esta carga al contacto de conmutación;
- la velocidad del contacto durante la acción de apertura;
- la tensión soportada del contacto de conmutación.

La tasa de repetición es por tanto variable, y el rango de una década o más es bastante común.

NOTA – En la práctica, la velocidad de repetición de 100 kHz se podría seleccionar para el ensayo como frecuencia de repetición de compromiso, debido a la necesidad de incluir en un ensayo el rango de los parámetros más significativos de los TER/R.

A.6 Número de impulsos por ráfaga y duración de las ráfagas

Este o estos parámetros dependen de la energía almacenada por la carga inductiva conmutada así como de la tensión soportada del contacto de conmutación.

El número de impulsos por ráfaga está directamente relacionado con la tasa de repetición de los impulsos y la duración de las ráfagas. A partir de resultados medidos, la mayor parte de las duraciones de las ráfagas están muy próximas a 2 ms, con la excepción de los relés de contacto de mercurio, cuya utilización no es tan común como la de los otros tipos considerados aquí.

NOTA – La duración de 0,75 ms ha sido elegida como tiempo de referencia para el ensayo a 100 kHz. En consecuencia, 75 es el número de impulsos por ráfaga resultante.

ANEXO B (Informativo)**SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE ENSAYO**

Los niveles de ensayo deberían seleccionarse de acuerdo con las condiciones ambientales y de instalación más realistas. Estos niveles se indican en el capítulo 5 de esta norma.

Los ensayos de inmunidad están correlacionados con estos niveles con el fin de establecer un nivel de funcionamiento para el entorno en el que se espera vaya a trabajar el equipo.

Para el ensayo de los puertos de entrada/salida, de control, de señal y de datos del ESE, se utiliza la mitad de los valores de ensayo empleados en los puertos de alimentación.

La selección recomendada de niveles de ensayo para TER/R en función del entorno electromagnético, basándose en la observación de las prácticas habituales en materia de instalación, es la siguiente:

a) Nivel 1: Entorno bien protegido

La instalación se caracteriza por lo siguiente:

- supresión de todos los TER/R en los circuitos de alimentación y de control conmutados;
- separación insuficiente entre las líneas de alimentación en corriente alterna y corriente continua y los circuitos de control y de medida que provienen de otros entornos pertenecientes a niveles de severidad más elevados;
- cables de alimentación apantallados y puestos a tierra en ambos extremos mediante la tierra de referencia de la instalación y protección de la alimentación por filtrado.

La sala de ordenadores puede ser representativa de este tipo de entorno.

La aplicación de este nivel para el ensayo de equipos se limita a los circuitos de alimentación para los ensayos de tipo, y a los circuitos conectados a tierra y armarios de equipos para ensayos “in situ”.

b) Nivel 2: Entorno protegido

La instalación se caracteriza por lo siguiente:

- supresión parcial de los TER/R en los circuitos de alimentación y de control que son conmutados únicamente por relés (no por contactores);
- separación insuficiente de los circuitos industriales que pertenecen al entorno industrial de otros circuitos asociados con entornos que tienen niveles de severidad más elevados;
- separación física entre los cables de alimentación y de control no apantallados de los cables de señal y de conmutación.

La sala de control o la sala de terminales de las plantas industriales y eléctricas puede ser representativa de esta clase de entorno.

c) Nivel 3: Entorno industrial tipo

La instalación se caracteriza por lo siguiente:

- sin supresión de los TER/R en los circuitos de alimentación y de control que sólo se conmutan por relés (no por contactores);
- separación insuficiente entre los circuitos del entorno industrial y otros circuitos asociados con entornos de niveles de severidad más elevados;
- cables dedicados para la alimentación, el control, las líneas de señal y de comunicación;
- separación insuficiente entre los cables de alimentación, de control, de señal y de comunicación;
- disponibilidad de un sistema de puesta a tierra compuesto de tubos conductores, conductores de tierra con bandejas de cables (conectados al sistema de puesta a tierra de protección) y por una red de tierra mallada.

Se pueden considerar representativos de esta clase de entorno los equipos de procesos industriales.

d) Nivel 4: Entorno industrial severo

La instalación se caracteriza por lo siguiente:

- sin supresión de los TER/R en los circuitos de alimentación y de control y en los circuitos de potencia que son conmutados por relés y por contactores;
- sin separación entre los circuitos que provienen del entorno industrial severo y otros circuitos asociados con entornos de mayor nivel de severidad;
- sin separación entre los cables de alimentación, de control, de señal y de comunicación;
- utilización de cables multiconductores comunes para las líneas de control y de señal.

Pueden ser representativos de este entorno los equipos en zonas exteriores de las plantas industriales donde no se ha adoptado ninguna práctica de instalación específica, las centrales eléctricas, los parques de subestaciones de AT al aire libre y de subestaciones aisladas con gas con tensiones de hasta 500 kV de tensión de funcionamiento (con normas de instalación específicas).

e) Nivel 5: Situaciones particulares a analizar

La menor o mayor separación electromagnética de las fuentes de perturbación de los circuitos, cables, líneas, etc., y la calidad de las instalaciones pueden exigir el empleo de un mayor o menor nivel de entorno que los descritos más arriba. Se debería hacer notar que líneas de equipos provistas de un mayor nivel de severidad pueden penetrar en un entorno de menor nivel de severidad.

BIBLIOGRAFÍA

IEC 60050-300:2001 – *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 61000-4:1995 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 4: Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.*

| NOTA – Armonizada como Norma EN 61000-4-4:1995 (sin ninguna modificación).

ANEXO ZA (Normativo)

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

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

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

Norma Internacional	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente¹⁾
IEC 60050-161	1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.	–	–	UNE 21302-161:1992 ²⁾

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

2) El título de la norma UNE es "*Vocabulario electrotécnico. Compatibilidad electromagnética*".

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32

AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DE VIGO