

Julio 1998

### TÍTULO

**Compatibilidad electromagnética (CEM)**

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

**Sección 24: Métodos de ensayo para dispositivos de protección para perturbaciones conducidas de IEMN-GA**

**Norma básica de CEM**

*Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 24: Test methods for protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC publication.*

*Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 24: Méthodes d'essais pour les dispositifs de protection pour perturbations conduites IEMN-HA. Publication fondamentale en CEM.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-24 de mayo 1997, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 61000-4-24:1997.

### OBSERVACIONES

### ANTECEDENTES

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



ICS 33.100

**Descriptor:** Entorno, medio ambiente, impulsión, pulsación, campo electromagnético, explosión, reacción nuclear, energía nuclear, compatibilidad electromagnética, perturbación radioeléctrica, interferencia electromagnética, dispositivo de protección.

Versión en español

**Compatibilidad electromagnética (CEM)**  
**Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida**  
**Sección 24: Métodos de ensayo para dispositivos de protección**  
**para perturbaciones conducidas de IEMN-GA**  
**Norma básica de CEM**  
**(CEI 61000-4-24:1997)**

Electromagnetic compatibility (EMC).  
Part 4: Testing and measurement  
techniques. Section 24: Test methods for  
protective devices for HEMP conducted  
disturbance. Basic EMC publication.  
(IEC 61000-4-24:1997).

Compatibilité électromagnétique (CEM).  
Partie 4: Techniques d'essai et de mesure.  
Section 24: Méthodes d'essais pour les  
dispositifs de protection pour  
perturbations conduites IEMN-HA.  
Publication fondamentale en CEM.  
(CEI 61000-4-24:1997).

Elektromagnetische Verträglichkeit  
(EMV). Teil 4: Prüf- und Meßverfahren.  
Hauptabschnitt 24: Prüfverfahren für  
Einrichtungen zum Schutz gegen  
leitunggeführte HEMP-Störgrößen  
EMV Grundnorm.  
(IEC 61000-4-24:1997).

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1997-03-11. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

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

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

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, 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**

© 1997 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

### ANTECEDENTES

El texto del documento 77C/37/FDIS, futura edición 1 de la Norma CEI 61000-4-24, preparado por el Subcomité 77C, Inmunidad a los impulsos electromagnéticos nucleares a gran altitud (IEMN-GA), del Comité Técnico 77, Compatibilidad electromagnética de CEI, fue sometido al voto paralelo CEI-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como EN 61000-4-24 el 1997-03-11.

Se fijaron las siguientes fechas:

- Fecha límite en la que la EN debe ser adoptada a nivel nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación (dop) 1997-12-01
- Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes (dow) 1997-12-01

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

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

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

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC

### DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 61000-4-24:1997 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.

En la versión oficial, añadir en el anexo A, Bibliografía, la siguiente nota para la norma indicada:

CEI 1000-5-5      NOTA: Armonizada como EN 61000-5-5:1996 (sin modificar).

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA .....</b>	<b>6</b>
<b>3 DEFINICIONES .....</b>	<b>6</b>
<b>4 MÉTODOS DE ENSAYO PARA DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA PERTURBACIONES CONDUCIDAS.....</b>	<b>7</b>
4.1 Generalidades.....	7
4.2 Instalación de ensayo .....	7
4.3 Generador de impulsos.....	8
4.4 Línea de emisión .....	8
4.5 Dispositivos de ensayo .....	8
4.5.1 Generalidades.....	8
4.5.2 Dispositivos de tipo A .....	8
4.5.3 Dispositivos de tipo B.....	8
4.6 Conexiones de salida (carga).....	9
4.7 Osciloscopio .....	10
4.8 Procedimiento de ensayo .....	10
4.8.1 Ajuste del generador de impulsos.....	10
4.8.2 Procedimientos de verificación .....	10
4.8.3 Ensayo.....	10
4.8.4 Examen final del DSE.....	10
4.9 Referencias para esta norma.....	11
<b>ANEXO A – BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>12</b>

**COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM)**  
**Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida**  
**Sección 24: Métodos de ensayo para dispositivos de protección**  
**para perturbaciones conducidas de IEMN-GA**  
**Norma básica de CEM**

## INTRODUCCIÓN

La CEI ha iniciado la preparación de métodos normalizados de protección para la población civil contra los efectos de las explosiones nucleares a gran altitud. Tales efectos pueden provocar la interrupción de redes de comunicación, redes de suministro eléctrico, redes informáticas, etc.

Esta sección de CEI 61000-4 se integra dentro de un conjunto completo de normas que trata sobre todos los tipos de inmunidad al impulso electromagnético nuclear a gran altitud. Aquí se utilizará como acrónimo adecuado "IEMN-GA".

No obstante, la aplicación de esta norma es independiente de las otras partes y secciones de la CEI 61000 excepto en el caso de normas referidas específicamente.

Esta norma se relaciona con la CEI 61000-5-5.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección de la Norma Internacional CEI 61000-4 define los métodos de ensayo referentes a dispositivos de protección de IEMN-GA contra perturbaciones conducidas. Comprende principalmente ensayos de tensión de ruptura dieléctrica y de limitación de la tensión residual, incluyéndose los métodos de medida de tensión en condiciones ambientales de IEMN-GA, en el caso de variaciones muy rápidas de tensión (u) y de corriente (i) en función del tiempo.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

La norma que a continuación se relaciona contiene disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación la edición indicada estaba en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de la norma indicada a continuación. Los miembros de CEI e ISO poseen el registro de normas internacionales en vigor en cada momento.

CEI 50 (161):1990 – *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.*

## 3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta sección de la CEI 61000-4, se aplican las siguientes definiciones:

**3.1 DSE:** Dispositivo sometido a ensayo.

**3.2 tubo de descarga:** Uno o varios espacios con dos o tres electrodos metálicos sellados herméticamente de modo que la mezcla de gas y la presión estén bajo control, diseñados para proteger el material o al personal de las tensiones transitorias elevadas.

**3.3 elemento de protección primario:** Primer elemento de protección, visto desde el lado no protegido de la protección, por el que se desvía la mayor parte de la corriente transitoria.

**3.4 lado protegido:** Lado de la protección donde se sitúa el material a proteger.

**3.5 lado no protegido:** Lado de la protección en el que se espera que se produzca un fenómeno de sobretensión.

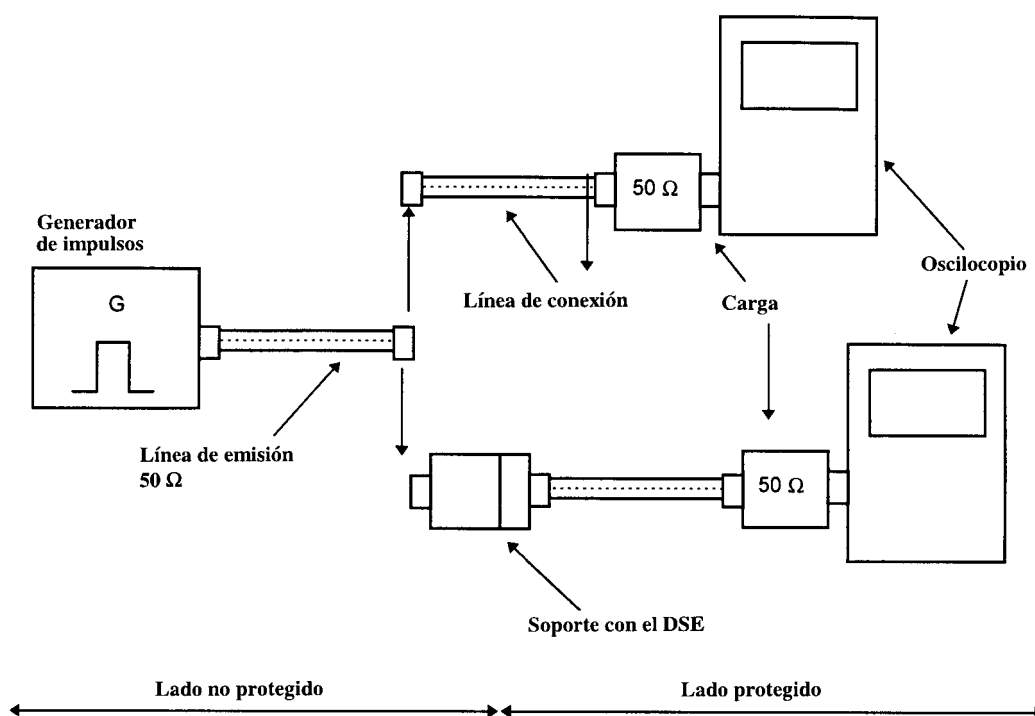
## 4 MÉTODOS DE ENSAYO PARA DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN PARA PERTURBACIONES CONDUCCIDAS

### 4.1 Generalidades

El comportamiento real de un dispositivo de protección bajo condiciones de IEMN-GA depende en gran medida de cómo está integrado en su lugar de uso y de otras circunstancias presentes (por ejemplo la calidad del blindaje entre el lado protegido y el no protegido del elemento de protección). En los procedimientos de ensayo siguientes se tiene esto en cuenta. Estos están definidos de modo que los resultados obtenidos se ajusten lo mejor posible a las características del dispositivo sometido a ensayo (DSE). La instalación de ensayo del dispositivo de protección no difiere en demasía de la instalación práctica. Para que esta norma de ensayo sea lo más simple posible y aplicable universalmente, se admite la optimización de la instalación de ensayo dentro de ciertos límites pero sin desviarse de las instalaciones prácticas de la protección.

### 4.2 Instalación de ensayo

La instalación de ensayo consiste en un generador de impulsos (G), una línea de emisión, el dispositivo/soporte del DSE, y la carga con la línea de conexión y el osciloscopio (véase figura 1). La impedancia característica deberá ser la misma para todos los elementos de la instalación. Si se utilizan impedancias distintas de  $50 \Omega$ , deberán especificarse.



**Fig. 1 – Instalación de ensayo para dispositivos de protección**

Para prevenir fenómenos de acoplamiento parásitos entre el generador de impulsos y el osciloscopio, los lados no protegidos y protegidos de la instalación deberán estar completamente blindados. Se recomienda el uso de cables trenzados o de blindaje continuo. Asegurarse de usar conectores coaxiales de alta calidad con una impedancia característica adecuada, que puedan soportar impulsos de alta tensión. Tener en cuenta los bucles de masa.

### 4.3 Generador de impulsos

El generador de impulsos tendrá una impedancia característica de  $50 \Omega$  o el valor especificado. Deberá producir un impulso de tensión rectangular con una carga adaptada. El frente de onda deberá tener una pendiente de por lo menos  $1 \text{ kV/ns}$  en el instante de encendido o de limitación del dispositivo de protección primario del DSE. La tensión de salida (para una carga adaptada) deberá ajustarse hasta un valor dos veces superior a la tensión de limitación del DSE prevista. Serán posibles las dos polaridades. La duración del impulso deberá ser por lo menos  $20 \text{ ns}$ .

### 4.4 Línea de emisión

La línea de emisión se compone de un cable coaxial con una impedancia característica de  $50 \Omega$  o igual al valor indicado. El cable entre el generador de impulsos y el DSE deberá ser lo suficientemente largo para que las reflexiones que provengan del DSE no lleguen al generador de impulsos durante el frente de impulso. El tiempo de propagación unidireccional a lo largo del cable deberá ser mayor que la mitad del tiempo del frente de impulso. Debido a que la atenuación del cable está ligada a la frecuencia, es posible disminuir la pendiente del frente de impulso y, de ese modo, ajustarlo al valor deseado, mediante la extensión de la línea de emisión.

### 4.5 Dispositivos de ensayo

**4.5.1 Generalidades.** Los dispositivos de ensayo utilizados son mecánicos, estando equipados con conectores coaxiales en los bornes sin protección y protegidos. Éstos servirán para mantener el DSE en su lugar. Podrán utilizarse dos tipos diferentes: los dispositivos de tipo A y los de tipo B.

**4.5.2 Dispositivos de tipo A.** Se pueden ensayar tubos de descarga destinados para la protección de aplicaciones coaxiales de alta frecuencia en sus correspondientes soportes disponibles en el mercado. El dispositivo de protección se inserta entre el conductor interno y el conductor externo en el montaje de la instalación coaxial, produciéndose un mínimo de influencia sobre la impedancia característica. Las medidas efectuadas con tales soportes obtienen resultados con una buena reproducibilidad, permitiendo la medida de los parámetros inherentes al dispositivo.

**4.5.3 Dispositivos de tipo B.** Los dispositivos de tipo B son universales y en principio, se emplean para todos los tipos de protecciones de dos y cuatro bornes, tanto si están destinados o no a ser montados en configuración de través. En cualquier caso, las medidas efectuadas con componentes de baja tensión como diodos y varistores pueden estar fuertemente influenciadas por el exceso inductivo debido a una  $di/dt$  elevada. Los resultados pueden estar relacionados con las dimensiones mecánicas del DSE y su inserción en el dispositivo de ensayo en lugar de las características inherentes al componente.

Los dispositivos de ensayo del tipo B se componen de tres partes principales: el recinto (caja) no protegido, un blindaje de separación y el recinto (caja) protegido (véase figura 2).

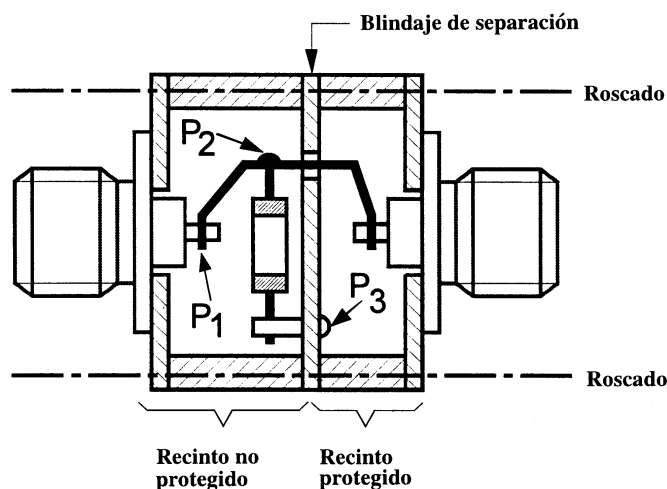
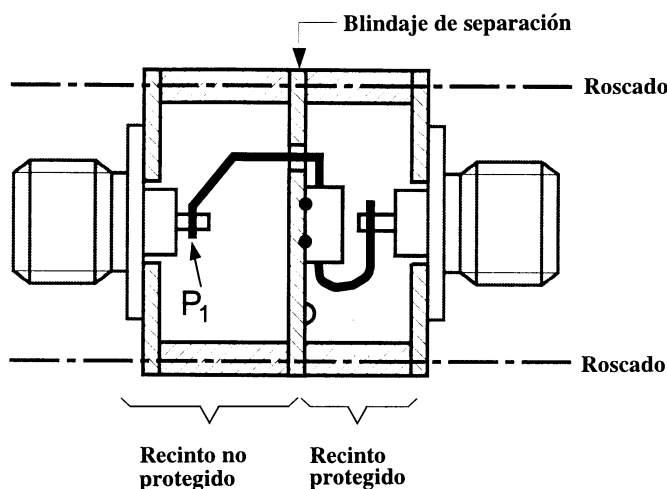


Fig. 2 – Ejemplo de un dispositivo de ensayo de tipo B con dos bornes sin configuración de través





**Fig. 3 – Ejemplo de un dispositivo de ensayo de tipo B con cuatro bornes sin configuración de través**

#### ***Recinto no protegido***

El interior del recinto no protegido deberá ser de sección circular. Su diámetro y su longitud pueden ser adaptadas al tamaño del DSE. El recinto puede estar dividido en dos partes según el plano axial con el fin de facilitar el acceso a los puntos de soldadura. Salvo especificación en contrario, la longitud del cable desde el conector no protegido ( $P_1$ ) al punto de soldadura del DSE ( $P_2$ ) no deberá exceder la longitud del paso recorrido por la corriente entre los puntos  $P_2$  y  $P_3$  situados en el recinto no protegido.

#### ***Blindaje de separación***

Los dispositivos de protección instalados en configuración de través deberán insertarse en el blindaje de separación siguiendo el mismo proceso que el utilizado en la práctica.

Para otros dispositivos distintos a los instalados en configuración de través, deberá instalarse un cable a través de un orificio como se indica en la figura 2. Se puede aislar el cable o el borde del orificio. Salvo especificación en contrario, no se deberá utilizar ningún condensador ni cualquier otro componente instalado en configuración de través. Se podrá instalar un DSE no instalado en configuración de través cerca del blindaje pero sin hacer contacto, excepto si se destina para fijarlo a una pared metálica (véase figura 3).

#### ***Recinto protegido***

El recinto protegido no sirve más que como transición al conector protegido. El recinto protegido deberá ser lo más corto posible. La longitud de la conexión entre el punto  $P_2$  y el conector protegido deberá ser lo más corta posible.

#### **4.6 Conexiones de salida (carga)**

La carga deberá adaptarse a la impedancia característica de la instalación del ensayo dentro de la banda pasante de 3 dB del osciloscopio. Deberá ser del tipo de configuración de través, seguida a continuación de una sonda de alta impedancia del osciloscopio que hace de divisor de tensión, o que sea parte de la primera etapa de un atenuador situado delante del osciloscopio. La línea situada entre el dispositivo de ensayo y la carga deberá tener la misma impedancia que la carga. Deberá ser lo más corta posible. Su atenuación será menor que 0,5 dB a la frecuencia superior de corte de 3 dB del osciloscopio. Asegurarse que la carga resista a los impulsos de ensayo sin degradarse.

#### 4.7 Osciloscopio

El ancho de banda del osciloscopio y de los otros componentes de la instalación del ensayo deberá ser suficiente para que la incertidumbre global de los valores de cresta de  $u$  y de  $du/dt$  debidos a la limitación del ancho de banda y otros tipos de errores no sea superior a  $\pm 20\%$ .

#### 4.8 Procedimiento de ensayo

**4.8.1 Ajuste del generador de impulsos.** La línea de emisión (véase figura 1) primero se une directamente a la línea conectada a la carga.

El generador de impulsos se ajusta como sigue:

- si el DSE, o el elemento de protección primario de un DSE de cuatro bornes es un tubo de descarga de gas, la pendiente del frente de onda del impulso previsto deberá ser por lo menos de 1 kV/ns a la tensión disruptiva del tubo de descarga de gas durante el ensayo;
- si el DSE, o el elemento de protección primario de un DSE de cuatro bornes es un dispositivo limitador de tensión (por ejemplo un diodo o un varistor), la mayor pendiente tangencial del frente de onda del impulso previsto será.

$$du/dt = (1/2) \times Z_c \times di/dt$$

donde  $Z_c$  es la impedancia característica y  $di/dt$  es el valor especificado<sup>1)</sup>.

**4.8.2 Procedimientos de verificación.** La línea de emisión (véase figura 1) se conecta luego al dispositivo de ensayo.

Si se utiliza un dispositivo de ensayo de tipo B, deben verificarse las características de transmisión de la conexión interna entre el conector no protegido y el conector protegido de la instalación del ensayo.

Para ello, se retira el DSE y se aplica el mismo impulso que en 4.8.1 (ajuste del generador de impulsos). La señal medida no diferirá de la medida en 4.8.1 en más del 10%. Si difiere en más del 10%, se deberá incrementar el diámetro del cable conector (una mayor capacidad con respecto a masa reducirá la impedancia característica y mejorará la adaptación entre el generador de impulsos y la carga).

Para asegurarse que no se producen acoplamientos no deseados entre el lado no protegido y el lado protegido, se efectuarán ensayos de verificación con las siguientes modificaciones en la instalación del ensayo:

Si el DSE es un dispositivo de dos hilos, deberá ser reemplazado por un cortocircuito de la misma longitud y forma que el DSE. La conexión entre  $P_2$  y la patilla central del conector protegido (véase figura 2) deberá ser retirada. Se realizará un ensayo con la patilla central del conector protegido “al aire” y otro con la patilla conectada a masa (dentro del recinto protegido).

Si el DSE es un componente montado en configuración de través, deberá ser reemplazado por un dispositivo de las mismas dimensiones (DSE ficticio) hecho enteramente de un metal buen conductor y representado de ese modo un cortocircuito ideal. La patilla central del conector protegido será conectada a la patilla de salida del DSE ficticio.

El valor de cresta residual medido en estas condiciones deberá ser inferior al 5% de la tensión de cresta medida en el ensayo final.

**4.8.3 Ensayo.** El DSE ficticio se reemplaza por el DSE y se mide la tensión residual.

**4.8.4 Examen final del DSE.** Después del ensayo, el DSE será examinado para verificar si hay daños visibles y verificar si sigue respetando las especificaciones funcionales concernientes al IEMN-GA. Los resultados del ensayo serán válidos sólo si no ocurren cambios significativos.

1) Nótese que la  $di/dt$  indicada corresponde a la  $di/dt$  real del DSE durante el ensayo. Como el DSE tiene una impedancia muy baja comparada con  $50 \Omega$  o a la impedancia especificada, la corriente  $i$  y por tanto  $di/dt$  son el doble durante el ensayo.

#### **4.9 Referencias para esta norma**

Cualquier referencia a esta norma deberá mencionar las indicaciones siguientes:

##### ***Procedimiento estándar***

- para tubos de descarga de gas: tipo de dispositivo de ensayo utilizado (4.5)
- para la medida en elementos de dos bornes con dispositivos de tipo B: longitud de los cables de conexión; véase longitud total del DSE entre los puntos de soldadura (4.5.3)

##### ***Modificaciones con respecto al procedimiento estándar***

- impedancia característica: si es diferente de  $50 \Omega$  (4.2)
- pendiente del impulso,  $du/dt$ : si es superior a 1 kV/ns (4.3)
- $di/dt$  real: si es superior a 40 A/ns (4.8.1)
- modificación del DSE: si los cables de conexión del tubo de descarga de gas son alterados para efectuar la medida con dispositivo de tipo A
- componentes suplementarios para el DSE: diagrama del circuito con la especificación de los componentes  
  
longitud de los cables si sobrepasa la longitud normal

**ANEXO A** (Informativo)

**BIBLIOGRAFÍA**

CEI 1000-5-5:1996 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 5: Guías de instalación y de atenuación. Sección 5: Especificación de dispositivos de protección para perturbaciones conducidas de IEMN-GA. Norma básica de CEM.*

NOTA – Armonizada como EN 61000-5-5:1996 (sin modificar)<sup>1)</sup>.

---

1) Norma UNE correspondiente: UNE-EN 61000-5-5:1997.

**ANEXO ZA (Normativo)**

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

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

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

<b>Norma</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>EN/HD</b>	<b>Fecha</b>	<b>Norma UNE Correspondiente<sup>1)</sup></b>
CEI 50(161)	1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: 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.

---

---

**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**