

Diciembre 1997

TÍTULO

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

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 5: Installation and mitigation guidelines. Section 5: Specification of protective devices for HEMP conducted disturbance. Basic EMC Publication.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 5: Guides d'installation et d'atténuation. Section 5: Spécification des 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 61000-5-5 de mayo 1996, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 1000-5-5:1996.

OBSERVACIONES

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 45265:1997

©AENOR 1997
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

37 Páginas

Grupo 23

ICS 33.100

Descriptor: Electricidad, magnetismo, entorno, campo electromagnético, explosión, reacción nuclear, energía nuclear, compatibilidad, interferencia electromagnética, dispositivo de protección, compatibilidad electromagnética, perturbación radioeléctrica.

Versión en español

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
(CEI 1000-5-5:1996)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 5: Installation and mitigation
guidelines. Section 5: Specification of
protective devices for HEMP conducted
disturbance. Basic EMC Publication.
(IEC 1000-5-5:1996)

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 5: Guides d'installation et
d'atténuation. Section 5: Spécification
des dispositifs de protection pour
perturbations conduites IEMN-HA.
Publication fondamentale en CEM.
(CEI 1000-5-5:1996)

Elektromagnetische Verträglichkeit
(EMV). Teil 5: Installationsrichtlinien
und Abhilfemaßnahmen.
Hauptabschnitt 5: Festlegung von
Schutzeinrichtungen gegen
leitungsgeführte HEMP-Störgrößen
EMV-Grundnorm.
(IEC 1000-5-5:1996)

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CENELEC el 1996-03-05. 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 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

©1996 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

ANTECEDENTES

El texto del documento 77C/29/FDIS, futura edición 1 de la CEI 1000-5-5, preparado por el SC 77C, "Inmunidad a los impulsos electromagnéticos nucleares a gran altitud", del TC 77, "Compatibilidad electromagnética", de CEI, fue sometido al procedimiento de voto formal y fue aprobado por CENELEC como EN 61000-5-5 el 1996-03-05.

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) | 1996-12-01 |
| – Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes | (dow) | 1996-12-01 |

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 los anexos A, B, C, D, y E son informativos.

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 1000-5-5:1996 fue aprobado por CENELEC como Norma Europea sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	7
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	8
2 NORMAS PARA CONSULTA	8
3 DEFINICIONES	9
4 ESPECIFICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA PERTURBACIONES CONDUCCIDAS	11
4.1 Generalidades	11
4.1.1 Clasificación de los dispositivos de protección	11
4.1.2 Bases fundamentales de las especificaciones de dispositivos de protección	12
4.2 Tubos de descargas de gas	12
4.2.1 Especificaciones básicas	13
4.2.2 Especificaciones básicas adicionales	13
4.2.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA	13
4.3 Varistores de óxidos metálicos (MOV)	14
4.3.1 Especificaciones básicas	14
4.3.2 Especificaciones básicas adicionales	14
4.3.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA	14
4.4 Pararrayos de expulsión	14
4.5 Pararrayos de resistencia variable	15
4.5.1 Especificaciones básicas	15
4.5.2 Especificaciones básicas adicionales	15
4.5.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA	15
4.6 Supresores de transitorios con unión de avalancha (diodos de protección)	15
4.6.1 Especificaciones básicas	16
4.6.2 Especificaciones relativas a los IEMN-GA	16
4.7 Filtros	17
4.7.1 Generalidades	17
4.7.2 Especificaciones básicas	17
4.7.3 Especificaciones básicas adicionales para filtros distintos de los de energía	17
4.7.4 Especificaciones básicas adicionales para filtros de potencia	17
4.7.5 Especificaciones relativas a los IEMN-GA	18
4.8 Circuitos de protección	18
4.8.1 Generalidades	18
4.8.2 Especificaciones	19
4.9 Pararrayos de seguridad	21
4.9.1 Generalidades	21
4.9.2 Especificaciones relativas a la seguridad	21
4.9.3 Especificaciones relativas a la protección	22

	Página
4.10 Protecciones coaxiales para circuitos RF	22
4.10.1 Generalidades	22
4.10.2 Especificaciones básicas	23
4.10.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA para soportes coaxiales	23
4.10.4 Especificaciones relativas a los IEMN-GA para las líneas de cuarto de onda y los resonadores	23

ANEXOS

A REVISIÓN DE CIRCUITOS GENÉRICOS DE PROTECCIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	24
B UN MÉTODO PARA LA MEDIDA DE LA INDUCTANCIA DE DISPOSITIVOS LIMITADORES DE TENSIÓN DE DOS CONDUCTORES	28
C REVISIÓN DE PARARRAYOS DE SEGURIDAD Y DE LA FILOSOFÍA CONCERNIENTE A LA SEGURIDAD	31
D MÉTODO DE MEDIDA DE LA IMPEDANCIA DE ENTRADA DE FILTROS DE POTENCIA	34
E BIBLIOGRAFÍA	36

INTRODUCCIÓN

La CEI ha iniciado la preparación de métodos normalizados para la protección de la sociedad civil de los efectos de las explosiones nucleares a gran altitud. Estos efectos pueden interrumpir las redes de comunicaciones, sistemas de potencia, redes informáticas, etc.

Esta sección de la CEI 1000-5 es parte de un juego completo de normas que cubren completamente la inmunidad a impulsos electromagnéticos de origen nuclear a gran altitud. La abreviación apropiada es IEMN-GA.

La aplicación de esta sección es, sin embargo, independiente del acceso a otras secciones y partes de la CEI 1000, excepto por aquellas específicamente referenciadas.

La CEI/DIS 1000-4-24¹⁾ presenta los proyectos que se están desarrollando en paralelo a este trabajo.

1) CEI/DIS 1000-4-24: *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 24: Métodos de ensayo para los dispositivos de protección para perturbaciones conducidas de IEMN-GA* (actualmente en estado de proyecto final de Norma Internacional).

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

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección de la CEI 1000-5 define cómo deben especificarse los dispositivos de protección propuestos contra las perturbaciones conducidas para protección IEMN. Se pretende que se utilice para la armonización de las especificaciones existentes o futuras emitidas por fabricantes de equipos de protección, fabricantes de equipos electrónicos administraciones y otros compradores finales. Los requisitos de funcionamiento se darán en documentos CEI futuros.

Esta sección cubre los dispositivos de protección usados actualmente para la protección contra los transitorios inducidos por IEMN-GA en líneas de señal y en líneas de energía de baja tensión (tensión nominal hasta 1 kV c.a.).

La información general puede aplicarse a líneas de alta tensión. Sin embargo, en estos casos, los requisitos adicionales para los niveles de protección de los pararrayos existentes (especialmente los de óxido metálico) están en estudio.

En general, los parámetros relativos a los IEMN-GA; es decir, los parámetros relativos a las variaciones rápidas de campos electromagnéticos, tensión (u) y corriente (i) en función del tiempo, son de interés. Para las especificaciones básicas, se hace referencia a otras normas relevantes (véase anexo E) que tienen en cuenta fenómenos diferentes al IEMN-GA. Cuando estas normas no consideran adecuadamente los requisitos de la electrónica moderna, se definen especificaciones adicionales, modificaciones o extensiones basadas en normas no relacionadas con IEMN-GA.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las siguientes normas contienen las disposiciones que, a través de las referencias en este texto, constituyen las disposiciones válidas para la presente sección de la CEI 1000-5. En el momento de la publicación, las ediciones indicadas estaban vigentes. Todas las normas están sujetas a revisión y a los participantes en los acuerdos basados en esta sección de la CEI 1000-5 se les invita a investigar la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las normas indicadas a continuación. Los miembros de la CEI y de la ISO poseen el registro de las Normas Internacionales en vigor.

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

CEI 60-1:1989 – *Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.*

CEI 99-1:1991 – *Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.*

CEI 617 – *Símbolos gráficos para esquemas.*

CEI 939-1:1988 – *Filtros para supresión de radiointerferencias. Parte 1: Especificación genérica.*

CEI 939-2:1988 – *Filtros para supresión de radiointerferencias. Parte 2: Especificación específica. Selección de métodos de ensayo y requisitos generales.*

CEI 1051-1:1991 – *Varistores para uso en los equipos electrónicos. Parte 1: Especificación genérica.*

CEI 1051-2:1991 – *Varistores para uso en los equipos electrónicos. Parte 2: Especificación específica para varistores de supresión de sobretensiones transitorias.*

CISPR 17:1991 – *Métodos de medida de las características de supresión de los filtros pasivos de radiointerferencia y componentes de supresión.*

3 DEFINICIONES

Para el propósito de ésta sección de la CEI 1000-5, son de aplicación las siguientes definiciones:

3.1 supresor de transitorios de avalancha (diodo de protección): Un diodo semiconductor que suprime las tensiones transitorias en ambas direcciones, directa e inversa, de su característica de tensión-corriente.

3.2 tensión de avalancha: Tensión de cresta entre los terminales del sistema de protección, medida en condiciones de una forma de onda de corriente especificada.

3.3 tensión de descarga en c.c. (tubos de descarga de gas): Tensión a la que un tubo de descarga de gas se descarga cuando está sometido a un incremento de tensión de 100 V/ μ s o menor. Velocidades más elevadas pueden utilizarse para ensayos si puede demostrarse que la tensión de descarga no varía significativamente.

3.4 DUT (siglas del nombre en inglés "Device under test"): Dispositivo bajo ensayo.

3.5 tensión diferencial residual: Tensión residual entre los terminales protegidos de un dispositivo de dos conductores (red de seis terminales) durante un transitorio especificado.

3.6 pararrayos de expulsión: Pararrayos para circuitos de potencia de corriente alterna, que tiene una cámara de arco en la que la corriente resultante está confinada y puesta en contacto con gas u otro material extintor del arco de manera que resulta en una limitación de la tensión en el terminal de línea y una interrupción de la corriente resultante.

3.7 tubo de descarga de gas (explosor de gas): Uno o varios entrehierros con dos o tres electrodos metálicos herméticamente sellados de tal forma que la mezcla de gas y la presión están bajo control, diseñados para proteger aparatos o personal frente a transitorios elevados de tensión.

3.8 IEMN-GA: Abreviatura del término impulso electromagnético de origen nuclear a gran altitud.

3.9 tensión de extinción: Tensión continua máxima entre terminales de un tubo de descarga de gas para la que se espera el despeje y retorno a las condiciones iniciales de alta impedancia después de una sobretensión, medida en condiciones especificadas.

3.10 tensión de impulso de descarga (tubos de descarga de gas): Tensión a la que el tubo de descarga de gas descarga cuando está sometido a una velocidad de subida especificada.

3.11 pérdidas de inserción (véase CISPR 17, 3.1): Relación de tensiones antes y después de la inserción del DUT en el circuito, medidas a la terminación. Cuando se expresa en decibelios, las pérdidas de inserción son 20 veces el logaritmo de la relación de tensiones.

- 3.12 varistor de óxido metálico (MOV)²⁾:** Resistencia no lineal fabricada de una mezcla sinterizada de zinc y otros óxidos metálicos.
- 3.13 pararrayos de resistencia variable** (véase CEI 99-1): Pararrayos para circuitos de potencia de c.a., que disponen de un único o múltiples explosores conectado en serie con una o más resistencias no lineales.
- 3.14 protección monofilar:** Protección con un único conductor en condiciones normales (para las redes de cuatro terminales, véase anexo A, tipos a, b, c y d).
- 3.15 corriente de cresta (corriente de cresta de impulso)(corriente de impulso de descarga):** Valor de cresta de una forma de onda de corriente especificada.
- 3.16 potencia de cresta (potencia de cresta de impulso):** Valor de cresta de la potencia disipada resultante de la cresta de impulso de la corriente.
- 3.17 elemento de protección primario:** Primer elemento de protección visto desde el lado desprotegido de la protección, que deriva la mayor parte de la corriente transitoria.
- 3.18 lado protegido:** Lado de la protección en donde se sitúa el material a proteger.
- 3.19 circuito de protección:** Un circuito de protección es una combinación, comercialmente disponible, de cuatro o seis terminales, de elementos de protección primarios y secundarios, que contienen al menos un elemento longitudinal para desacoplar varios elementos descargadores o limitadores de tensión.
- 3.20 dispositivo de protección:** Componente eléctrico tal como un filtro, tubo de descarga de gas, varistor de óxido metálico (u otro), para protección contra perturbaciones conducidas, o bien un blindaje, junta o trampa de onda (u otra), para protección contra perturbaciones radiadas, que se utiliza para limitar cualquier perturbación conducida o radiada. Tales elementos o la combinación de varios de ellos forma parte del concepto de protección EM de un sistema.
- 3.21 tensión residual a tierra:** Tensión que aparece entre los terminales de un dispositivo de protección de dos terminales, entre el terminal protegida y la tierra (de protección) de un dispositivo monofilar (red de cuatro terminales) o entre el terminal protegido y la tierra (de protección) de un dispositivo bifilar (red de seis terminales) durante la aplicación de una sobretensión transitoria especificada.
- 3.22 pararrayos de seguridad:** Dispositivos de protección destinados principalmente a ser empleados para la protección de equipos móviles conectados a una red de alimentación de c.a. de tensiones asignadas de hasta 400 V. Un pararrayos de seguridad protege el equipo sin exponer al operador.
- 3.23 elemento de protección secundario:** Segundo o siguiente elemento de protección visto desde el lado desprotegido de una protección, que deriva una pequeña parte de la corriente transitoria.
- 3.24 explosores:** Dispositivo consistente en dos o más electrodos separados por aire o por un dieléctrico sólido. La descarga dieléctrica se efectúa en el aire en condiciones ambientales.

2) MOV, siglas del inglés: "Metal oxide varistor".

3.25 dispositivo bifilar: Red con dos caminos de corriente en operación normal (red de seis hilos, véase anexo A, tipos e, f y g).

3.26 lado desprotegido: El lado de una protección en donde se esperan las sobretensiones.

3.27 forma de onda 8/20 (véase CEI 60-1): Impulso de corriente normalizado, definido por su valor de cresta, con un tiempo de subida virtual de 8 μ s (1,25 veces el intervalo entre los instantes en que el impulso es del 10% y del 90% del valor de cresta) y un tiempo virtual a medio valor de 20 μ s (intervalo de tiempo entre el origen virtual y el instante en el que la corriente ha disminuido por primera vez a la mitad de su valor de cresta). El origen virtual del impulso es el instante que precede al paso de la corriente del 10% de su valor de cresta, de una duración igual a 0,1 veces el tiempo de subida virtual.

4 ESPECIFICACIONES DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA LAS PERTURBACIONES CONDUCCIDAS

4.1 Generalidades

4.1.1 Clasificación de los dispositivos de protección. Equipos descargadores de tensión:

- tubos de descarga de gas;
- explosores;
- pararrayos de expulsión;
- pararrayos de resistencia variable;
- pararrayos de seguridad;
- tiristores (en estudio).

Limitadores de tensión:

- varistores de óxido metálico;
- supresores de transitorios de avalancha.

Limitadores de ancho de banda:

- filtros;
- circuitos de protección.

Dispositivos de aislamiento (no tratados)

- enlaces ópticos;
- optoacopladores;
- transformadores.

Dispositivos combinados:

- circuitos de protección;
- pararrayos de seguridad.

Protecciones coaxiales en circuitos de radiofrecuencia:

- soportes coaxiales;
- resonadores y líneas de cuarto de onda;

4.1.2 Bases fundamentales de las especificaciones de dispositivos de protección. Cada tipo de dispositivo de protección descrito anteriormente tiene sus ventajas e inconvenientes con respecto a una aplicación específica. Las comparaciones generales entre diferentes tipos de dispositivos puede ser errónea y no deberá efectuarse en las especificaciones. La información acerca del "tiempo de respuesta" o "retardo de respuesta" de un dispositivo no deberá darse a menos que este tiempo sea muy independiente de du/dt y di/dt , y si la rapidez de reacción no está enmascarada por las caídas de tensión inductivas en los cables en aplicaciones prácticas.

Los dispositivos de protección se especifican para la respuesta en los casos más desfavorables de los parámetros de la amenaza como du/dt , di/dt y las formas de onda críticas. Sólo por este principio se cubrirán la gran variedad de las agresiones y de las combinaciones posibles de parámetros de las amenazas. La especificación de la respuesta a combinaciones de formas de onda, que contienen varios de los parámetros en el mismo impulso, necesitaría un gran número de impulsos con diferentes combinaciones de parámetros. En dispositivos de protección de un único elemento como los tubos de descarga de gas, varistores de óxido metálico, supresores de tensiones transitorias de avalancha, las solicitaciones no se producen, en la práctica, al mismo tiempo. El dispositivo responderá por tanto independientemente a cada una de ellas, y las tensiones residuales correspondientes no se superpondrán. En dispositivos combinados con propiedades de integración, como circuitos de protección que contienen filtros, su respuesta a grandes du/dt y di/dt podrá superponerse pero no conducirá a la tensión residual más elevada.

En los circuitos de protección, la capacidad de manejar la potencia se concentra habitualmente en el elemento de protección primario (tubo de descarga de gas o varistor de potencia). La acción limitadora de la tensión y la supresión de transitorios de alta frecuencia se consiguen independientemente por la interacción entre los dispositivos de protección secundarios (condensador, varistor o diodo de protección) y el elemento de desacoplo longitudinal (impedancia inductiva). En tal configuración, las respuestas a los impulsos de corriente de descarga especificados, y a grandes du/dt y di/dt podrán ser parcialmente superpuestas. La influencia de du/dt y di/dt dependerá de las pérdidas de inserción a las frecuencias más elevadas y será generalmente despreciable.

Las especificaciones concernientes a IEMN-GA no podrán ser verificadas más que en un ambiente ideal. En las aplicaciones prácticas las tensiones residuales podrán ser mucho mayores que las especificadas debido a la caída de tensión inductiva en los cables del dispositivo de protección y otras imperfecciones del montaje. Los dispositivos descargadores de tensión (véase lo anterior) pueden crear dentro de un equipo aún más elevadas du/dt y di/dt que las que podrían esperarse de un IEMN-GA por sí sola. Esto puede llevar a tensiones residuales excesivas en equipos de protección secundarios con malos diseños. En combinaciones de elementos de protección primarios y secundarios, deberá tenerse cuidado para asegurar el desacoplo apropiado (reparto de potencia) entre los elementos en todas las condiciones posibles.

4.2 Tubos de descarga de gas

También se aplica a explosores para la protección de circuitos de telecomunicaciones y de señal, pero no a pararrayos de tipo tiristor, de expulsión o de resistencia variable.

4.2.1 Especificaciones básicas. Los tubos de descarga de gas deberán ser especificados al menos para las características siguientes, no concernientes a IEMN-GA:

- tensión continua estática de descarga (valores mínimo y máximo garantizados);
- tensiones máximas de impulso de descarga para incrementos de 100V/ μ s, 1kV/ μ s y 10kV/ μ s;
- corriente nominal de impulso de descarga (corriente nominal de cresta de impulso), forma de onda 8/20;
- corriente alterna máxima a la frecuencia de 15 Hz a 62 Hz, durante 1 s;
- tensión de extinción;
- resistencia de aislamiento;
- capacidad;
- dimensiones mecánicas y tolerancias.

Las especificaciones se indicarán según normas de amplia aceptación (véase anexo E). Deberá indicarse el título de las normas empleadas.

4.2.2 Especificaciones básicas adicionales

Tubos de descarga de gas de alta presión

Ciertos tipos de tubos de descarga de gas con valores altos de tensiones nominales de descarga de continua utilizan gas a alta presión para mejorar sus características de descarga dinámicas para la extinción de transitorios rápidos. Una pérdida de presión accidental o el intercambio de gas con el aire puede disminuir la tensión continua de descarga de dichos pararrayos, de tal forma que se pone en peligro al equipo y a los operadores si se utilizan en líneas de alimentación de potencia. Los tubos de descarga de gas con un gas a presión superior a 900 kPa deberán especificarse adicionalmente en su tensión de descarga de corriente continua con una presión de gas de 900 kPa y con gas intercambiado con aire a una presión de 900 kPa.

4.2.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA

Tensión máxima de impulso de descarga

La tensión máxima de impulso de descarga deberá especificarse para un incremento de 10 kV/ μ s y 1 kV/ns o mayor³⁾.

Los tubos de descarga de gas deberán cumplir con la tensión máxima especificada de descarga en estado nuevo, después de los ensayos no destructivos según las normas utilizadas para las especificaciones básicas, en la oscuridad (15 min antes del ensayo), con luz del día, para las primeras descargas (15 min de tiempo de recuperación antes del ensayo), para descargas repetitivas con cualquiera de las dos polaridades.

Los dispositivos previstos para ser empleados en soportes coaxiales deberán ensayarse montados en fijaciones del tipo A⁴⁾. Los dispositivos previstos para soldarse en un circuito podrán también probarse en fijaciones del tipo A con los cables cortados. En éste caso, deberá hacerse referencia a esta modificación. Los dispositivos que no puedan adaptarse en soportes coaxiales disponibles comercialmente sin modificación deberán ensayarse en fijaciones del tipo B haciendo referencia a la longitud de los cables.

3) La disposición del ensayo y el procedimiento de medida deberá hacerse de acuerdo con 4.2 a 4.8 de la Norma CEI 1000-4-24.

4) Véase CEI 1000-4-24.

Como la sobretensión inductiva es normalmente despreciable comparada con el impulso de tensión de descarga, no será necesario especificar la inductancia.

Corriente de impulso de descarga

La corriente nominal de impulso de descarga deberá especificarse para 30 ó 300 impulsos de forma de onda 10/1 000⁵⁾.

4.3 Varistores de óxidos metálicos (MOV)

4.3.1 Especificaciones básicas. Los varistores de óxido metálico deberán especificarse de acuerdo con las Normas CEI 1051-1 y CEI 1051-2.

4.3.2 Especificaciones básicas adicionales. La corriente de cresta máxima deberá especificarse para un impulso único 8/20 y 10/1 000. Otras formas de onda (tales como 2,5/23 ns y 10/350 µs) podrán utilizarse adicionalmente⁵⁾.

La tensión en condiciones de impulso deberá especificarse para una corriente de cresta máxima (1 impulso 8/20) o ser reconocible por un diagrama apropiado.

Si se incluye o se recomienda un sistema de desconexión deberá describirse en la hoja de datos.

4.3.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA

Inductancia

Los mecanismos de conducción en los varistores de óxidos metálicos son de la misma naturaleza que en los semiconductores. La conducción se produce muy rápidamente, dentro del rango de nanosegundos. Sin embargo, en la configuración convencional de dos cables, esta reacción rápida del varistor puede enmascarse por la caída de tensión en la inductancia del circuito sometido a elevadas di/dt . En condiciones de IEMN-GA las tensiones residuales en un varistor son la suma de la caída de tensión en la inductancia y la tensión de descarga. Como los dos valores de cresta no ocurren al tiempo, podrán tratarse independientemente en la mayoría de los casos⁶⁾.

La inductancia L de un varistor deberá especificarse teniendo en cuenta la longitud de sus cables. La caída de tensión inductiva puede ser calculada según la fórmula:

$$u = L \times di/dt$$

donde L es la inductancia del varistor con sus cables.

La inductancia puede ser calculada a partir de la geometría del camino de la corriente en el estado de conducción o medirse como se propone en el anexo B.

4.4 Pararrayos de expulsión

No recomendados para la protección IEMN-GA.

5) La onda 10/1 000 µs se relaciona con el rayo y los tiempos intermedios de los IEMN-GA. Para el rayo se especifica habitualmente 300 aplicaciones de un impulso tipo 10/1 000 µs. Para los IEMN-GA, 30 aplicaciones serían más útiles.

6) La caída de tensión por inducción debida a una onda de corriente 8/20 µs es de un orden de magnitud inferior que en condiciones de IEMN-GA.

4.5 Pararrayos de resistencia variable

Para su definición, véase 3.13.

4.5.1 Especificaciones básicas. Los pararrayos de resistencia variable deberán ser especificados al menos para las características siguientes, no concernientes a IEMN-GA:

- tensión asignada;
- tensión continua estática de descarga (valores mínimo y máximo garantizados);
- tensiones máximas de impulso de descarga para incrementos de 100V/μs, 1kV/μs y 10kV/μs;
- corriente nominal de impulso de descarga (corriente nominal de cresta de impulso), forma de onda 8/20 y 10/1 000. Podrán utilizarse otras formas de onda;
- corriente alterna máxima a la frecuencia de 15 Hz a 62 Hz, durante 1 s;
- resistencia de aislamiento;
- capacidad;
- dimensiones mecánicas y tolerancias.

Las especificaciones deberán indicarse conforme a la Norma CEI 99-1 mientras ésta norma sea aplicable.

4.5.2 Especificaciones básicas adicionales. La tensión en condiciones de impulso deberá especificarse para la máxima corriente de cresta (forma de onda 8/20) o ser reconocible mediante un diagrama apropiado.

Si se incluye o se recomienda un equipo de desconexión deberá describirse en la hoja de datos.

4.5.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA

Tensión máxima de impulso de descarga

La tensión máxima de impulso de descarga deberá especificarse para un incremento de 10kV/μs y 1 kV/ns o mayor.

Inductancia

La inductancia L de un pararrayos de resistencia variable deberá especificarse para la configuración de montaje propuesta y definida por el fabricante. La caída de tensión inductiva puede ser calculada según la fórmula:

$$u = L \times di/dt$$

La inductancia puede ser calculada a partir de la geometría del camino de la corriente en el estado de conducción o medirse como se propone en el anexo B.

4.6 Supresores de transitorios de avalancha (diodos de protección)

Aplicables también a combinaciones de diodos, conectados en serie para disminuir la capacidad global.

4.6.1 Especificaciones básicas. Los diodos de protección deberán ser especificados al menos para las características siguientes, no concernientes al IEMN-GA:

- tensión inversa de suspensión (tensión máxima de c.c.);
- tensiones mínima de avalancha (tensión mínima a 1 mA o 10 mA);
- corriente máxima de cresta de impulso (de una forma de onda especificada);
- tensión máxima de descarga (tensión máxima a la corriente máxima de cresta de impulso);
- potencia de cresta de impulso (en función de la duración);
- capacidad típica;
- dimensiones mecánicas y tolerancias.

Las especificaciones se indicarán según una norma de amplia aceptación (para información sobre las normas véase anexo E). Deberá indicarse el título de la norma empleada.

4.6.2 Especificaciones relativas a los IEMN-GA

Potencia máxima de cresta de impulso

La potencia máxima de cresta de impulso deberá especificarse para corrientes de crestas de impulsos de una forma de onda especificada, con duraciones de impulsos tan pequeños como 100 ns, análogas a las de las especificaciones básicas.

Tensión máxima de descarga

La tensión máxima de descarga deberá especificarse para la corriente de cresta de impulso de una forma de una onda de 8/20.

Inductancia

En los diodos de protección la conducción se produce muy rápidamente, sin apenas retardo de tiempo en el rango de nanosegundos. Sin embargo, en configuraciones convencionales de dos cables, esta acción rápida podrá verse enmascarada por la caída de tensión en la inductancia de los cables, cuando están sometidos a elevadas di/dt . En condiciones de IEMN-GA, la tensión residual de un diodo de protección es la suma de la caída de tensión inductiva y de la tensión de descarga. Como los dos crestas no aparecen en el mismo momento, podrán tratarse independientemente en muchos de los casos.

La inductancia L de un diodo de protección deberá especificarse con una longitud definida de los cables. La caída de tensión inductiva puede ser calculada según la fórmula:

$$u = L \times di/dt$$

La inductancia puede ser calculada a partir de la geometría del camino de la corriente en el estado de conducción o medirse como se propone en el anexo B.

4.7 Filtros

4.7.1 Generalidades. La mayor parte de los filtros para IEMN-GA se emplean en asociación con elementos no lineales. En ésta combinación, integran y por tanto atenúan los impulsos de tensión residual en los elementos de protección primaria. Además, pueden aportar un desacoplo entre los elementos de protección primarios y secundarios. También previenen la penetración de corrientes inducidas en los cables al interior de los volúmenes blindados.

Como no existen normas oficiales que traten de las especificaciones de los filtros correspondientes a las funciones citadas anteriormente, no se pueden mencionar aquí tales especificaciones. En consecuencia, la presente norma deberá tratar también con especificaciones no limitadas a los IEMN-GA.

4.7.2 Especificaciones básicas. Los filtros deberán especificarse según las Normas CEI 939-1 y CEI 939-2.

4.7.3 Especificaciones básicas adicionales para filtros distintos de los de potencia. Se aplican a filtros para señal, datos, telecomunicaciones y otros no cubiertos por 4.7.4 y 4.10.

Diagrama del circuito

El diagrama simplificado del circuito que muestra los elementos fundamentales deberá darse junto con los valores nominales de sus componentes, incluyendo la resistencia en c.c. del camino de la corriente.

Pérdidas de inserción (véase CISPR 17)

Las pérdidas de inserción deberán especificarse en dos casos potencialmente diferentes:

Las pérdidas de inserción deberán especificarse para las impedancias en utilización normal (generador y carga), la configuración (equilibrada o desequilibrada) y el rango de frecuencias en utilización normal (incluyendo la banda de corte con $l_1 \leq 12$ dB). Las medidas deberán realizarse según el método normalizado de la CISPR 17, sin corriente o tensión de carga.

Para las condiciones ligadas a la acción de la protección, la especificación deberá indicarse en modo no desequilibrado (filtro conectado a tierra). El rango de frecuencias será de 10 kHz y 100 MHz para los filtros en configuraciones no pasantes y hasta 1 GHz para filtros en configuraciones pasantes. La frecuencia paso bajo nominal de corte (punto de 3 dB) deberá especificarse o reconocerse en el diagrama de pérdidas de inserción. En la banda de corte, la pérdida de inserción deberá darse como un mínimo garantizado. La impedancia del generador será de 50 Ω . Las pérdidas de inserción deberán darse para dos impedancias de carga (a tierra):

- 50 Ω (u otro valor propuesto por el fabricante para la aplicación);
- ≥ 100 k Ω .

Las medidas deberán realizarse según el método normalizado de la CISPR 17 sin tensión o corriente de carga.

Rigidez dieléctrica de la entrada no protegida

La rigidez dieléctrica del filtro deberá estar especificada para un impulso de tensión de forma de onda 1,2/50, aplicado sobre el lado no protegido del filtro.

4.7.4 Especificaciones básicas adicionales para filtros de potencia. Se aplica a todos los filtros que puedan ser utilizados en líneas de suministro de potencia desde continua hasta 400 Hz.

Diagramas del circuito

El diagrama simplificado del circuito que muestra los elementos fundamentales deberá darse junto con los valores nominales de sus componentes, incluyendo la resistencia en c.c. del camino de la corriente.

Pérdidas de inserción (véase CISPR 17)

Las pérdidas de inserción deberán especificarse en dos casos potencialmente diferentes:

- a) En condiciones normales de funcionamiento, deberá especificarse para la configuración propuesta por el fabricante. La impedancia del generador será de $0,1 \Omega$. La carga deberá ser una resistencia ohmica determinada como: tensión nominal dividido por corriente nominal. El rango de frecuencias será de 1 kHz a 50 kHz. Las medidas deberán realizarse según el método normalizado de la CISPR 17, método aproximado para los filtros de potencia.
- b) Para las condiciones ligadas a la acción de la protección, la especificación deberá indicarse en modo desequilibrado (filtro conectado a tierra). El rango de frecuencias será de 50 kHz a 100 MHz para los filtros en configuraciones no pasantes y hasta 1 GHz para filtros en configuraciones pasantes. La impedancia del generador será de 50Ω . Las pérdidas de inserción deberán darse para dos impedancias de carga (a tierra):

– 50Ω

– $\geq 100 \text{ k}\Omega$.

Las medidas deberán realizarse según el método normalizado de la CISPR 17 sin tensión o corriente de carga.

Rigidez dieléctrica de la entrada no protegida

La rigidez dieléctrica del filtro deberá estar especificada para un impulso de tensión de forma de onda 1,2/50, aplicado sobre el lado no protegido del filtro.

Corriente alterna de fuga a tierra

La corriente alterna máxima de fuga a tierra deberá estar especificada para cada conductor del filtro conectado a la tensión máxima de servicio con los otros conductores del filtro abiertos (desconectados).

Impedancia de entrada

Si la impedancia de entrada medida entre los conductores asociados al filtro (con la carga resistiva nominal) es inferior al 80% de la impedancia de la carga resistiva nominal dentro de la banda de 50 Hz a 3 000 Hz, entonces deberá especificarse la impedancia de entrada. Un método para medir la impedancia de entrada se indica en el anexo D. Esta especificación se aplica a la influencia de un filtro en los sistemas de señalización de las redes de energía.

4.7.5 Especificaciones relativas a los IEMN-GA. La especificación relativa a los IEMN-GA es la pérdida de inserción a alta frecuencia. Está incluida en las especificaciones básicas adicionales.

Si los filtros deben estar especificados para su comportamiento junto con limitadores de tensión, la especificación deberá hacerse según 4.8 con el dispositivo limitador de tensión y el montaje de ensayo claramente definidos.

4.8 Circuitos de protección

4.8.1 Generalidades. Para la definición y los tipos de circuitos de protección, véase el anexo A.

Esta norma tiene en consideración las especificaciones relevantes para los rayos y para los IEMN-GA.

4.8.2 Especificaciones

Generalidades

Las especificaciones de los elementos de protección primarios y secundarios empleados en un circuito de protección deberán darse como en valores nominales en los mismos términos que los correspondientes a elementos individuales.

Diagrama del circuito

El diagrama del circuito simplificado que muestre los elementos esenciales deberá indicarse como parte de la especificación. Véase como ejemplo el anexo A.

Corriente de impulso de descarga

La corriente de impulso de descarga deberá especificarse para las formas de onda 8/20 y 10/1 000⁷⁾. Podrán emplearse adicionalmente otras formas de onda (tales como 2,5/23 ns, 10/350 µs).

La corriente de impulso de descarga especificada de la protección primaria deberá también aplicarse al circuito de protección en su conjunto. Para los dispositivos bifilares, la especificación se hará asumiendo un impulso en el terminal no protegido al mismo tiempo.

La referencia a esta norma implica que los elementos secundarios no deberán ser destruidos por ningún impulso de tensión o de corriente de duración inferior a 1 ms aplicado en los terminales a tierra no protegidos, que no destruya el correspondiente elemento de protección primaria. Para los circuitos de protección que emplean elementos limitadores de tensión para la protección secundaria, la duración de éste impulso deberá especificarse si excede de 1 ms. Deberá referirse como la "duración más larga admisible de un impulso para la protección secundaria".

Tensión residual a tierra

La tensión residual a tierra deberá estar especificada como el valor para el "caso más desfavorable" haciendo referencia a todos los criterios siguientes que ocurran entre cada terminal no protegido y tierra, o como un valor separado para cada criterio. La tensión residual deberá ser medida con una impedancia a tierra lo suficientemente elevada como para no influir en la forma de onda y la amplitud de la tensión residual. Los criterios son los siguientes:

- a) *corriente de impulso de descarga especificada: ondas 8/20 y 10/1 000.* Podrán emplearse adicionalmente otras formas de onda (tales como 2,5/23 ns, 10/350 µs);
- b) *du/dt crítica: du/dt* para la cual el filtro es solicitado produciendo un máximo de oscilaciones y por consiguiente una tensión residual máxima. Este criterio se aplica solamente a circuitos de protección que utilizan dispositivos descargadores de tensión y filtros (anexo A, tipos a, e y g);
- c) *corriente crítica de descarga:* corriente de descarga de forma rectangular, de duración tal que el filtro oscila al máximo y que el elemento de protección primario es solicitado hasta sus límites. Este criterio se aplica solamente a los circuitos de protección que emplean un dispositivo limitador de tensión como elemento de protección primario y un filtro como elemento de protección secundario (anexo A, tipos b y g);

7) La onda 10/1 000 µs es relativa al rayo y a los tiempos intermedios del IEMN-GA. Para el rayo, se especificarán generalmente 300 impulsos del tipo 10/1 000 µs. Para los IEMN-GA, 30 aplicaciones serán de mayor utilidad.

- d) *tensión crítica de entrada*: la mayor tensión de forma rectangular de una duración igual a 1 ms⁸⁾ que no lleva al elemento primario a conducción. Este criterio se aplica solamente a circuitos de protección que utilizan dispositivos descargadores de tensión como elementos de protección primarios y dispositivos limitadores de tensión como elementos de protección secundarios (anexo A, tipos c y f);
- e) *du/dt elevadas*: du/dt esperadas de 1kV/ns o mayores, en una carga de 50 Ω⁹⁾. Este criterio se aplica solamente a circuitos de protección que utilizan dispositivos de derrumbamiento de tensión como elementos de protección primarios (anexo A, tipos a, c, e, f y g);
- f) *di/dt elevadas*: di/dt especificadas de 40 A/ns o mayores¹⁰⁾. Este criterio se aplica solamente a circuitos de protección que utilizan dispositivos limitadores de tensión como elementos de protección primarios (anexo A, tipos b y d).

Para los dispositivos bifilares (redes de seis terminales), los criterios anteriores se aplican entre cada terminal no protegido y tierra. El terminal no empleado deberá dejarse abierto. Los ensayos relativos a los criterios a, c y d pueden suponer solicitaciones elevadas para el DUT. Para los ensayos de aceptación, podrán especificarse valores inferiores.

Tensiones diferenciales residuales

Esta especificación se aplica solamente a los dispositivos bifilares. La tensión diferencial residual especificada se basa en la suposición de que ambos terminales no protegidos están sometidos al mismo criterio al mismo tiempo. Es la tensión producida en el circuito de protección debido a propiedades diferentes de los elementos de protección en los dos conductores. La tensión diferencial residual deberá especificarse en términos del "caso más desfavorable", incluyendo los siguientes criterios que aparezcan entre ambos terminales no protegidos y tierra:

- a) *Corriente de impulso de descarga de forma de onda 8/20 al 50% de la amplitud especificada*. La tensión diferencial residual es la diferencia entre los valores de cresta medidos independientemente en los dos conductores, teniendo en cuenta las peores condiciones de tolerancia para los elementos de protección.

Para ensayos de aceptación, podrán especificarse criterios menos severos.

- b) $du/dt = 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$. Ensayo según la figura 1.
- c) $du/dt = 1 \text{ kV}/\text{ns}$. Ensayo según la figura 1, du/dt definido en un impulso de evaluación¹⁰⁾.

8) Si el impulso de "duración más larga admisible para la protección secundaria" se especifica con duración superior a 1 ms, el valor especificado deberá ser empleado.

9) Este valor puede estar especificado mayor, según 4.3 y 4.9 de la CEI 1000-4-24. Los métodos de ensayo deberán realizarse de acuerdo a 4.8 de ésta norma.

10) Véase 4.8.1 de la CEI 1000-4-24.

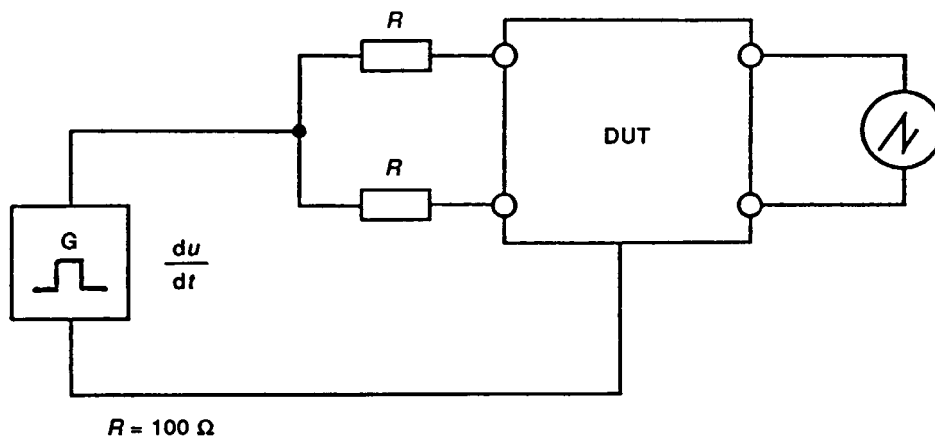


Fig. 1 – Medida de la tensión residual diferencial para los dispositivos bifilares con $du/dt = 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$ y $1 \text{ kV}/\text{ns}$

La impedancia de entrada del osciloscopio deberá ser lo suficientemente elevada como para no influenciar la forma y la amplitud de la tensión residual.

Las tensiones residuales diferenciales relativas a los criterios a, b y c pueden ser especificadas separadamente.

Perdidas de inserción (véase CISPR 17)

Las pérdidas de inserción deberán ser especificada de la misma forma que para los filtros (véase 4.7.3 para los circuitos de protección distintos de los de potencia y 4.7.4 para los circuitos de protección de potencia).

4.9 Pararrayos de seguridad

4.9.1 Generalidades. Para la definición y los tipos de pararrayos de seguridad véase el anexo C.

Los pararrayos de seguridad están diseñados para responder a las consignas de seguridad aplicables a las personas manipulando equipo móvil. Los equipos móviles están caracterizados por un cable de alimentación flexible y por tanto vulnerable. El peligro de una interrupción accidental del conductor de puesta a tierra se afronta a menudo con medidas que reducen las corrientes de fuga.

Como las medidas de protección contra el rayo se refiere sobre todo a las instalaciones fijas, los pararrayos de seguridad pueden considerarse como las protecciones típicas de IEMN-GA. Como no existen en la actualidad normas internacionales que traten de este problema, los aspectos de seguridad y de protección deberán ser tratados en esta norma.

4.9.2 Especificaciones relativas a la seguridad. Como se muestra en el anexo C, cada elemento de protección de un pararrayos de seguridad debe responder a exigencias específicas en ciertos países. Por tanto, los pararrayos de seguridad deberán especificarse también para los parámetros siguientes de sus elementos:

Tubos de descarga de gas

- tensión continua mínima de descarga;
- corriente de impulso de descarga, forma de onda 8/20. Otras formas de onda suplementarias (como 2,5/23 ns, 10/350 μs) pueden también emplearse.

Varistores de óxidos metálicos

- tensión mínima de referencia (tensión del varistor) a 1 mA;
- corriente de impulso de descarga, forma de onda 8/20. Otras formas de onda suplementarias (como 2,5/23 ns, 10/350 μ s) pueden también emplearse.

4.9.3 Especificaciones relativas a la protección

Diagrama del circuito

El diagrama del circuito simplificado mostrando los elementos fundamentales se dará como parte de la especificación.

Corriente de impulso de descarga máxima

La corriente de impulso de descarga máxima deberá ser especificada como un impulso único sobre un terminal a la vez, para una forma de onda de 8/20. Otras formas de onda (tales como 2,5/23 ns, 10/350 μ s) se pueden utilizar adicionalmente.

Tensión residual a tierra

La tensión residual a tierra será especificada como un valor único del caso más desfavorable, en referencia a todos los criterios siguientes apareciendo entre cada terminal y tierra, o bien como un valor dado para cada criterio.

- a) *corriente de impulso de descarga con forma de onda 8/20*. Otras formas de onda pueden ser especificadas;
- b) $du/dt = 1$ kV/ns, 1 kV/ μ s, 10 kV/ μ s, 100 kV/ μ s (todos los valores son "los casos más desfavorables").

La tensión residual deberá ser medida con una impedancia a tierra lo suficientemente elevada como para no perturbar la forma de onda y la amplitud de la tensión residual.

Tensión diferencial residual

La tensión diferencial residual especificada está basada en el principio de que todos los terminales están sujetos a las mismas sollicitaciones al mismo tiempo. Es la tensión producida por el pararrayos de seguridad debido a la desigualdad de las propiedades de los elementos de protección de cada rama.

Deberá ser especificado como la diferencia entre los valores de cresta a tierra que aparecen independientemente sobre cada rama bajo una corriente de impulso de descarga con una forma de onda 8/20 y una amplitud I/n ($I =$ corriente de impulso de descarga especificada para cada rama, $n =$ número de ramas) teniendo en cuenta el caso más desfavorable de las tolerancias relativas a los elementos de protección. La tensión residual deberá medirse sobre una impedancia lo suficientemente elevada como para no perturbar la forma de onda y la amplitud de la tensión residual.

Pueden ser especificados criterios menos severos para los ensayos de aceptación.

4.10 Protecciones coaxiales para circuitos RF

4.10.1 Generalidades. La inserción de dispositivos de protección puede influir considerablemente en las condiciones de funcionamiento normal de los circuitos r. f. Por esta razón las protecciones coaxiales para circuitos r.f. están consideradas a parte en este capítulo, aunque algunas podrían clasificarse en otras categorías como los tubos de descarga de gas o los filtros.

En lo que sigue se hace referencia a dos subcategorías de protecciones: líneas de cuarto de onda o resonadores y soportes coaxiales (para los dispositivos limitadores de tensión y los dispositivos descargadores de tensión).

4.10.2 Especificaciones básicas. Los parámetros eléctricos deberán darse para la impedancia característica especificada y el rango de frecuencias y tensiones de funcionamiento normal. Para los soportes coaxiales u otras protecciones con elementos intercambiables, se describirá el tipo de elementos a utilizar. El elemento utilizado para las especificaciones deberá ser dado con el número de tipo y fabricante.

Las protecciones para circuitos r.f. deberán ser especificadas para las propiedades siguientes no concernientes a IEMN-GA.

Diagrama del circuito

Deberá darse el diagrama simplificado del circuito mostrando los elementos esenciales con los valores nominales de sus componentes. La longitud y la resonancia principal (longitud expresada en longitud de onda, en cortocircuito o abierto) deberán ser reconocibles sobre el diagrama del circuito así como todos sus pasos por cero.

Perdidas de inserción

Coficiente de reflexión, atenuación de reflexión o tasa de ondas estacionarias.

Corriente máxima de impulso de descarga (para una forma de onda dada)

La especificación de este valor implica que los conectores coaxiales y los diferentes contactos de los elementos de inserción no se suelden o cambien sus parámetros de funcionamiento normal, después de la aplicación de la corriente máxima de impulso de descarga especificada.

4.10.3 Especificaciones relativas a los IEMN-GA para los soportes coaxiales. Estas especificaciones deberán ser dadas de la misma manera que para los elementos de protección a insertar en los soportes (tubos de descarga de gas, varistores de óxidos metálicos, diodos de protección, etc.). Las especificaciones deberán tener en cuenta la influencia del soporte y del elemento de protección insertado.

El elemento para el cual la especificación es válida deberá ser identificado por su número de tipo y su fabricante.

4.10.4 Especificaciones relativas a los IEMN-GA para las líneas de cuarto de onda y los resonadores

Pérdidas de inserción (véase CISPR 17)

La pérdida de inserción deberán ser dada desde continua (o el punto más bajo a 6 dB) hasta el 5º armónico de la frecuencia más alta de la señal especificada en uso normal, pero será al menos de 100 MHz. Los puntos a 3 dB de la banda de paso deberán especificarse o podrán reconocerse sobre el diagrama de pérdida de inserción. La especificación deberá ser válida para la señal hasta el valor máximo especificado de la corriente de impulso de descarga, es decir que no aparezcan efectos contorneamiento o de saturación en esta banda.

Tensión residual a tierra

Esta especificación se aplica solamente a las protecciones que contienen elementos de protección secundarios limitadores de tensión. Estas protecciones deberán ser especificadas según 4.8.

ANEXO A (Informativo)

EXPOSICIÓN DE CIRCUITOS GENÉRICOS DE PROTECCIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA PROTECCIÓN DE SOBRETENSIONES**A.1 Objeto**

El anexo A define los tipos genéricos de los circuitos de protección. Se hace referencia a este anexo en el apartado 4.8.2.

A.2 Definición

Un circuito de protección es una combinación de cuatro o seis terminales, de elementos de protección primarios y secundarios, que contienen al menos un elemento longitudinal para desacoplar varios elementos descargadores y/o limitadores de tensión.

A.3 Generalidades

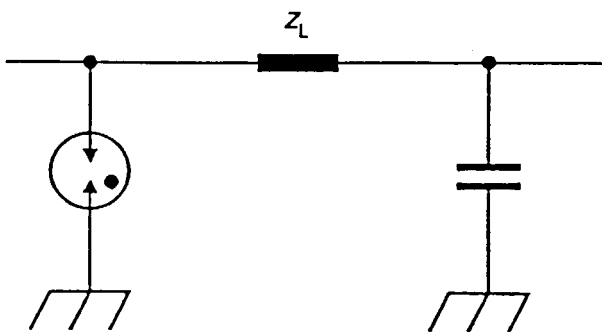
Los circuitos de protección combinan las especificaciones deseadas de diferentes tipos de elementos de protección como, por ejemplo, gran capacidad de evaluar corrientes de descarga con limitaciones en frecuencia y/o baja tensión residual (de salida). Además, resuelven la mayor desventaja de todos los elementos de protección primarios de dos terminales: la caída de tensión inductiva (tensión excesiva) debida a alta di/dt .

Los circuitos de protección previstos para usarse en la protección frente a IEMN-GA en líneas largas (líneas con una referencia operacional o accidental a tierra en el otro extremo) serán capaces de soportar las sobretensiones producidas por rayos, por ejemplo impulsos de al menos 1 ms de duración. Como regla general, un circuito de protección no debe destruirse ni mostrar propiedades distintas de las especificadas cuando se le aplique cualquier sobretensión en el lado no protegido de una duración inferior a 1 ms, sin que el elemento de protección primario se destruya al mismo tiempo.

A.4 Tipos de circuitos de protección y sus aplicaciones típicas

Los elementos longitudinales de desacoplo Z_L siempre incluyen un componente resistivo y uno inductivo. Los diagramas de circuitos muestran sólo los componentes principales. Otras configuraciones pueden también ser utilizadas.

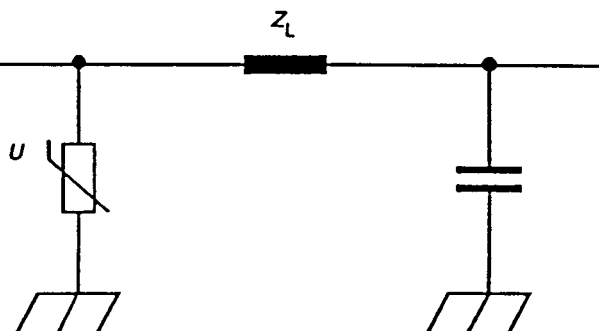
Tipo a



Los filtros paso-bajo integran la tensión residual a través de un tubo de descarga de gas y disminuyen el valor de cresta de la tensión de salida. La baja Q del filtro disminuye la tensión de salida en la du/dt crítica.

El tipo a se utiliza para protección de circuitos de un sólo hilo de entrada y de salida que están aislados de tierra.

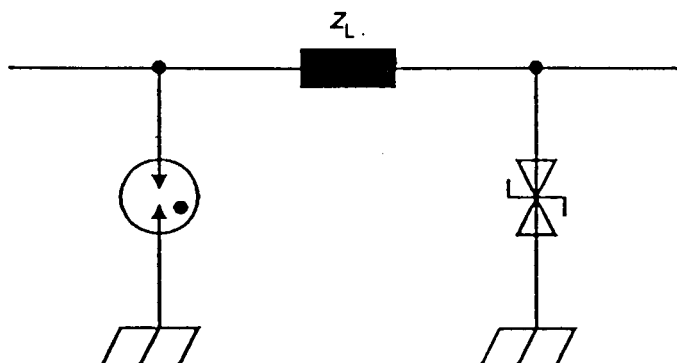
Tipo b



Se aplica lo mismo que en el tipo a, pero la tensión de salida puede ser mayor debido a la integración de una mayor tensión en el varistor.

El tipo b se utiliza en circuitos donde la extinción de los tubos de descarga de gas no es segura debido a las elevadas tensiones de servicio y a las corrientes que las siguen.

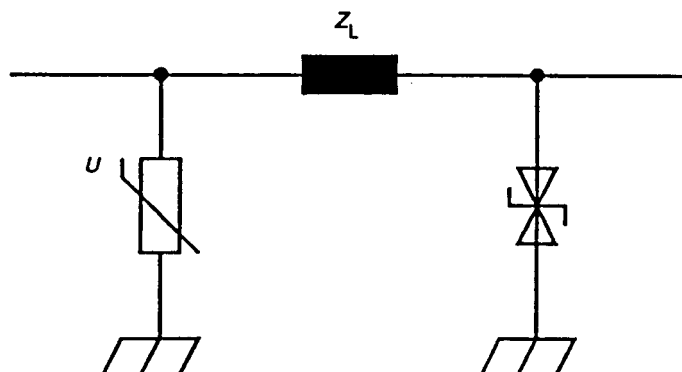
Tipo c



Z_L limita la corriente de descarga a través del elemento de protección secundario y permite el incremento de la tensión de entrada hasta la descarga. El diodo de protección puede reemplazarse por un varistor.

El tipo C se utiliza para la protección de los circuitos de entrada y salida que no están aislados de tierra. Este tipo no se utilizará a ambos extremos de una línea, excepto si el elemento de protección secundario puede soportar cualquier señal persistente proveniente del aldo no protegido, señal que será igualmente soportada por el elemento de protección primario.

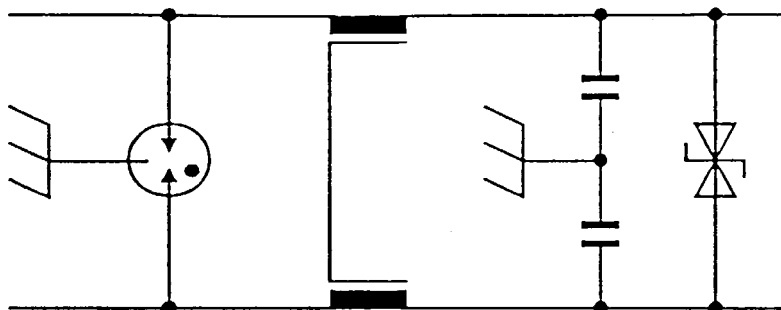
Tipo d



Z_L limita la corriente de descarga a través del elemento de protección secundario y asegura el correcto reparto de corriente entre los elementos de protección primario y secundario.

El tipo d se utiliza para la protección de circuitos de entrada y salida que no están aislados de tierra y que no permitirían la extinción segura en los tubos de descarga de gas (tipo c). Este tipo no se utilizará en ambos extremos de una línea, excepto si el elemento de protección secundario puede soportar cualquier señal persistente proveniente del lado no protegido, señal que será igualmente soportada por el elemento de protección primario.

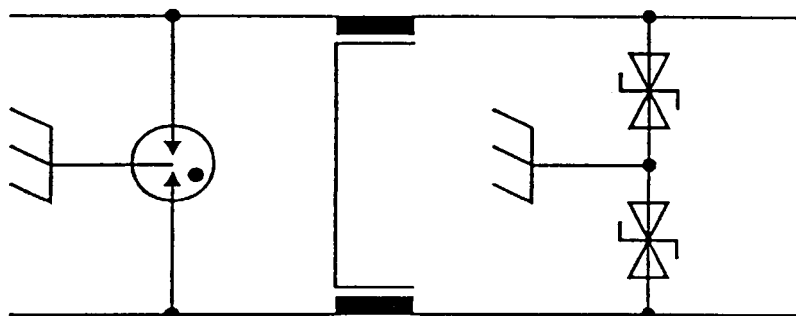
Tipo e



El filtro integra únicamente la señal de modo común. Un impulso de tensión en modo diferencial en el tubo de descarga de gas de tres electrodos tiene una duración más corta y está más limitado en amplitud por el diodo de protección.

El tipo e se utiliza para la protección de líneas de alimentación de potencia de baja tensión, donde la extinción del tubo de descarga de gas no supone ningún problema. Debe remarcarse el hecho de que la fuente de alimentación no debe estar puesta a tierra. Para sistemas puestos a tierra, se utilizarán circuitos de protección sin diodos de protección.

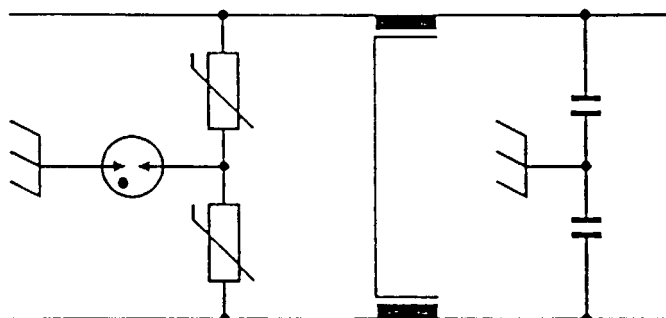
Tipo f



Los diodos de protección utilizados aquí tienen baja capacidad. Su tensión de avalancha es mayor que la tensión de descarga en corriente continua del tubo de descarga de gas. Por tanto, la resistencia óhmica de la inductancia puede ser muy baja.

El tipo f se utiliza para la protección de líneas de telecomunicaciones equilibradas hasta altas frecuencias.

Tipo g



Los tres elementos de protección primarios están en configuración de seguridad (configuración Y). Sus especificaciones deben satisfacer requisitos muy exigentes que pueden diferir de un país a otro.

El tipo g se utiliza para la protección de líneas de alimentación de potencia de 230 V de corriente alterna en equipos móviles.

Para especificaciones de pararrayos de seguridad, véase 4.9 y el anexo C.

ANEXO B (Informativo)

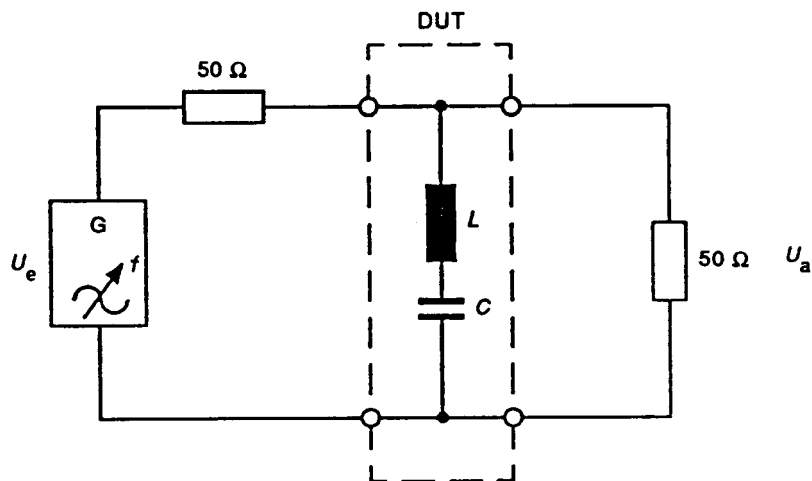
UN MÉTODO PARA LA MEDIDA DE LA INDUCTANCIA DE LOS
DISPOSITIVOS LIMITADORES DE TENSIÓN DE DOS CONDUCTORES

B.1 Objeto

El método aquí descrito puede emplearse en dispositivos de dos conductores que tengan una capacidad suficiente en modo de no conducción como para crear una resonancia serie pronunciada, junto con su inductancia, en un sistema de 50Ω . Es prácticamente aplicable en la mayoría de varistores y diodos de protección.

B.2 Método

El dispositivo en ensayo se inserta transversalmente dentro de un montaje de medida de las pérdidas de inserción de 50Ω (figura B.1).



donde las pérdidas de inserción son $I_1 = 20 \log (2 U_a / U_e)$

Fig. B.1 – Montaje de medida de las pérdidas de inserción de 50Ω

Las pérdidas de inserción se miden a frecuencias muy por encima de la de resonancia serie, en donde la impedancia del dispositivo en ensayo está determinada principalmente por la inductancia, y las pérdidas de inserción se encuentran en el rango entre 3 dB y 12 dB, como se indica en la figura B.2.

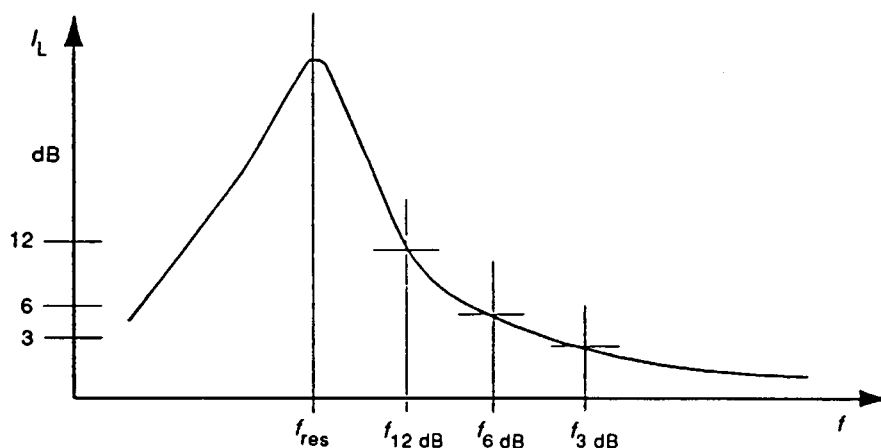


Fig. B.2 – Curva típica de las pérdidas de inserción en función de la frecuencia

La inductancia L (en henrios) puede calcularse como sigue:

$$L = 38,8 / 2 \pi f_{3 \text{ dB}}$$

donde $f_{3 \text{ dB}}$ es la frecuencia en el punto 3 dB, en hercios;

$$L = 25 / 2 \pi f_{6 \text{ dB}}$$

donde $f_{6 \text{ dB}}$ es la frecuencia en el punto 6 dB, en hercios;

$$L = 14,4 / 2 \pi f_{12 \text{ dB}}$$

donde $f_{12 \text{ dB}}$ es la frecuencia en el punto 12 dB, en hercios.

B.3 Montaje de ensayo

El DUT deberá insertarse en el montaje de medida de acuerdo a la figura B.3. El área A deberá ser tan pequeña como sea posible, pero con los cables orientados en una línea recta. Las pérdidas de inserción de los cables, con el DUT desconectado, deberán ser inferiores a 0,5 dB dentro del rango de frecuencias de medida.

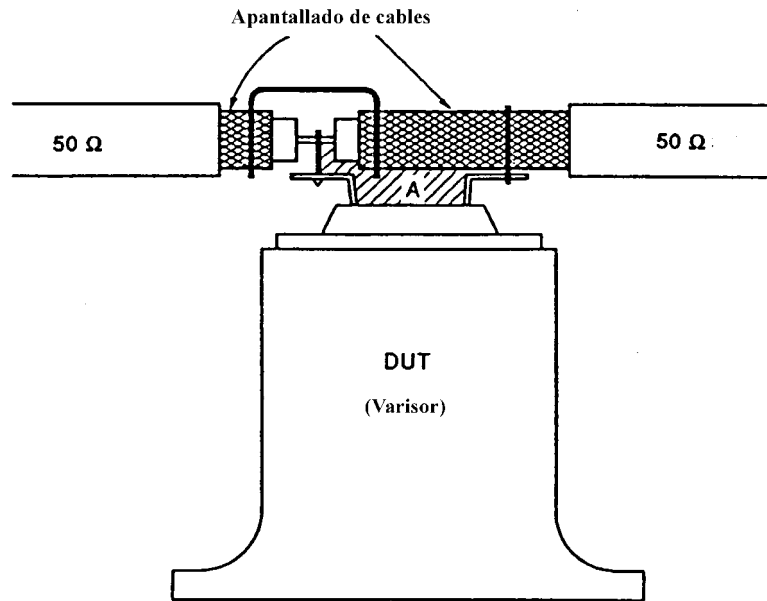


Fig. B.3 – Ejemplo de dispositivo en ensayo (por ejemplo, varistor) conectado al sistema de 50 Ω

ANEXO C (Informativo)

ENCUESTA DE PARARRAYOS DE SEGURIDAD Y DE LA FILOSOFÍA RELATIVA A LA SEGURIDAD

C.1 Definición

Los pararrayos de seguridad son dispositivos de protección disponibles comercialmente, destinados principalmente a la protección de equipos móviles conectados a líneas de alimentación de potencia de c.a. de hasta 400 V de tensión asignada.

C.2 Generalidades

Dentro de este contexto la palabra seguridad hace referencia a un daño potencial para el operador, causado por funcionamientos accidentales intempestivos de equipos de protección conectados a la tensión de la fuente de alimentación. El pararrayos de seguridad protege al equipo contra sobretensiones sin aumentar los riesgos potenciales para el operador.

Todas las filosofías de seguridad relativas a la electricidad se basan en un sistema de varias barreras de seguridad redundantes. La primera barrera es el aislamiento entre la tensión peligrosa y el operador. Si esta barrera fallase, la segunda barrera, es decir, la puesta a tierra de seguridad, entraría en acción seguida de la fusión de un fusible o la actuación de otro sistema automático de interrupción de la corriente resultante.

La primera barrera se obtiene generalmente especificando una resistencia dieléctrica mínima, por ejemplo 2 kV eficaces o 4 kV eficaces 50/60 Hz, en función de la clase de protección (nivel de aislamiento) del equipo. Los dispositivos contra los IEMN-GA u otras sobretensiones que cumplan dichas especificaciones deberán tener tensiones residuales dinámicas en el rango de 10 kV a 30 kV, que se encuentra habitualmente muy por encima de la fuente de alimentación en c.a. para equipos móviles.

Con el fin de asegurar una protección razonable, algunos países permiten la utilización de pararrayos de seguridad que limitan las tensiones a valores más bajos que 2 kV eficaces o 4 kV eficaces, 50/60 Hz respectivamente, siempre que se cumplan las especificaciones suplementarias que conciernen a la calidad y a la fiabilidad.

C.3 Especificaciones relativas a la seguridad

Introducción

Las siguientes especificaciones pueden ser consideradas como ejemplos. La utilización de los pararrayos que cumplan estas especificaciones está permitido en equipos móviles en Suiza.

Configuración, funcionamiento

Las especificaciones aplican a combinaciones de tubos de descarga de gas y varistores de óxidos metálicos de las configuraciones siguientes (figura C.1).

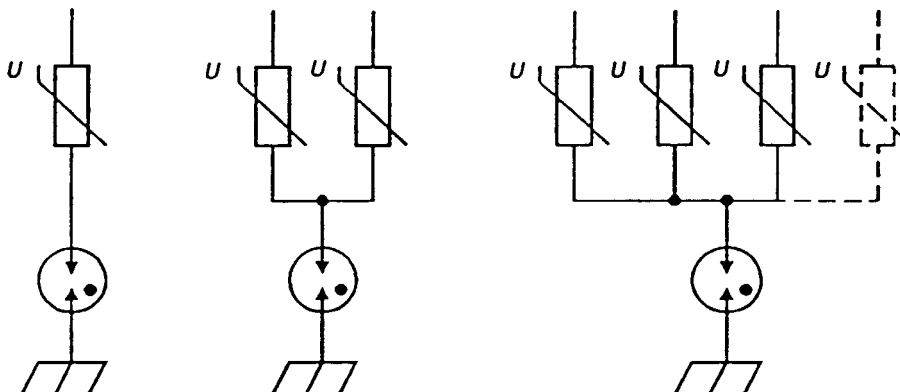


Fig. C.1 – Ejemplos de configuraciones de seguridad de 1, 2, 3 (4) líneas

La primera barrera de seguridad; es decir, el nivel de aislamiento requerido, disminuido comparativamente con un equipo desprotegido, se basa en la especificación de dos elementos redundantes con diferentes principios de operación. El varistor de óxido metálico previene contra el establecimiento permanente de una corriente resultante a la tierra del equipo. El tubo de descarga de gas asegura una elevada resistencia de aislamiento aún en el caso de que el varistor, que debe ser considerado como susceptible de degradación, esté fuera de su rango de operación segura. Los dos elementos de protección se especifican por separado.

Tubos de descarga de gas

Especificaciones

Clase de protección I (tensión de ensayo 2 kV eficaces, 50/60 Hz)

Corriente nominal de operación del equipo	≤20 A	> 20 A
Tensión de descarga c.c.	≥1 190 V	≥1 275 V
Corriente de impulso de descarga (forma de onda 8/20)	≥10 kA	≥15 kA

Clase de protección II (tensión de ensayo 4 kV eficaces, 50/60 Hz)

Corriente nominal de operación del equipo	Independiente
Tensión de descarga c.c.	≥1 275 V
Corriente de impulso de descarga (forma de onda 8/20)	≥15 kA

Varistor de óxidos-metálicos (MOV)

Especificaciones

Clase de protección I (tensión de ensayo 2 kV eficaces, 50 Hz/60 Hz)

Corriente nominal de funcionamiento del equipo	≤10 A	> 10 A ≤20A	> 20 A ≤40 A	> 40 A
Tensión del varistor a 1 mA	≥612 V	≥612 V	≥612 V	≥612 V
Corriente máxima de cresta (impulso único, forma de onda 8/20)	≥2 kA	≥4 kA	≥8 kA	≥15 kA

Clase de protección II (tensión de ensayo 4 kV eficaces, 50 Hz/60 Hz)

Corriente nominal de funcionamiento del equipo	≤10 A	> 10 A ≤20A	> 20 A ≤40 A	> 40 A
Tensión del varistor a 1 mA	≥990 V	≥819 V	≥819 V	≥819 V
Corriente máxima de cresta (impulso único, forma de onda 8/20)	≥2 kA	≥4 kA	≥8 kA	≥15 kA

Todas las especificaciones se aplican a elementos que nunca se han sometido a solicitaciones. Los ensayos relativos a la corriente de impulso de descarga y a la corriente máxima de cresta pueden alterar el DUT. Para los ensayos de aceptación, pueden especificarse valores menores.

ANEXO D (Informativo)

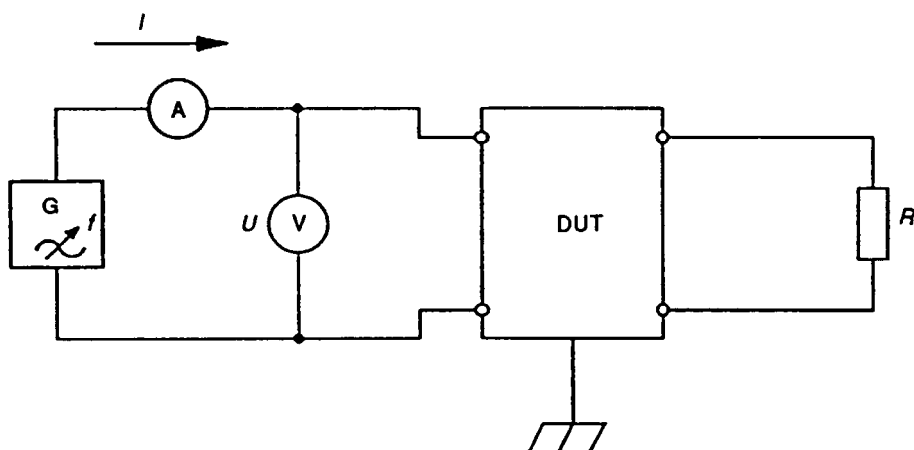
UN MÉTODO DE MEDIDA DE LA IMPEDANCIA DE ENTRADA
DE LOS FILTROS DE POTENCIA

D.1 Generalidades

Según 4.7.4 de esta norma, la impedancia de entrada de los filtros de potencia debe especificarse si su valor absoluto es menor al 80% de la de la carga resistiva nominal en la banda comprendida entre 50 Hz y 3 000 Hz. Este anexo describe un método de medida de la impedancia de entrada.

D.2 Método de medida

D.2.1 Instalación



donde R_1 es la carga resistiva correspondiente a la carga nominal del filtro según la especificación del filtro.

Fig. D.1 – Montaje para la medida de la impedancia de entrada

D.2.2 Generador

La salida del generador deberá estar desacoplada de tierra (se recomienda un generador de baterías). La tensión de salida deberá ser sinusoidal con una distorsión armónica menor del 3% durante las medidas. Debido al valor muy bajo de la impedancia de carga, es recomendable la verificación la distorsión de la tensión del generador con un osciloscopio durante la totalidad del proceso de medida.

D.2.3 Voltímetros y amperímetros

Estos instrumentos deberán medir el valor eficaz de la tensión y de la corriente con una precisión del 1% en la banda de frecuencias entre 50 Hz y 3 000 Hz.

D.2.4 Dispositivo bajo ensayo

La impedancia de entrada se mide entre los conductores del filtro asociado. Para los filtros de más de una fase (3 ó 4 conductores), solo dos conductores se conectan a la instalación de medida (véase figura D.1) y los terminales no utilizados se dejan abiertos.

D.2.5 Procedimiento de medida

La tensión de salida del generador deberá ser lo suficientemente alta como para permitir las lecturas precisas sobre los instrumentos correspondientes a una precisión global de $|Z|$ de al menos el 10%.

El valor absoluto de la impedancia de entrada se calcula de la siguiente manera:

$$|Z| = U/I$$

donde U , I son los valores eficaces.

Para la especificación $|Z|$ se dará en forma gráfica en la banda de frecuencias entre 50 Hz y 3 000 Hz.

ANEXO E (Informativo)**BIBLIOGRAFÍA**

Las normas dadas a continuación proporcionan las especificaciones básicas (distintas de las relativas a IEMN-GA). Esta lista no es exhaustiva.

E.1 Tubos de descarga de gas

- Recomendación UIT-T K.12:1988 – *Características de los tubos de descarga de gas destinados a la protección de las instalaciones de telecomunicación.*
- Norma IEEE 465.1:1977 – *Especificación de ensayo para los dispositivos de protección con tubos de descarga de gas.*
- Norma ANSI/IEEE C 62.32:1981 – *Especificaciones de ensayo para los dispositivos de protección con explosores, baja tensión (no utilizar para tubos de descarga de gas).*
- DIN 57 845/VDE 0845/4.76:1976, *VDE-Bestimmungen für den Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen.*
- FTZ 477b 71 TV1:1978 – *Überspannungsableiter (gasgefüllt)*, Technische Vorschriften, Deutsche Bundespost.

E.2 Varistores de óxidos metálicos

- CEI 1051-1 y CEI 1051-2 (véase capítulo 2).
- CECC 42000, CENELEC, 1978 – Especificación genérica, *Varistores.*
- CECC 42200, CENELEC, 1986 – Especificación particular, *Varistores para supresión de sobretensiones.*
- Norma ANSI/IEEE 62.33, 1982 – *Especificaciones de ensayo para dispositivos con varistores para supresión de sobretensiones.*

E.3 Pararrayos con resistencias variables

- CEI 99-1 (véase capítulo 2).

E.4 Supresor de transitorios de avalancha (diodos de protección)

- IEEE C62.35.
- Norma JEDEC nº 77-1 (vocabulario y definiciones solamente).

E.5 Filtros

- CEI 939-1 y CEI 939-2 (véase capítulo 2).

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 (incluidas las modificaciones).

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

Norma CEI	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente ¹⁾
50 (161)	1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética	–	–	UNE 21302-161:1992
60-1	1989	Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos	HD 588.1 S1	1991	UNE 21308-1:1994
99-1	1991	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna	EN 60099-1	1994	UNE 60099-1:1996
617		Símbolos gráficos para esquemas	–	–	UNE-EN 60617 serie
939-1	1988	Filtros para supresión de radiointerferencias. Parte 1: Especificación genérica	–	–	–
939-2	1988	Filtros para supresión de radiointerferencias. Parte 2: Especificación específica. Selección de métodos de ensayo y requisitos generales	–	–	–
1051-1	1991	Varistores para uso en los equipos electrónicos. Parte 1: Especificación genérica	–	–	–
1051-2	1991	Varistores para uso en los equipos electrónicos. Parte 2: Especificación específica para varistores de supresión de sobretensiones transitorias	–	–	–
CISPR 17	1981	Métodos de medida de las características de supresión de los filtros pasivos de radiofrecuencia y componentes de supresión	–	–	–

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