

Junio 1997

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas

Norma básica de CEM

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 2: Electrostatic discharge immunity test. Basic EMC Publication.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques. Publication fondamentale en CEM.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-2 de marzo 1995, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 1000-4-2:1995.

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 19133:1997

©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

35 Páginas

Grupo 22

ICS 29.020

Descriptor: Material eléctrico, material electrónico, compatibilidad electromagnética, perturbación radio-eléctrica, interferencia electromagnética, protección electrostática, descarga, electricidad estática, característica, método de ensayo, condiciones de ensayo.

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida
Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas
Norma básica de CEM
(CEI 1000-4-2:1995)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 4: Testing and measurement
techniques. Section 2: Electrostatic
discharge immunity test. Basic EMC
Publication. (IEC 1000-4-2:1995)

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4: Techniques d'essai et de
mesure. Section 2: Essais d'immunité
aux décharges électrostatiques.
Publication fondamentale en CEM.
(CEI 1000-4-2:1995)

Elektromagnetische Verträglichkeit
(EMV). Teil 4: Prüf- und
Meßverfahren Hauptabschnitt 2:
Störfestigkeit gegen die Entladung
statischer Elektrizität
EMV-Grundnorm.
(IEC 1000-4-2:1995)

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CENELEC el 1995-03-06. 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

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES	6
DECLARACIÓN	6
INTRODUCCIÓN	7
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA	8
3 GENERALIDADES	8
4 DEFINICIONES	9
5 NIVELES DE ENSAYO	10
6 GENERADOR DE ENSAYO	10
6.1 Características y funcionamiento del generador de DES	11
6.2 Verificación de las características del generador de DES	11
7 INSTALACIÓN DE ENSAYO	12
7.1 Instalación de ensayo para ensayos realizados en laboratorio	13
7.2 Instalación de ensayo para ensayos "in situ"	14
8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	14
8.1 Condiciones de referencia de laboratorio	14
8.2 Funcionamiento del equipo sometido a ensayo ESE	15
8.3 Ejecución del ensayo	15
9 RESULTADOS E INFORME DE ENSAYO	16

Página

FIGURAS

1	Esquema simplificado del generador de DES	18
2	Ejemplo de instalación de ensayo para la verificación de las características de funcionamiento del generador de DES	19
3	Forma de onda típica de la corriente de salida del generador de DES	20
4	Electrodos de descarga del generador de DES	21
5	Ejemplo de instalación de ensayo para un equipo de sobremesa, ensayos en laboratorio	22
6	Ejemplo de instalación de ensayo para un equipo dispuesto sobre el suelo, ensayos en laboratorio	23
7	Ejemplo de instalación de ensayo para un equipo dispuesto sobre el suelo, ensayos "in situ" (después de la instalación)	24

ANEXOS

A	NOTAS EXPLICATIVAS	25
B	DETALLES CONSTRUCTIVOS	29
ZA	OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES	35

ANTECEDENTES

El texto del documento 77B(OC)21, futura edición 1 de la Norma CEI 1000-4-2, preparado por el SC77B, Fenómenos de alta frecuencia, del TC 77, Compatibilidad electromagnética, de CEI, fue sometido al voto paralelo CEI-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como EN 61000-4-2 el 1995-03-06.

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) 1996-03-01
- Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes (dow) 1996-03-01

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 y B son informativos.

EL anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

EL texto de la Norma Internacional CEI 1000-4-2:1995 fue aprobado por CENELEC como Norma Europea sin ninguna modificación.

INTRODUCCIÓN

Esta Norma forma parte de la serie de Normas Internacionales CEI 1000, de acuerdo con la siguiente estructura:

Parte 1: Generalidades

Consideraciones generales (introducción, principios fundamentales)

Definiciones, terminología

Parte 2: Entorno

Descripción del entorno

Clasificación del entorno

Niveles de compatibilidad

Parte 3: Límites

Límites de emisión

Límites de inmunidad (en la medida en que no corresponden a la responsabilidad de los Comités de productos)

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

Técnicas de medida

Técnicas de ensayo

Parte 5: Guía de instalación y de atenuación

Guía de instalación

Métodos y dispositivos de atenuación

Parte 9: Varios

Cada parte esta a su vez dividida en secciones que serán publicadas bien como Normas Internacionales o como Informes Técnicos.

Estas Normas e Informes serán publicadas en orden cronológico y numeradas consecuentemente.

Esta sección es una Norma Internacional que da requisitos de inmunidad y procedimientos de ensayo relacionados con "descargas electrostáticas".

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Internacional concierne a los requisitos de inmunidad y métodos de ensayo para equipos eléctricos y electrónicos sometidos a descargas de electricidad estática, producidas directamente por los operadores, y entre objetos situados en las proximidades. Se definen adicionalmente los rangos de los niveles de ensayo relativos a diferentes condiciones ambientales y de instalación y se establecen los procedimientos de ensayo.

El objeto de esta norma es establecer una base común y reproducible para evaluar las características de funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos que se encuentran sometidos a descargas electrostáticas. Además, se incluyen las descargas que pueden estar producidas por los operadores en objetos próximos a equipos vitales.

Esta norma define:

- la forma de onda de la corriente de descarga;
- el rango de niveles de ensayo;
- el equipo de ensayo;
- la instalación de ensayo;
- el procedimiento de ensayo.

Esta norma indica las especificaciones para ensayos realizados en "laboratorios" y "los ensayos "in situ"" (después de la instalación) realizados en los equipos en su ubicación definitiva.

Esta norma no pretende especificar los ensayos a realizar en equipos o sistemas particulares. Su objetivo principal es dar una referencia general básica a todos los comités de producto de la CEI. Los comités de producto (o usuarios y fabricantes de equipo) serán los responsables de la elección adecuada de los ensayos y límites de severidad aplicables al equipo.

Para no impedir la tarea de coordinación y normalización, se recomienda encarecidamente a los comités de producto, usuarios y fabricantes que consideren (en sus trabajos futuros o revisiones de normas antiguas) la adopción de los ensayos de inmunidad especificados en esta norma.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta Norma Internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban 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 las normas indicadas 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.*

CEI 68-1: 1988 – *Ensayos ambientales-Parte 1: Generalidades y guía.*

3 GENERALIDADES

Esta norma es relativa a equipos, sistemas, subsistemas y periféricos que puedan verse involucrados en descargas de electricidad estática debidas a las condiciones ambientales y de instalación, tales como baja humedad relativa, uso de alfombras de baja conductividad (fibra artificial), fundas de vinilo, etc., que puedan existir en localizaciones clasificadas en normas relativas a equipos eléctricos y electrónicos (para información más detallada, véase capítulo A.1 en el anexo A).

Los ensayos descritos en esta norma se consideran como un primer paso en la normalización de ensayos utilizados para la evaluación cualitativa de las características de funcionamiento del equipo eléctrico y electrónico mencionado en el capítulo 1.

NOTA – Desde el punto de vista técnico el término preciso para el fenómeno debería ser "descarga de electricidad estática". Sin embargo, el término "descarga electrostática" (DES), se utiliza ampliamente en el mundo y en la literatura técnica. Por tanto, se ha decidido mantener el término DES en el título de ésta norma.

4 DEFINICIONES

Para el propósito de esta sección de la norma CEI 1000-4, las siguientes definiciones y términos son de aplicación y se aplicarán al campo restringido de las descargas electrostáticas; no todas ellas están incluidas en la norma CEI 50(161) (VEI)

4.1 degradación (del funcionamiento): Separación no deseada de las características de funcionamiento de un dispositivo, equipo o sistema respecto a sus características esperadas. (VEI 161-01-19)

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

4.2 compatibilidad electromagnética (CEM): Aptitud de un equipo o de un sistema para funcionar en su entorno electromagnético de forma satisfactoria y sin producir el mismo perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentra en su entorno. (VEI 161-01-07)

4.3 material antiestático: Material que posee propiedades que minimizan la carga generada cuando se frota contra materiales idénticos o similares.

4.4 condensador de almacenamiento de energía: El condensador de un generador de DES que equivale a la capacidad del cuerpo humano cargado al valor de tensión de ensayo. Podrá ser un componente discreto o una capacidad distribuida.

4.5 DES: Descarga electrostática (véase 4.10).

4.6 ESE: Equipo sometido a ensayo.

4.7 plano de referencia a tierra (PRT): Superficie conductora plana cuyo potencial se utiliza como referencia. (VEI 161-04-36)

4.8 plano de acoplamiento: Placa u hoja metálica sobre la que se aplican descargas para simular las descargas electrostáticas a objetos próximos al ESE. PAH: plano de acoplamiento horizontal. PAV: plano de acoplamiento vertical.

4.9 tiempo de mantenimiento: Intervalo de tiempo en el que la disminución de la tensión de ensayo debido a fugas, anteriores a la descarga, no es mayor del 10%.

4.10 descarga electrostática; DES: Transferencia de carga estática entre cuerpos con potenciales eléctricos diferentes cuando están cerca o son puestos en contacto directo. (VEI 161-01-22)

4.11 inmunidad (a una perturbación): Aptitud de un dispositivo, de un equipo o de un dispositivo o de un sistema a funcionar sin degradación en presencia de una perturbación electromagnética. (VEI 161-01-20)

4.12 método de descarga por contacto: Método de ensayo en donde al electrodo del generador de ensayo se pone en contacto con el ESE, y la descarga se provoca por el interruptor de descarga en el generador.

4.13 método de descarga en el aire: Método de ensayo en donde el electrodo cargado del generador de ensayo se aproxima al ESE, y la descarga se provoca por una chispa contra el ESE.

4.14 aplicación directa: Aplicación de la descarga directamente contra el ESE.

4.15 aplicación indirecta: Aplicación de la descarga a un plano de acoplamiento en la proximidad del ESE, el ensayo simula la descarga de un operador a objetos adyacentes al ESE.

5 NIVELES DE ENSAYO

Los valores preferenciales de los niveles de ensayo de DES se indican en la tabla 1.

Los ensayos deberán ser también satisfactorios para los niveles inferiores de la tabla 1.

Los detalles concernientes a los diferentes parámetros que pueden influenciar el nivel de tensión con el que se puede cargar el cuerpo humano se indican en el capítulo A.2 del anexo A. El capítulo A.4 contiene ejemplos de la aplicación de los niveles de ensayo correspondientes a las clases de ambientes (instalación).

El método de ensayo preferente es el de descarga por contacto. En los casos en que no pueda aplicarse la descarga de contacto se utilizará la descarga en el aire. En las tablas 1a y 1b se indican los niveles de tensión para cada método de ensayo. Las tensiones son diferentes en cada método debido a las diferencias entre métodos de ensayo. Esto no significa que la severidad sea equivalente entre los métodos de ensayo.

En los capítulos A.3, A.4 y A.5 del anexo A, se dan informaciones complementarias.

Tabla 1
Niveles de ensayo

1a - Descarga por contacto		1b - Descarga en el aire	
Nivel	Tensión de ensayo kV	Nivel	Tensión de ensayo kV
1	2	1	2
2	4	2	4
3	6	3	8
4	8	4	15
x ¹⁾	especial	x ¹⁾	especial

1) "x" es un nivel abierto. El nivel deberá ser especificado en la especificación del equipo. Si se necesitasen tensiones superiores a las indicadas, podría requerirse equipo de ensayo especial.

6 GENERADOR DE ENSAYO

El generador de ensayo consta esencialmente de los elementos siguientes:

- resistencia de carga R_c ;
- condensador de almacenamiento de energía C_s ;
- capacidad distribuida C_d ;
- resistencia de descarga R_d ;
- indicador de tensión;
- interruptor de descarga;
- puntas intercambiables del electrodo de descarga (véase figura 4);
- cable de retorno de la corriente de descarga;
- alimentación de potencia.

En la figura 1 se muestra un diagrama simplificado de un generador de DES. Los detalles constructivos no se indican.

El generador deberá cumplir con los requisitos indicados en 6.1 y 6.2.

6.1 Características y funcionamiento del generador de DES

Especificaciones

- capacidad de almacenamiento de energía ($C_s + C_d$): 150 pF \pm 10%;
- resistencia de descarga (R_d): 330 Ω \pm 10%;
- resistencia de carga (R_c): entre 50 M Ω y 100 M Ω
- tensión de salida (véase nota 1): hasta 8 kV (nominal) para descarga por contacto;
hasta 15 kV (nominal) para descarga en el aire;
- tolerancia de la indicación de tensión de salida: \pm 5%;
- polaridad de la tensión de salida: positiva y negativa (seleccionable);
- tiempo de mantenimiento: al menos 5 s;
- descarga, modo de operación (véase nota 2): descarga simple (tiempo entre descargas sucesivas:
al menos 1 s);
- forma de onda de la corriente de descarga: véase 6.2.

NOTAS

1 Tensión de circuito abierto medido en el condensador de almacenamiento de energía.

2 El generador será capaz de generar con una tasa de repetición de al menos 20 descargas por segundo, sólo para fines exploratorios.

El generador deberá estar provisto de medios para prevenir las emisiones radiadas o conducidas no intencionadas, de forma continua o pulsatoria, de forma que no perturbe el ESE o el equipo auxiliar de ensayo con efectos parásitos.

El condensador de almacenamiento de energía, resistencia de descarga y el interruptor de descarga deberá estar situado lo más próximo posible al electrodo de descarga.

Las dimensiones de las puntas de descarga se muestran en la figura 4.

Para el método de descargas en el aire se utilizará el mismo generador con el interruptor de descarga cerrado. El generador deberá estar provisto con la punta de descarga redondeada mostrada en la figura 4.

El cable de retorno de la corriente de descarga del generador de ensayo, tendrá en general, 2 m de longitud y será construido de forma que permita al generador cumplir con la especificación de la forma de onda. Deberá estar suficientemente aislado para prevenir el flujo de corriente de descarga al personal u otras superficies conductoras, distintas a su extremo, durante el ensayo de DES.

En aquellos casos en los que un cable de retorno de 2 m de longitud sea insuficiente (por ejemplo, para ESE altos), podrá utilizarse una longitud que no exceda de 3 m, pero deberá comprobarse la especificación de la forma de onda.

6.2 Verificación de las características del generador de DES

Para poder comparar los resultados de ensayos obtenidos con diferentes generadores de ensayos, se deberán verificar las características indicadas en la tabla 2 utilizando el cable de retorno de la corriente de descarga que se empleará en el ensayo.

Tabla 2
Parámetros de forma de onda

Nivel	Tensión indicada kV	Primera cresta de la corriente de descarga $\pm 10\%$ A	Tiempo de subida t_r con el interruptor de descarga ns	Corriente ($\pm 30\%$) a 30 ns A	Corriente ($\pm 30\%$) a 60 ns A
1	2	7,5	0,7 a 1	4	2
2	4	15	0,7 a 1	8	4
3	6	22,5	0,7 a 1	12	6
4	8	30	0,7 a 1	16	8

La forma de onda de la corriente de salida del generador de DES durante el proceso de verificación deberá ser conforme a la de la figura 3.

Los valores de la característica de la corriente de descarga deberán verificarse con instrumentación de medida con un ancho de banda de 1 000 MHz.

Un ancho de banda más bajo, implica limitaciones en la medida del tiempo de subida y de la amplitud de la primera cresta de corriente.

Para la verificación, la punta del electrodo de descarga deberá situarse en contacto directo con el transductor de detección de corriente, operando el generador en modo de descarga por contacto.

La disposición típica para la verificación de las características de funcionamiento del generador de DES se indica en la figura 2. El ancho de banda del blanco será superior a 1 GHz. En el anexo B se indican los detalles constructivos y un posible diseño para el transductor de detección de corriente.

Otras disposiciones que impliquen el uso de una jaula de Faraday en laboratorio con dimensiones diferentes de las mostradas en la figura 2 también se permiten; también es posible la separación de la jaula de Faraday del plano del blanco, pero en ambos casos la distancia entre el sensor y el punto de puesta a tierra del generador de DES deberá respetarse (1m), así como la disposición del cable de retorno de corriente de descarga.

El generador de DES deberá recalibrarse en períodos de tiempo definidos de acuerdo con un sistema de aseguramiento de calidad, reconocido.

7 INSTALACIÓN DE ENSAYO

La instalación de ensayo comprende el generador de ensayo, el ESE y la instrumentación auxiliar necesaria para la aplicación de descargas directas e indirectas al ESE de la siguiente manera:

- a) descarga por contacto con las superficies conductoras y los planos de acoplamiento;
- b) descargas en el aire en las superficies aislantes.

Se pueden distinguir dos tipos de ensayo distintos:

- ensayos de tipo (conformidad) llevados a cabo en laboratorio;
- ensayos "in situ" (después de la instalación) llevados a cabo con el equipo en sus condiciones finales de instalación.

El método de preferencia es el de ensayos tipo llevado a cabo en laboratorio.

La disposición del ESE debe realizarse de acuerdo a las instrucciones de instalación del fabricante.

7.1 Instalación de ensayo para ensayos realizados en laboratorio

Los siguientes requisitos se aplican a los ensayos realizados en laboratorio en las condiciones ambientales de referencia definidas en 8.1.

Deberá preverse el suelo del laboratorio con un plano de referencia a tierra (PRT). Será una placa metálica de 0,25 mm de grosor mínimo (cobre o aluminio); se podrán utilizar otros materiales metálicos pero deberán ser de al menos de 0,65 mm de grosor mínimo.

El tamaño mínimo del plano de referencia será de 1 m², dependiendo la dimensión exacta del tamaño del ESE. Deberá estar situado debajo del ESE o plano de acoplamiento al menos 0,5 m en todos los lados y deberá estar conectado al sistema de puesta a tierra de protección.

Las reglamentaciones locales de seguridad deberán satisfacerse siempre.

El ESE estará dispuesto y conectado según sus requisitos funcionales.

Se deberá mantener una distancia mínima de 1 m entre el equipo sometido a ensayo y las paredes del laboratorio u otras estructuras metálicas.

El ESE estará conectado al sistema de tierra, de acuerdo con sus especificaciones de instalación. No se permiten conexiones de tierra adicionales.

El posicionamiento de los cables de potencia y señal será representativo de la práctica de instalación.

El cable de retorno de la corriente de descarga del generador DES se conectará al plano de tierra de referencia. La longitud total de este cable es en general de 2 m.

En aquellos casos en los que la longitud exceda la longitud necesaria para aplicar las descargas en los puntos seleccionados, la longitud en exceso deberá, en lo posible, situarse de manera no inductiva con el plano de referencia a tierra y no estará más próxima de 0,2 m a otros elementos conductivos de la instalación de ensayo.

La conexión de los cables de tierra al plano de referencia y todas las uniones serán de baja impedancia, por ejemplo utilizando grapas de fijación para aplicaciones de alta frecuencia.

Cuando se especifiquen planos de acoplamiento, por ejemplo para permitir aplicaciones indirectas de las descargas, deberán construirse del mismo tipo de material y grosor que los del plano de referencia, y se conectarán al PRT con un cable con una resistencia de 470 kΩ en cada extremo. Estas resistencias deberán ser capaces de soportar la tensión de descarga y deberán estar aisladas para evitar cortocircuitos con el PRT cuando el cable se encuentra sobre el plano de referencia a tierra (PRT).

Las especificaciones adicionales para los diferentes tipos de equipo se dan más abajo.

7.1.1 Equipo de sobremesa. La instalación de ensayo consistirá en una mesa de madera de 0,8 m de altura, apoyada sobre el plano de referencia a tierra (PRT).

Se dispondrá de un plano horizontal de acoplamiento (PAH) de 1,6 m x 0,8 m, sobre la mesa. El ESE y los cables estarán aislados del plano de acoplamiento por uno soportes aislantes de 0,5 mm de espesor.

Si el ESE es demasiado grande para estar colocado a 0,1 m mínimo de todos los lados de PAH, se podrá utilizar un PAH idéntico, situado a 0,3 m del primero, con los lados menores adyacentes. La mesa deberá agrandarse o se usarán dos mesas. Los planos PAH no estarán unidos más que por cables resistivos al PRT.

Cualquier soporte de montaje asociado al ESE deberá permanecer en su posición.

En la figura 5 se muestra un ejemplo de una instalación de ensayo para un equipo de sobremesa.

7.1.2 Equipo dispuesto sobre el suelo. El ESE y los cables estarán aislados del plano de referencia a tierra (PRT) por un soporte aislante de alrededor de 0,1 m de espesor.

En la figura 6 se muestra un ejemplo de una instalación de ensayo para un equipo dispuesto sobre el suelo.

Cualquier soporte de montaje asociado al ESE deberá permanecer en su posición.

7.2 Instalación de ensayo para ensayos "in situ"

Estos ensayos son opcionales y no obligatorios para ensayos de certificación; se aplicarán sólo por acuerdo entre el fabricante y el cliente. Deberá considerarse que otros equipos situados en las proximidades podrá verse afectado de manera inaceptable.

El equipo o sistema se ensayará en sus condiciones finales de instalación.

Para facilitar la conexión del cable de retorno de descarga, se instalará un plano de referencia de tierra en el suelo de la instalación, cerca del ESE, aproximadamente a 0,1 m de distancia. Este plano debería ser de cobre o aluminio y de un espesor no menor de 0,25 mm. Se podrán utilizar otros materiales metálicos, siempre con un espesor mínimo de 0,65 mm. El plano debería ser de aproximadamente 0,3 m de ancho y 2 m de largo, en donde la instalación lo permita.

El plano de referencia de tierra debería estar conectado al sistema de tierra de protección. En donde no sea posible, debería conectarse al borne de tierra del ESE, si éste existe.

El cable de retorno de la corriente de descarga del generador DES deberá estar conectado al plano de referencia en un punto próximo al ESE. En donde el ESE esté instalado sobre una mesa metálica, la mesa deberá conectarse al plano de referencia a través de un cable con una resistencia de 470 k Ω en cada extremo, para evitar una acumulación de cargas.

En la figura 7 se muestra un ejemplo de una instalación para ensayos "in situ".

8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

8.1 Condiciones de referencia del laboratorio

Para minimizar el impacto de los parámetros ambientales en los resultados del ensayo, éstos se llevarán a cabo en las condiciones climáticas y electromagnéticas de referencia especificadas en 8.1.1 y 8.1.2.

8.1.1 Condiciones climáticas. En el caso de ensayos de descargas en el aire, las condiciones climáticas deberán estar dentro de los siguientes límites:

- temperatura ambiente: 15 °C a 35 °C;
- humedad relativa: 30% a 60%;
- presión atmosférica: 86 kPa (860 mbar) a 106 kPa (1 060 mbar).

NOTA – Otros valores se especifican en la especificación del producto.

El ESE deberá funcionar dentro de las condiciones climáticas previstas para su utilización.

8.1.2 Condiciones electromagnéticas. Los resultados del ensayo no deben verse influidos por el ambiente electromagnético del laboratorio.

8.2 Funcionamiento del equipo sometido a ensayo ESE

Los programas y lógicas de ensayo se elegirán para hacer funcionar el ESE en todos sus modos normales de utilización. Se recomienda la utilización de lógicas especiales de funcionamiento, sólo cuando pueda mostrarse que el ESE no está siendo utilizado de manera exhaustiva.

Para ensayos de conformidad, el ESE funcionará de forma continua en su modo más sensible (ciclo de programa), que será determinado por ensayos preliminares.

Si se requiere equipo de monitorización, es recomendable desacoplar para reducir al mínimo la posibilidad de indicación de fallo errónea.

8.3 Ejecución del ensayo

El ensayo se llevará a cabo por aplicación directa e indirecta de descargas al ESE, de acuerdo con el plan de ensayos. Este deberá incluir:

- las condiciones de funcionamiento representativas del ESE;
- la indicación de la forma de ensayo: sobre mesa o suelo;
- los puntos en los que se aplicarán las descargas;
- en cada punto si la descarga es por contacto o en el aire;
- el nivel de ensayo a aplicar;
- el número de descargas a aplicar en cada punto para ensayos de conformidad;
- la necesidad de efectuar ensayos "in situ" (después de la instalación).

Podría ser necesario llevar a cabo algunos ensayos exploratorios para establecer algunos aspectos del plan de ensayos.

8.3.1 Aplicación directa de las descargas al ESE. Las descargas de electricidad estática se aplicarán solamente a aquellos puntos y superficies del ESE accesibles por el personal durante la utilización normal.

Dentro del ESE, sólo se incluirán aquellos puntos y/o superficies en donde se deba acceder para realizar operaciones de mantenimiento por el usuario, salvo que existan indicaciones claras concernientes a las precauciones a tomar contra descargas electrostáticas (DES) (por ejemplo: uso de brazaletes de puesta a tierra) prescritas por el fabricante (véase capítulo A.5 del anexo A).

No está permitida la aplicación de descargas a cualquier punto del equipo accesible por condiciones de mantenimiento, excluyendo el mantenimiento por el usuario, salvo indicación contraria en la especificación del producto particular.

Se incrementará la tensión de ensayo desde el mínimo hasta el nivel de ensayo seleccionado, para determinar cualquier umbral de fallo (véase capítulo 5). El valor final de ensayo no debería exceder el valor de especificación del producto para evitar posibles daños al equipo.

El ensayo se realizará con descargas simples. En puntos preseleccionados se aplicarán al menos diez descargas (en la polaridad más sensible).

Se recomienda como intervalo de tiempo entre sucesivas descargas simples un valor inicial de 1 s. Para determinar si ha ocurrido un fallo en el sistema pueden ser necesarios intervalos de tiempo mayores.

NOTA - Los puntos en los que se aplicarán las descargas deberían ser seleccionados por medio de exploración llevada a cabo con una tasa de repetición de 20 o más descargas por segundo.

El generador de DES deberá mantenerse perpendicular a la superficie a la que se aplica la descarga. Esto mejora la repetibilidad de los resultados del ensayo.

El cable de retorno de la corriente de descarga del generador deberá mantenerse a una distancia de al menos 0,2 m del ESE, mientras se está aplicando la descarga.

En el caso de descargas por contacto, la punta del electrodo de descarga deberá estar en contacto con el ESE, antes de que el interruptor de descarga sea accionado.

En caso de superficies pintadas que cubran un sustrato conductor, deberá adoptarse el siguiente procedimiento:

Si el revestimiento no es declarado por el fabricante del equipo como revestimiento aislante, la punta del generador deberá penetrar el revestimiento para hacer contacto con el sustrato conductor. Si el revestimiento es declarado como aislante por el fabricante, sólo se someterá a descargas en el aire. El ensayo de descargas por contacto no se aplicará a éstas superficies.

En el caso de descargas en el aire, la punta de descarga redondeada del electrodo de descarga debe aproximarse lo más rápidamente posible (sin causar daño mecánico) hasta tocar el ESE. Después de cada descarga, el generador DES (electrodo de descarga) deberá separarse del ESE. El generador será de nuevo preparado para una descarga simple. Este método se repetirá hasta completar las descargas. En caso de un ensayo de descargas en el aire, el interruptor de descarga, utilizado para descargas por contacto, estará cerrado.

8.3.2 Aplicación indirecta de la descarga. Las descargas a objetos situados o instalados cerca del ESE se simularán aplicando las descargas del generador al plano de acoplamiento, en modo de descarga por contacto.

Adicionalmente al método de ensayo descrito en 8.3.1, se deberán cumplir los requisitos dados en 8.3.2.1 y 8.3.2.2.

8.3.2.1 Plano de acoplamiento horizontal bajo el ESE. Al menos 10 descargas simples (en la polaridad más sensible) deberán aplicarse al plano de acoplamiento horizontal, en puntos a cada lado del ESE (véase figura 5).

El generador se situará verticalmente a una distancia de 0,1 m del ESE, con el electrodo de descarga tocando el plano de acoplamiento.

8.3.2.2 Plano de acoplamiento vertical. Al menos 10 descargas simples (en la polaridad más sensible) deberán aplicarse al centro de un borde vertical del plano de acoplamiento (véase figuras 5 y 6). El plano de acoplamiento, de dimensiones 0,5 m x 0,5 m, se sitúa paralelo al ESE y posicionado a una distancia de 0,1 m.

Las descargas se aplicarán al plano de acoplamiento en posiciones suficientemente diferentes para que las cuatro caras del ESE sean completamente iluminadas.

9 RESULTADOS E INFORME DE ENSAYO

Este capítulo da una guía para la evaluación de los resultados y el informe de ensayo relativos a esta norma.

La variedad y diversidad de equipos y sistemas a ensayar hacen difícil la tarea de establecer los efectos de este ensayo en los equipos y sistemas.

Los resultados de ensayo se clasificarán en base a las condiciones de operación y especificaciones funcionales del ESE, como las siguientes, salvo que se den especificaciones diferentes por los comités de producto o especificaciones de producto:

- 1) funcionamiento normal dentro de los límites de la especificación;
- 2) degradación temporal o pérdida de función o comportamiento autorrecuperable;
- 3) degradación temporal o pérdida de función o comportamiento que requiere la intervención del operador o la puesta a cero del sistema;
- 4) degradación o pérdida de función no recuperable debida a daños en el equipo (componentes) o programa ("software"), o la pérdida de datos.

El equipo no deberá volverse peligroso o inseguro como resultado de la aplicación de los ensayos definidos en esta norma.

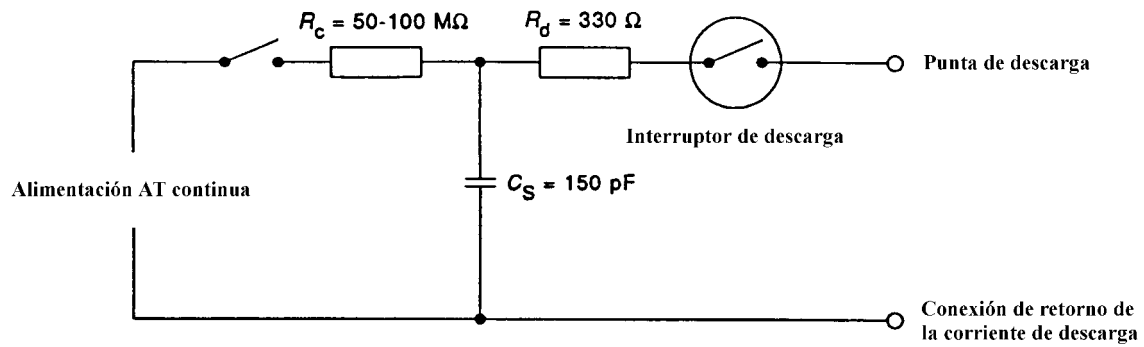
En caso de ensayos de aceptación, el programa de ensayos y la interpretación de los resultados del ensayo deberán describirse en la norma específica del producto.

Como regla general, el resultado del ensayo es positivo si el equipo muestra su inmunidad, durante todo el período de aplicación del ensayo, y al final del mismo el ESE cumple con los requisitos técnicos establecidos en su especificación técnica.

La especificación técnica puede definir efectos en el ESE que puedan considerarse insignificantes y por tanto aceptables.

Para estas condiciones deberá verificarse que el equipo es capaz de recuperar sus capacidades operativas por sí mismo al final del ensayo; deberá por tanto anotarse el intervalo de tiempo durante el cual el equipo ha perdido sus capacidades funcionales. Estas verificaciones son obligatorias para la evaluación definitiva de los resultados del ensayo.

El informe de ensayo deberá incluir las condiciones y los resultados del ensayo.



NOTA – C_d , omitido en la figura, es la capacidad distribuida que existe entre el generador y el ESE, PRT y planos de acoplamiento. Como esta capacidad está distribuida por todo el generador, no es posible mostrarla en el circuito.

Fig. 1 – Esquema simplificado del generador de DES

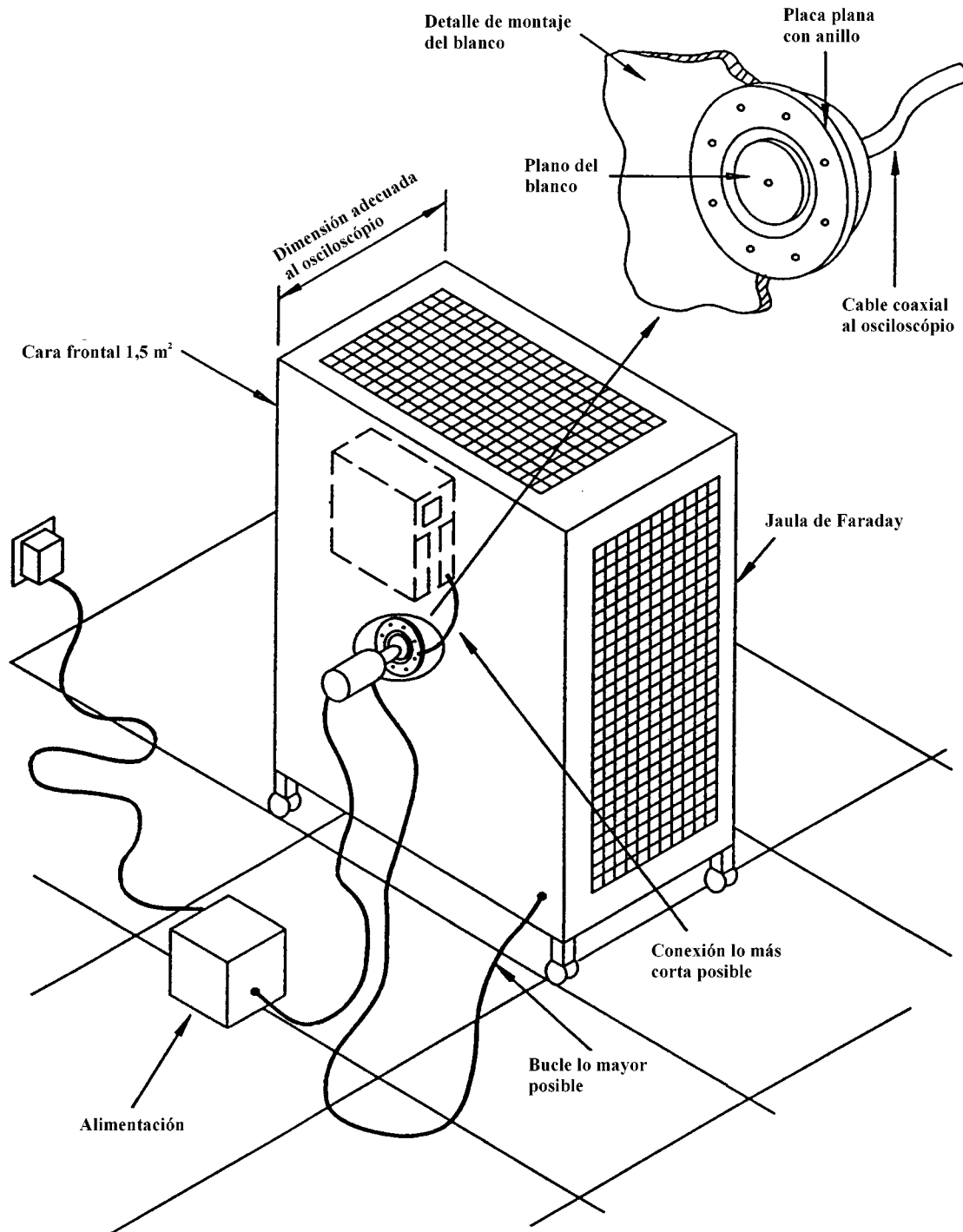
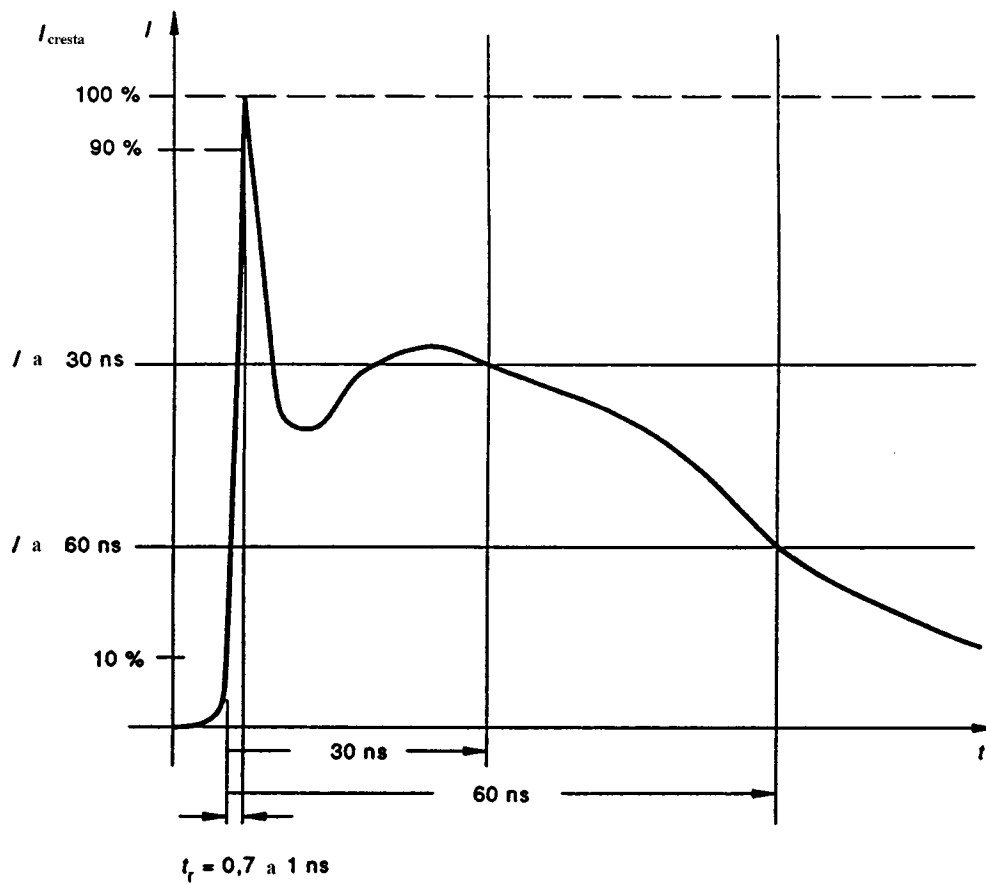


Fig. 2 – Ejemplo de instalación de ensayo para la verificación de las características de funcionamiento del generador de DES



Los valores se dan en la tabla 2

Fig. 3 – Forma de onda típica de la corriente de salida del generador del DES

Medidas en milímetros

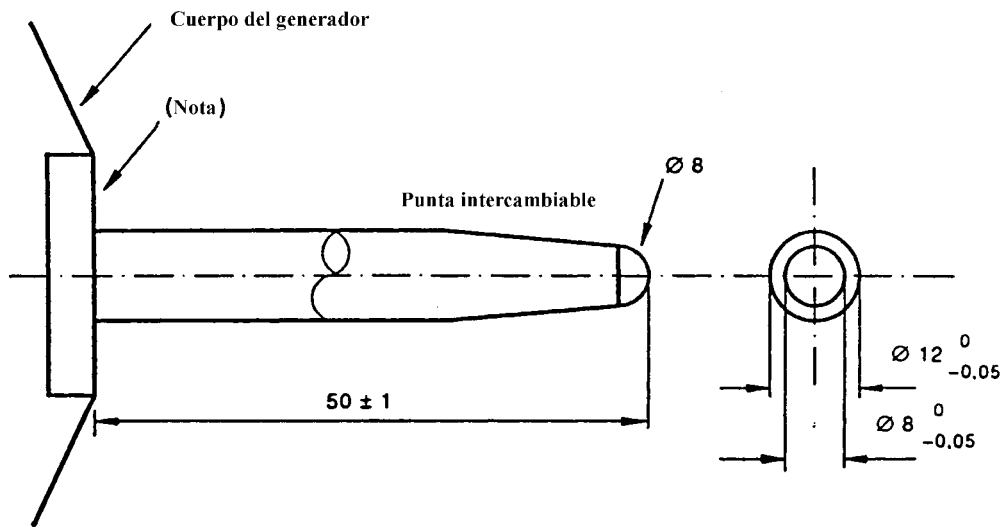


Fig. 4a – Descargas en el aire

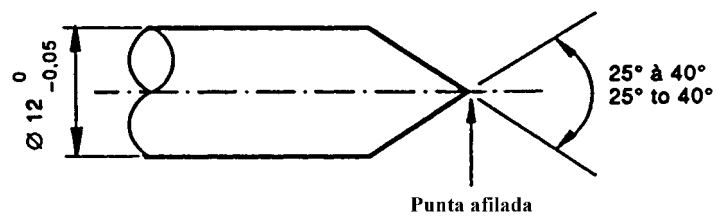


Fig. 4b – Descargas por contacto

NOTA – EL interruptor de descarga (relé de vacío) deberá montarse lo más próximo posible a la punta del electrodo de descarga.

Fig. 4 – Electrodo de descarga del generador de DES

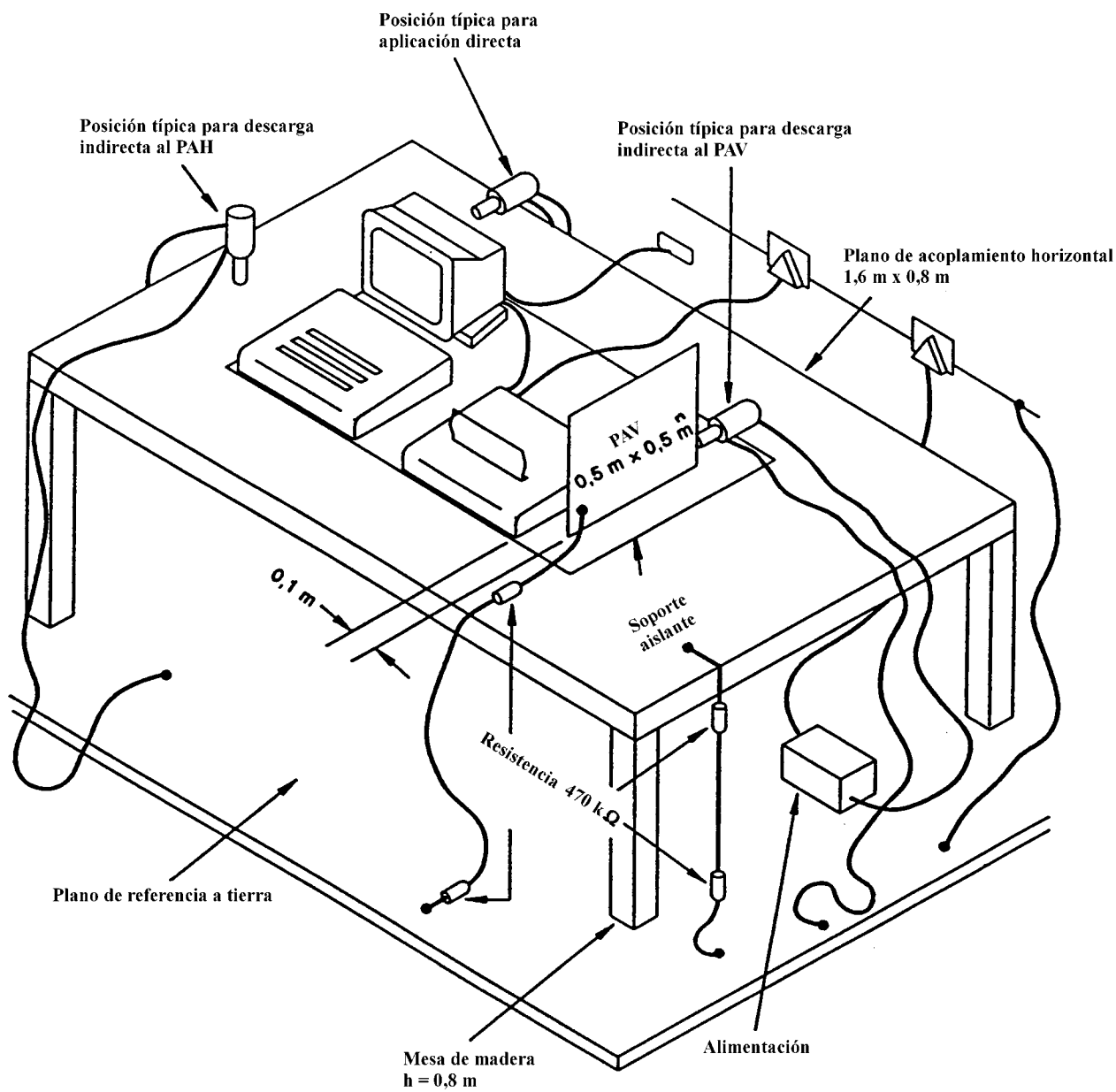


Fig. 5 – Ejemplo de instalación de ensayo para un equipo de sobremesa, ensayos en laboratorio

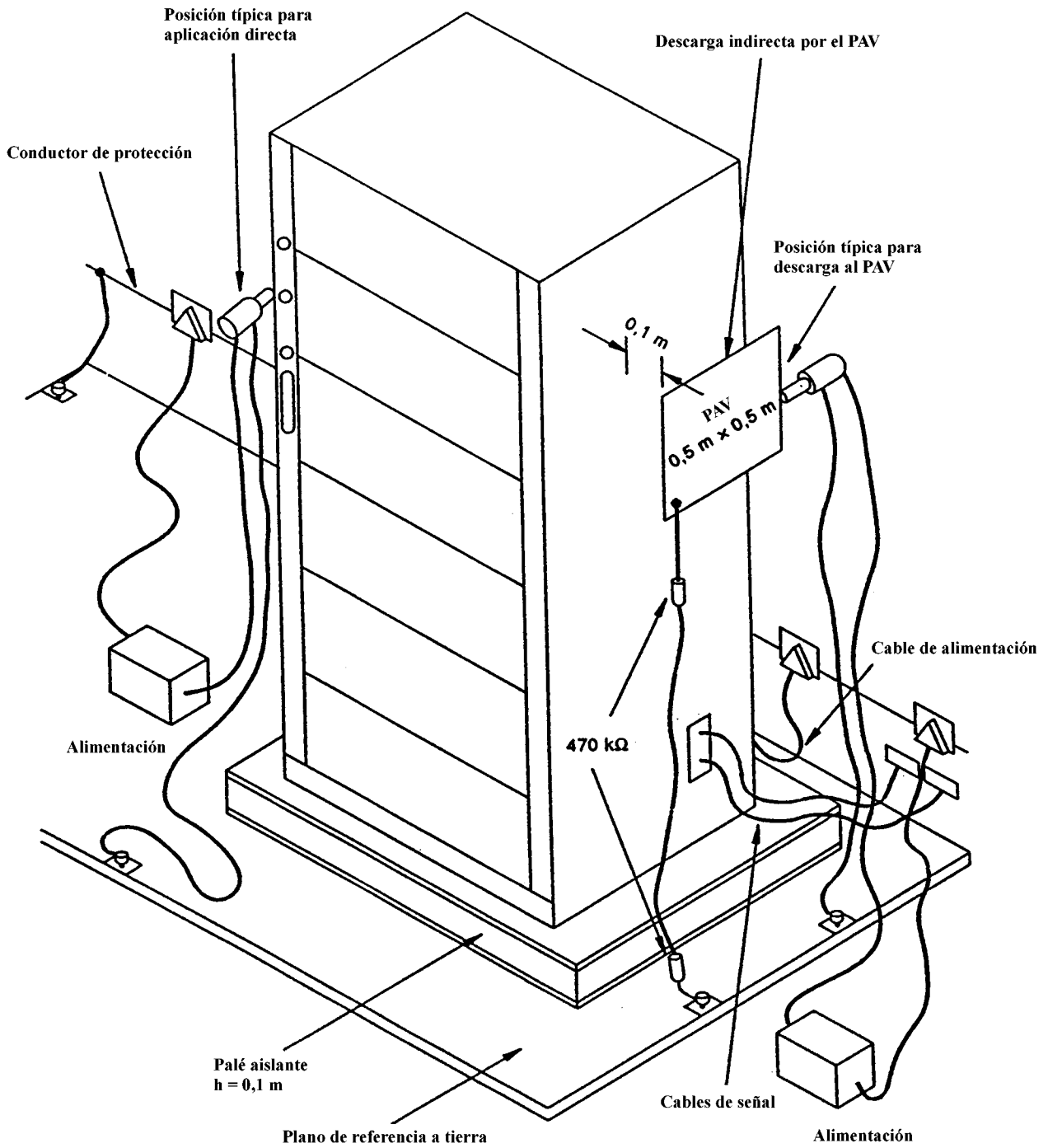


Fig. 6 – Ejemplo de instalación de ensayo para un equipo dispuesto sobre el suelo, ensayos en laboratorio

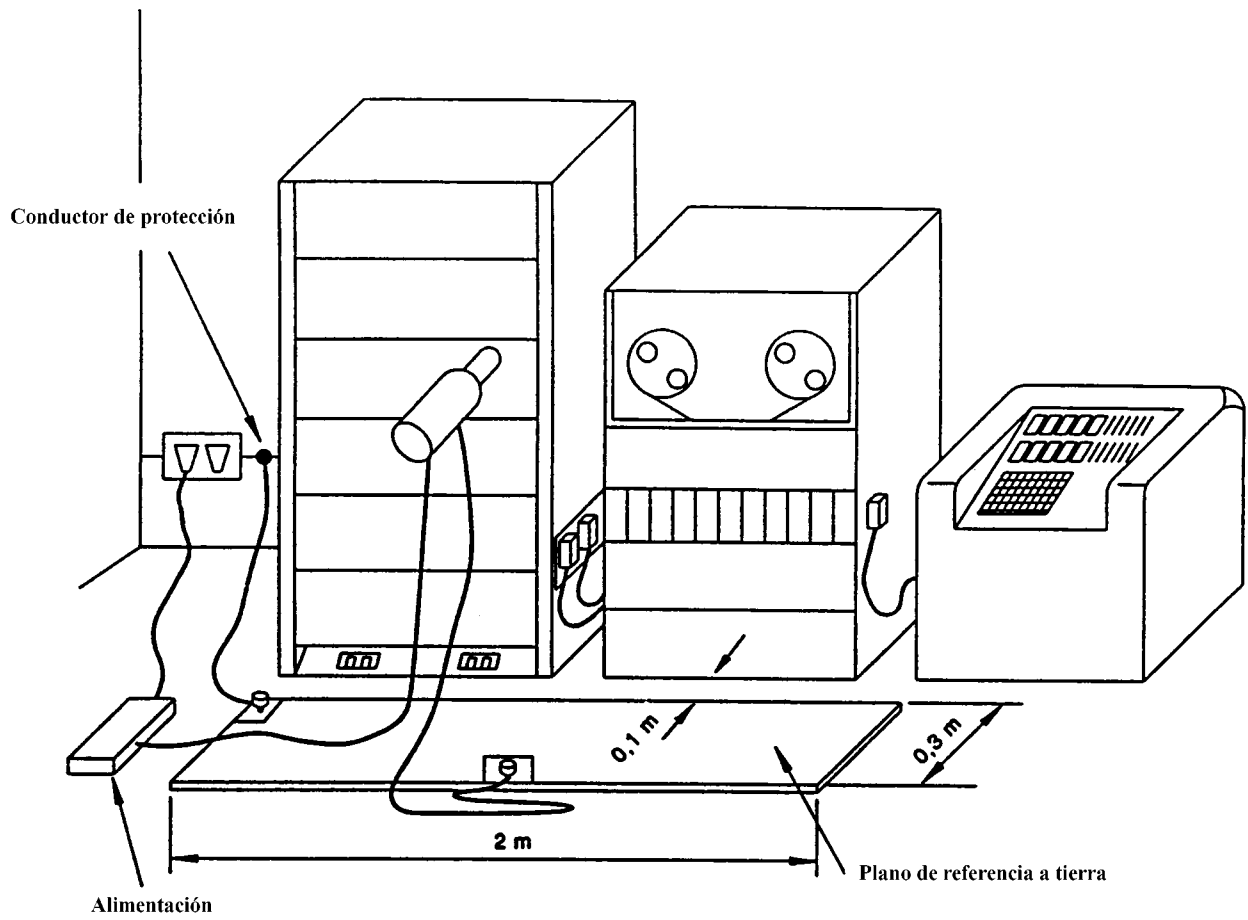


Fig. 7 - Ejemplo de instalación de ensayo para un equipo dispuesto sobre el suelo, ensayos "in situ" (después de la instalación)

ANEXO A (Informativo)

NOTAS EXPLICATIVAS

A.1 Consideraciones generales

El problema de protección de los equipos contra descargas de electricidad estática ha cobrado considerable importancia entre fabricantes y usuarios.

El uso extensivo de componentes microelectrónicos ha enfatizado la necesidad de definir los aspectos del problema y buscar una solución que permita aumentar la fiabilidad de los productos y sistemas.

El problema de la acumulación de la electricidad estática y las descargas subsiguientes se ha hecho más relevante en ambientes incontrolados y por la aplicación extendida de equipos y sistemas en un rango amplio de plantas industriales.

El equipo también puede verse sometido a energías electromagnéticas cuando ocurran descargas del personal a equipos próximos. Adicionalmente, las descargas pueden ocurrir entre objetos metálicos, tales como sillas y mesas, en la proximidad del equipo. Sin embargo, basándose en la experiencia limitada hasta hoy día, se considera que los ensayos descritos en ésta norma pueden simular adecuadamente los efectos de éste fenómeno. Este aspecto será investigado y podría conducir a una modificación de ésta norma.

Los efectos de la descarga del operador pueden ser una simple operación incorrecta del equipo o daño a los componentes electrónicos. Los efectos dominantes pueden atribuirse a los parámetros de la corriente de descarga (tiempo de subida, duración, etc.).

El conocimiento del problema y la necesidad de tener una herramienta que ayude en la prevención de los efectos no deseables debidos a la descarga de la electricidad estática sobre el equipo, han iniciado el desarrollo de una normativa de procedimiento de ensayo descrita en esta norma.

A.2 Influencia de las condiciones ambientales en los niveles de carga

La generación de cargas electrostáticas se ve especialmente favorecida por la combinación de fibras sintéticas y atmósfera seca. Existen muchas variaciones posibles en el proceso de carga. Una situación común es cuando un operador camina sobre una moqueta y en cada paso gana o pierde electrones de su cuerpo al tejido. La fricción entre la ropa del operador y su silla puede también producir cambios de cargas. El cuerpo del operador puede cargarse directamente o por inducciones electrostáticas; en el último caso una alfombra conductora no servirá de protección a menos que el operador esté adecuadamente puesto a tierra.

La representación gráfica de la figura A.1 muestra los diferentes valores de tensión a los que se pueden cargar diferentes tejidos dependiendo de la humedad relativa de la atmósfera.

El equipo puede estar sometido directamente a descargas de tensión de valores hasta de varios kilovoltios, dependiendo del tipo de fibra sintética y de la humedad relativa del ambiente.

A.3 Relación entre los niveles ambientales y las descargas por contacto o en el aire

Como cantidad medible, los niveles de tensión estática encontrados en ambientes de utilización se han aplicado para definir los requisitos de inmunidad. Sin embargo, se ha demostrado que la transferencia de energía es una función de la corriente de descarga más que, o tanto como, de la tensión electrostática que existe previa a la descarga. Es más, se ha demostrado que la corriente de descarga es típicamente menos que proporcional a la tensión de predescarga en los niveles más altos de tensión.

Las posibles causas de esta relación no proporcional entre la tensión de predescarga y la corriente de descarga son:

- La descarga de cargas de alta tensión debe ocurrir típicamente a través de un arco de camino largo que incrementa el tiempo de subida, manteniendo las componentes altas del espectro de la corriente de descarga menos que proporcionales a la tensión de predescarga.
- Los niveles elevados de tensión se desarrollan mejor a través de capacidades pequeñas, asumiendo que la cantidad de carga debería ser constante para un evento típico de generación de carga. Inversamente, los niveles elevados de tensión de carga a través de una capacidad elevada necesitaría un número sucesivo de eventos de generación que es más difícil que ocurra. Esto significa que la energía de carga tiende a hacerse constante entre las tensiones de carga elevadas que se encuentran en el ambiente de utilización.

Como conclusión de lo anterior, los requisitos de inmunidad para un ambiente dado de utilización deben definirse en términos de amplitudes de la corriente de descarga.

Habiendo reconocido este concepto, se facilita el diseño del material de ensayo. El compromiso de elección de la tensión de carga y de la impedancia de descarga puede aplicarse para conseguir las amplitudes de la corriente de descarga deseadas.

A.4 Selección de los niveles de ensayo

Es recomendable seleccionar los niveles de ensayo en función de las condiciones más reales del ambiente y de la instalación. La tabla A.1 puede servir de guía.

Tabla A.1
Guía para la selección de niveles de ensayo

Clase	Humedad relativa tan baja como %	Material antiestático	Material sintético	Tensión máxima kV
1	35	x		2
2	10	x		4
3	50		x	8
4	10		x	15

Las clases recomendadas para el ambiente y la instalación están relacionadas con los niveles de ensayo delimitados en el capítulo 5 de esta norma.

Para algunos materiales, por ejemplo madera, hormigón o cerámica, el nivel probable no será mayor que el nivel 2.

NOTA - Es importante, cuando se considera la selección del nivel de ensayo apropiado para un ambiente particular, entender los parámetros críticos del efecto de DES.

El parámetro más crítico es probablemente la velocidad de variación de la corriente de descarga que puede obtenerse a través de una variedad de combinaciones de tensión de carga, cresta de corriente de descarga y tiempo de subida.

Por ejemplo, el esfuerzo de DES requerido para el ambiente de los materiales sintéticos a 15 kV, está cubierto adecuadamente por un ensayo a 8 kV/30 A clase 4, utilizando la descarga por contacto del generador de DES, definido en ésta norma.

Sin embargo, en un ambiente seco con materiales sintéticos, pueden aparecer tensiones superiores a 15 kV.

En caso de equipos de ensayo con superficies aislantes, se podrá utilizar el método de descargas en el aire con tensiones hasta 15 kV.

A.5 Selección de puntos de ensayo

Los puntos de ensayo a considerar pueden, por ejemplo, incluir las siguientes localizaciones en las que aplicarse:

- puntos en secciones metálicas del armario que están eléctricamente aislados de tierra;
- cualquier punto en el área del teclado o control, u otros puntos en la comunicación hombre-máquina, tales como interruptores, botones u otras áreas accesibles por el operador;
- indicadores, ventanas, ranuras, rejillas, cubiertas de bornes o conectores, etc.

A.6 Razones técnicas para utilizar el método de descargas por contacto

En general la reproducibilidad del método de descarga anterior (descargas en el aire) está influenciada por, entre otras, la velocidad de aproximación de la punta de descarga, humedad y construcción del equipo de ensayo, pudiendo dar lugar a variaciones en el tiempo de subida del pulso y en la magnitud de la corriente de descarga.

En diseños previos de medidores de DES, el evento de la DES se simulaba descargando un condensador cargado a través de una punta de descarga en el ESE, formándose un explosor con la superficie del ESE.

La chispa es un fenómeno físico muy complicado. Se ha demostrado que con una distancia de descarga que varíe el tiempo de subida resultante de la corriente de descarga, puede variar desde menos de 1 ns a más de 20 ns, según se varíe la velocidad de aproximación.

Mantener la velocidad de aproximación constante, no da como resultado un tiempo de subida constante. Para algunas combinaciones de tensión/velocidad, el tiempo de subida todavía fluctúa con un factor de 30.

Una propuesta para estabilizar el tiempo de subida es usar una distancia de descarga fijada mecánicamente. A pesar de estabilizar el tiempo de subida con este método, no es recomendable ya que el tiempo de subida resultante es mucho más lento que el obtenido en un evento natural a simular.

El contenido de alta frecuencia de un evento real de DES no se simula apropiadamente con este método. Otra posibilidad es utilizar diferentes dispositivos de disparo (por ejemplo, tubos de gas o tiratrons) en lugar de una chispa, pero aún así estos dispositivos producen tiempos de subida que son todavía muy pequeños comparados con los de un evento real de DES.

El único dispositivo de disparo conocido que es capaz de producir corrientes de descarga repetitivas y con tiempos de subida rápidos es el relé. El relé deberá tener suficiente capacidad de tensión y un sólo contacto (para evitar descargas dobles en el flanco de subida). Para tensiones superiores, se pueden utilizar relés de vacío. La experiencia demuestra que utilizando un relé como dispositivo de disparo, no solo la forma del pulso de descarga medida es más repetible en su flanco de subida, sino que también los resultados con un ESE real son más reproducibles.

Consecuentemente el medidor de impulso controlado por relé es el dispositivo que produce un pulso de corriente especificado (en amplitud y tiempo de subida)

Esta corriente se relaciona con una tensión real de DES, tal como se describe en el capítulo A.3.

A.7 Selección de los elementos de un generador de DES

Se deberá utilizar un condensador de almacenamiento que sea representativo de la capacidad del cuerpo humano. Se ha determinado un valor de 150 pF como útil para este propósito.

Se ha elegido una resistencia de 330 Ω para representar la resistencia de fuente de un cuerpo humano que sujete un cuerpo metálico, como una llave o herramienta. Se ha demostrado que esta situación de descarga a través de un objeto metálico es suficientemente severa para representar todas las descargas humanas que puedan producirse en campo.

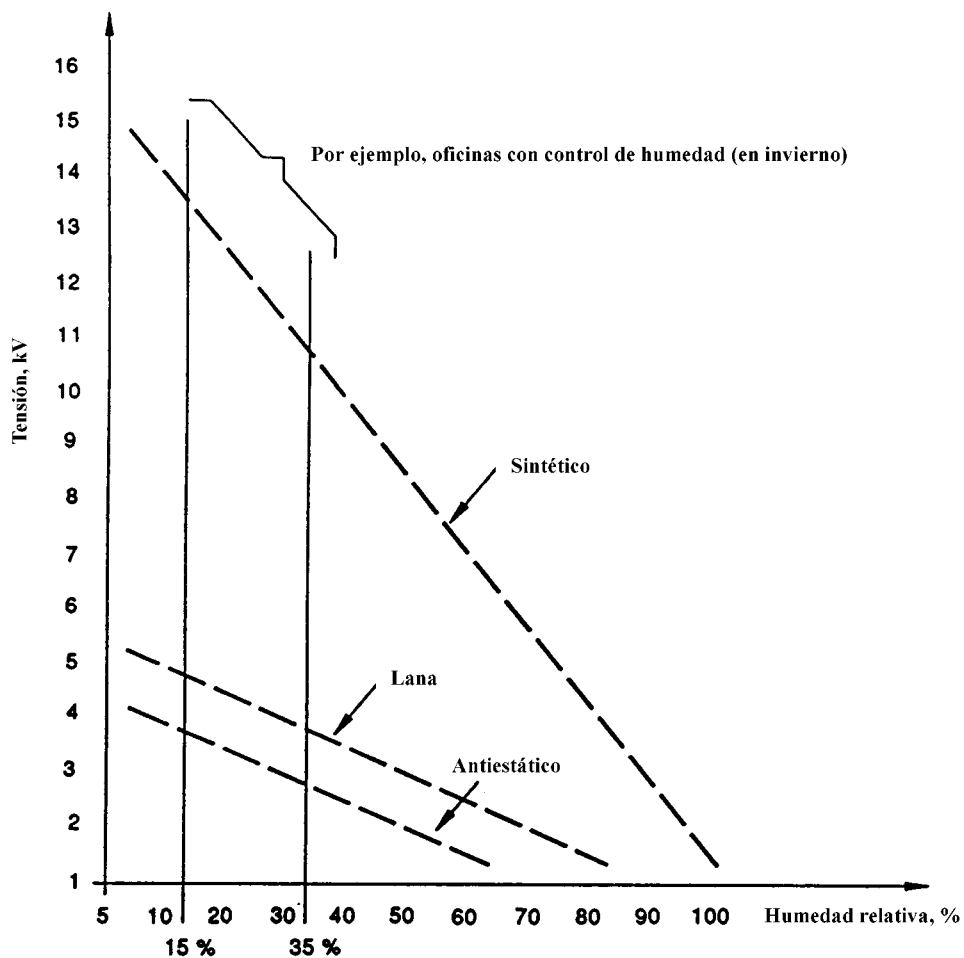


Fig. A.1 – Valores máximos de la tensión electrostática a la que se pueden cargar los operadores en contacto con los materiales mencionados en el capítulo A.2

ANEXO B (Informativo)

DETALLES CONSTRUCTIVOS

B.1 Detector de corriente

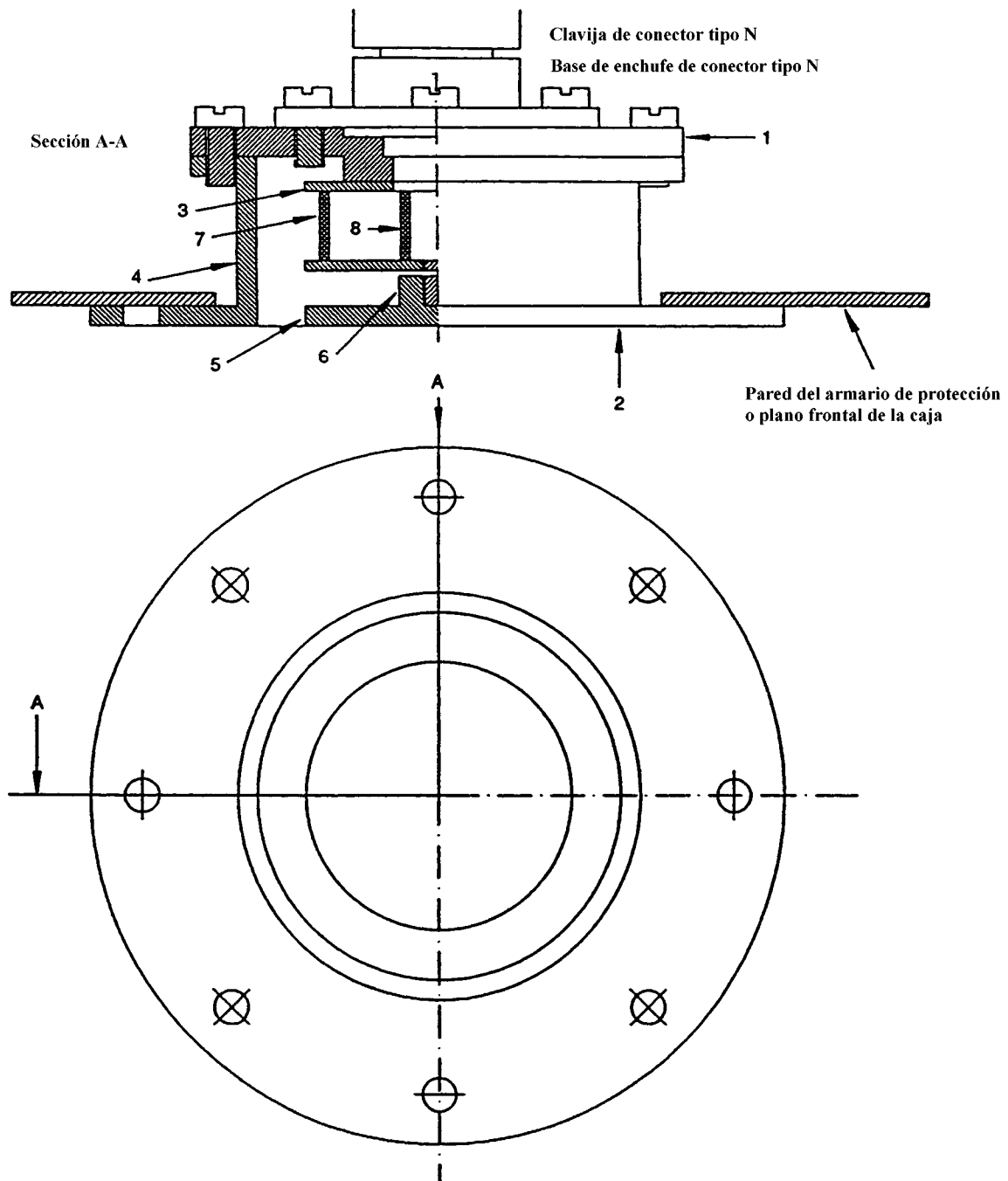
Las figuras B.1 a B.7 muestran los detalles constructivos de un posible detector de corriente.

Se deberá seguir la siguiente secuencia de montaje:

- 1) Se sueldan las 25 resistencias de carga "7" (51Ω , 5%, 0,25 W) en la parte de salida del disco "3" y se liman los bornes soldados.
- 2) Se sueldan 5 resistencias de adaptación "8" (240Ω , 5%, 0,25 W) en disposición pentagonal al conector de salida, de construcción coaxial tipo N.
- 3) Se ensamblan el lado de salida del disco "3", completo con sus resistencias de carga, en el collarín del conector de salida "1" utilizando 4 tornillos M2,5 de cabeza cilíndrica y 6,5 mm de longitud.
- 4) Se ensamblan el conector de salida completo con las resistencias de adaptación "7" en el collarín del conector de salida "1" utilizando 4 tornillos M3.
- 5) Se sueldan el disco de entrada "4", con el soporte de electrodo "6" atornillado y soldado, en ambos grupos de resistencias de carga y adaptación. Se liman los bornes soldados.
- 6) Se atornillan el disco plano del electrodo "5" en el soporte del electrodo "6", y se ensamblan el soporte de fijación "2" utilizando 8 tornillos M3 de cabeza cilíndrica de 6,5 mm de longitud.

B.2 Sonda de corriente inductiva

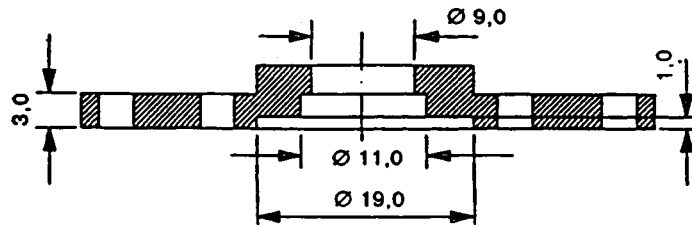
La descripción y los detalles constructivos se encuentran en estudio.



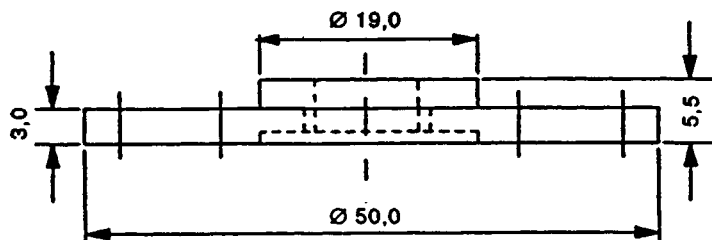
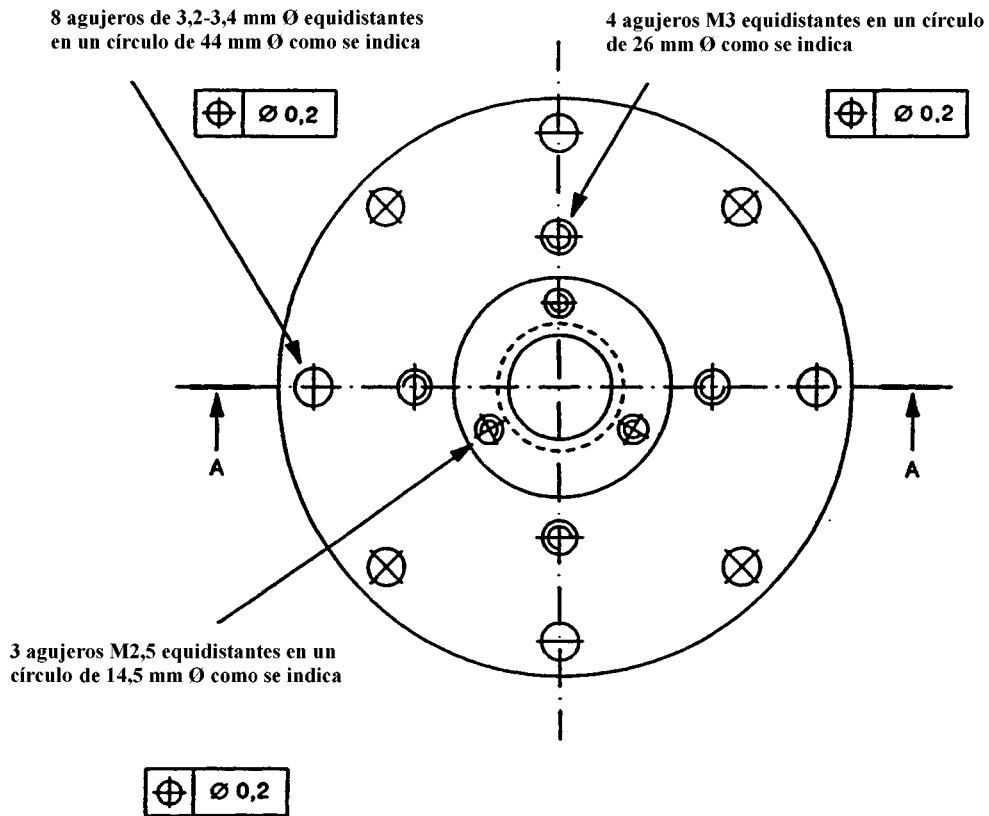
Pieza	Cantidad	Tornillos	Cantidad
1	1	M3x6,5 PAN HD SC	12
2	1		
3	1		
4	1		
5	1	M2,5x5 PAN HD SC	3
6	1		
7	25	Resistencia 51Ω	
8	5	Resistencia 240Ω	

Fig. B.1 – Detalles constructivos de la carga resistiva

Medidas en milímetros



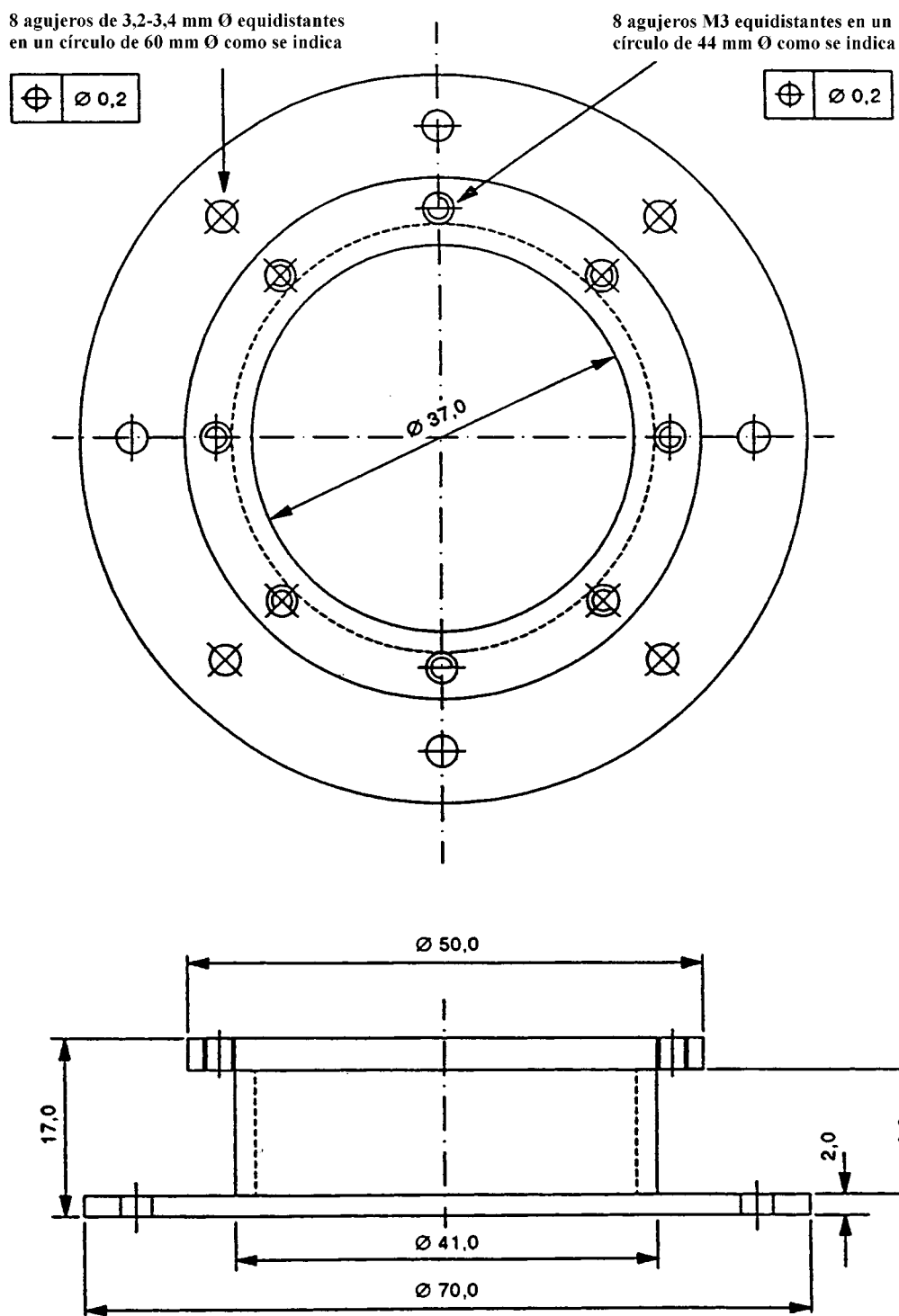
Sección A-A



Material y acabado: cobre o latón plateado

Fig. B.2

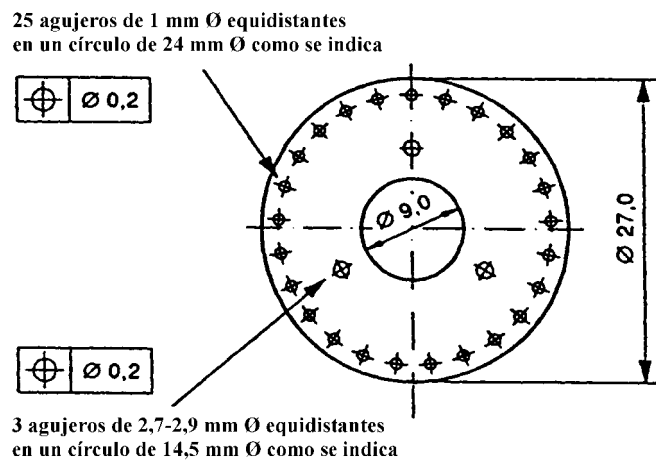
Medidas en milímetros



Material y acabado: cobre o latón plateado

Fig. B.3

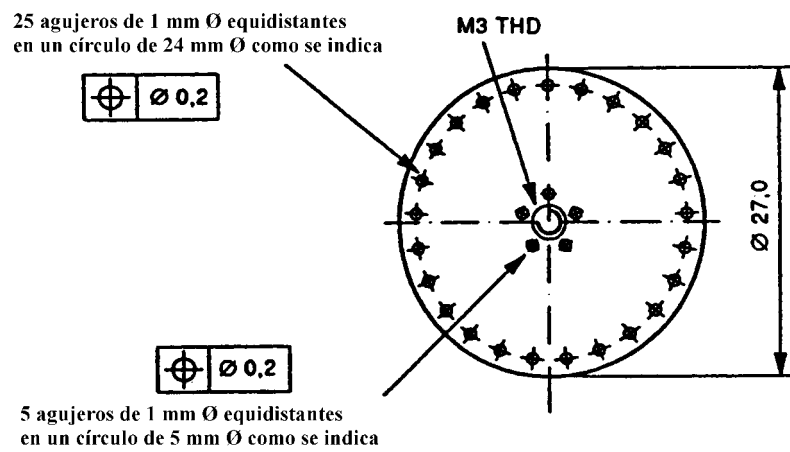
Medidas en milímetros



Material y acabado: cobre o latón plateado de 1 mm de grosor

Fig. B.4

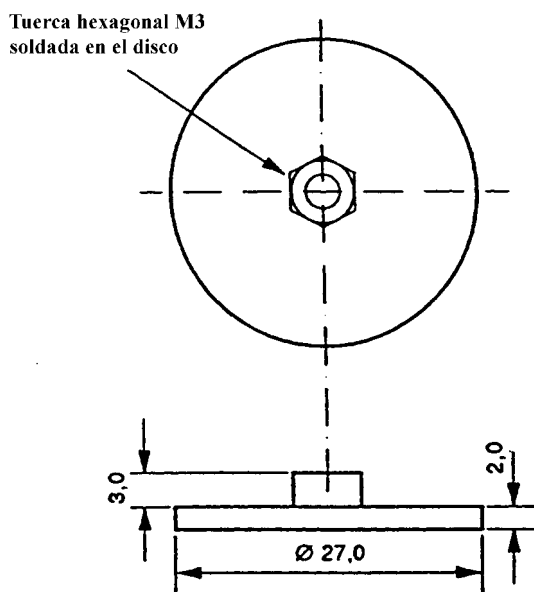
Medidas en milímetros



Material y acabado: cobre o latón plateado de 1 mm de grosor

Fig. B.5

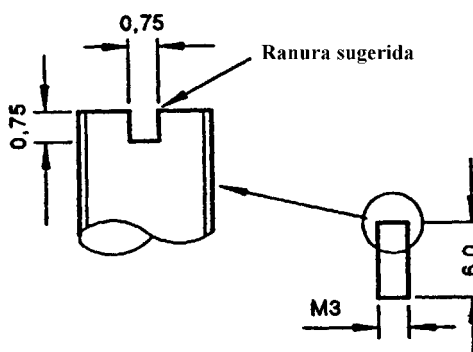
Medidas en milímetros



Material y acabado: cobre o latón plateado

Fig. B.6

Medidas en milímetros



Material y acabado: cobre o latón plateado

Fig. B.7

ANEXO ZA (Normativo)

**OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN LA 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 – En el caso en que se modifique una Norma Internacional como consecuencia de las modificaciones comunes de CENELEC, con la indicación (mod), debe tenerse en cuenta la EN/HD apropiada.

Norma CEI	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE Correspondiente¹⁾
50-161	1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética	–	–	UNE 21302-161:1992
68-1	1988	Ensayos ambientales. Parte 1: Generalidades y guía	60068-1 ²⁾	1994	UNE-EN 60068-1:1997

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

2) La EN 60068-1 incluye el corrigendum octubre 1988 y el A1:1992 a la Norma CEI 68-1.

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