

Julio 2009

### TÍTULO

**Compatibilidad electromagnética (CEM)**

**Parte 3-3: Límites**

**Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente asignada  $\leq 16$  A por fase y no sujetos a una conexión condicional**

*Electromagnetic compatibility (EMC) Part 3-3: Limits. Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current  $\leq 16$  A per phase and not subject to conditional connection.*

*Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 3-3: Limites. Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné  $\leq 16$  A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-3-3:2008, que a su vez adopta la Norma Internacional IEC 61000-3-3:2008.

### OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a las Normas UNE-EN 61000-3-3:1997, UNE-EN 61000-3-3 CORR:1999, UNE-EN 61000-3-3/A1:2002 y UNE-EN 61000-3-3:1997/A2:2006 antes de 2011-09-01.

### ANTECEDENTES

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

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 31303:2009

© AENOR 2009  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

29 Páginas

**Grupo 19**



Versión en español

**Compatibilidad electromagnética (CEM)****Parte 3-3: Límites****Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente asignada  $\leq 16$  A por fase y no sujetos a una conexión condicional (IEC 61000-3-3:2008)**

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3-3: Limits. Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current  $\leq 16$  A per phase and not subject to conditional connection. (IEC 61000-3-3:2008).

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 3-3: Limites. Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné  $\leq 16$  A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel. (IEC 61000-3-3:2008).

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 3-3: Grenzwerte. Begrenzung von Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flicker in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen für Geräte mit einem Bemessungsstrom  $\leq 16$  A je Leiter, die keiner Sonderanschlussbedingung unterliegen. (IEC 61000-3-3:2008).

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 2008-09-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

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

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

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Suecia y Suiza.

**CENELEC**  
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
**SECRETARÍA CENTRAL: Avenue Marnix, 17-1000 Bruxelles**

## PRÓLOGO

El texto del documento 77A/644/FDIS, futura edición 2 de la Norma IEC 61000-3-3, preparado por el subcomité SC 77A, Fenómenos de baja frecuencia, del Comité Técnico TC 77, *Compatibilidad electromagnética*, de IEC, fue sometido a voto paralelo IEC-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como Norma EN 61000-3-3 el 2008-09-01.

Esta norma sustituye a la Norma EN 61000-3-3:1995 + corrigendum julio 1997 + A1:2001 + IS1:2005 + A2:2005.

Se fijaron las siguientes fechas:

- Fecha límite en la que la norma europea debe adoptarse a nivel nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación (dop) 2009-06-01
- Fecha límite en la que deben retirarse las normas nacionales divergentes con esta norma (dow) 2011-09-01

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CENELEC por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, y dentro de su campo de aplicación cubre únicamente los requisitos esenciales de la Directiva 2004/108/CE y 1999/5/CE. Véase el anexo ZZ.

Los anexos ZA y ZZ han sido añadido por CENELEC.

## DECLARACIÓN

El texto de la Norma IEC 61000-3-3:2008 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.

## ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO .....	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	9
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	9
3 DEFINICIONES.....	10
4 EVALUACIÓN DE LAS VARIACIONES DE TENSIÓN, FLUCTUACIONES DE TENSIÓN Y FLICKER.....	11
4.1 Evaluación de una variación relativa de tensión, “ $d$ ” .....	11
4.2 Evaluación del valor de flicker de corta duración, $P_{st}$ .....	11
4.2.1 Medidor de flicker ( <i>flickermeter</i> ) .....	12
4.2.2 Método de simulación .....	12
4.2.3 Método analítico .....	12
4.2.4 Uso de la curva $P_{st} = 1$ .....	13
4.3 Evaluación del valor de flicker de larga duración, $P_{lt}$ .....	13
5 LÍMITES.....	13
6 CONDICIONES DE ENSAYO .....	14
6.1 Generalidades .....	14
6.2 Precisión de la medida .....	15
6.3 Tensión de alimentación de ensayo .....	15
6.4 Impedancia de referencia .....	15
6.5 Periodo de observación .....	15
6.6 Condiciones generales de ensayo.....	16
ANEXO A (Normativo) APLICACIÓN DE LOS LÍMITES Y CONDICIONES DE ENSAYO DE TIPO PARA EQUIPOS ESPECÍFICOS .....	21
ANEXO B (Normativo) CONDICIONES Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE VARIACIONES DE TENSIÓN $d_{m\acute{a}x}$ . DEBIDAS A UNA CONMUTACIÓN MANUAL .....	28
Figura 1 – Red de referencia para suministros monofásicos y trifásicos derivados de un suministro trifásico de cuatro conductores .....	17
Figura 2 – Evaluación a partir del histograma de $U(t)$ .....	18
Figura 3 – Característica de variación relativa de tensión .....	18
Figura 4 – Curva para $P_{st} = 1$ para variaciones de tensión rectangulares equidistantes .....	19
Figura 5 – Factores de forma $F$ para características de tensión de doble escalón y de rampa .....	19
Figura 6 – Factores de forma $F$ para características de tensión rectangulares y triangulares .....	20
Figura 7 – Factor de forma $F$ para características de tensión de arranque de motor con varios tiempos de arranque .....	20
Tabla 1 – Método de evaluación.....	12
Tabla A.1 – Parámetros del electrodo .....	26
Tabla A.2 – Factor de frecuencia $R$ relacionado con la tasa de repetición “ $r$ ”.....	27

## COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

### Compatibilidad electromagnética (CEM)

#### Parte 3-3: Límites

#### Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente asignada $\leq 16$ A por fase y no sujetos a una conexión condicional

### PRÓLOGO

- 1) IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de IEC). El objetivo de IEC es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Para este fin y también para otras actividades, IEC publica Normas Internacionales, Especificaciones Técnicas, Informes Técnicos, Especificaciones Disponibles al Público (PAS) y Guías (de aquí en adelante "Publicaciones IEC"). Su elaboración se confía a los comités técnicos; cualquier Comité Nacional de IEC que esté interesado en el tema objeto de la norma puede participar en su elaboración. Organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con IEC también participan en la elaboración. IEC colabora estrechamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO), de acuerdo con las condiciones determinadas por acuerdo entre ambas.
- 2) Las decisiones formales o acuerdos de IEC sobre materias técnicas, expresan en la medida de lo posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas relativos a cada comité técnico en los que existe representación de todos los Comités Nacionales interesados.
- 3) Los documentos producidos tienen la forma de recomendaciones para uso internacional y se aceptan en este sentido por los Comités Nacionales mientras se hacen todos los esfuerzos razonables para asegurar que el contenido técnico de las publicaciones IEC es preciso, IEC no puede ser responsable de la manera en que se usan o de cualquier mal interpretación por parte del usuario.
- 4) Con el fin de promover la unificación internacional, los Comités Nacionales de IEC se comprometen a aplicar de forma transparente las Publicaciones IEC, en la medida de lo posible en sus publicaciones nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre la Publicación IEC y la correspondiente publicación nacional o regional debe indicarse de forma clara en esta última.
- 5) IEC no establece ningún procedimiento de marcado para indicar su aprobación y no se le puede hacer responsable de cualquier equipo declarado conforme con una de sus publicaciones.
- 6) Todos los usuarios deberían asegurarse de que tienen la última edición de esta publicación.
- 7) No se debe adjudicar responsabilidad a IEC o sus directores, empleados, auxiliares o agentes, incluyendo expertos individuales y miembros de sus comités técnicos y comités nacionales de IEC por cualquier daño personal, daño a la propiedad u otro daño de cualquier naturaleza, directo o indirecto, o por costes (incluyendo costes legales) y gastos derivados de la publicación, uso o confianza de esta publicación IEC o cualquier otra publicación IEC.
- 8) Se debe prestar atención a las normas para consulta citadas en esta publicación. La utilización de las publicaciones referenciadas es indispensable para la correcta aplicación de esta publicación.
- 9) Se debe prestar atención a la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Publicación IEC puedan ser objeto de derechos de patente. No se podrá hacer responsable a IEC de identificar alguno o todos esos derechos de patente.

La Norma Internacional IEC 61000-3-3 ha sido elaborada por el subcomité 77A: Fenómenos de baja frecuencia, del comité técnico 77 de IEC: Compatibilidad electromagnética.

Esta segunda edición de la Norma IEC 61000-3-3 anula y sustituye a la primera edición publicada en 1994, y a sus modificaciones 1 (2001) y 2 (2005). Esta edición constituye una edición revisada.

El documento 77A/644/FDIS, circulado a los Comités Nacionales como modificación 3, llevó a la publicación de la nueva edición.

El texto de esta norma se basa en la primera edición, en su modificación 1, en su modificación 2 y en los documentos siguientes:

<b>FDIS</b>	<b>Informe de voto</b>
77A/644/FDIS	77A/650/RVD

El informe de voto indicado en la tabla anterior ofrece toda la información sobre la votación para la aprobación de esta norma.

Esta norma ha sido elaborada de acuerdo con las Directivas ISO/IEC, Parte 2.

El comité ha decidido que el contenido de la norma base y de sus modificaciones permanezca vigente hasta la fecha de mantenimiento indicada en el sitio web de IEC "<http://webstore.iec.ch>" en los datos relativos a la norma específica. En esa fecha, la norma será

- confirmada;
- anulada;
- reemplazada por una edición revisada; o
- modificada.

## INTRODUCCIÓN

La Norma IEC 61000 se publica en partes separadas de acuerdo con la siguiente estructura:

### Parte 1: Generalidades

Consideraciones generales (introducción, principios fundamentales)

Definiciones, terminología

### Parte 2: Entorno

Descripción del entorno

Clasificación del entorno

Niveles de compatibilidad

### Parte 3: Límites

Límites de emisión

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

### Parte 4: Técnicas de ensayo y medida

Técnicas de medida

Técnicas de ensayo

### Parte 5: Guías de instalación y de atenuación

Guías de instalación

Métodos y dispositivos de atenuación

### Parte 9: Varios

Además, cada parte se divide en secciones que se publican o como normas internacionales o como informes técnicos.

Estas normas e informes se publicarán en orden cronológico y se numerarán consecuentemente.

Esta parte es una norma de familia de producto.

Los límites de esta norma corresponden a las variaciones de tensión encontradas por los usuarios conectados en el punto de conexión entre la red pública de distribución de baja tensión y los equipos de la instalación del usuario. En consecuencia, es posible que tengan lugar perturbaciones que sobrepasen los límites si la impedancia real de red en los bornes de alimentación del equipo conectado dentro de la instalación del usuario es superior a la impedancia de ensayo.

**Compatibilidad electromagnética (CEM)**  
**Parte 3-3: Límites**  
**Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en**  
**las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente**  
**asignada  $\leq 16$  A por fase y no sujetos a una conexión condicional**

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma IEC 61000 trata de la limitación de las fluctuaciones de tensión y flicker que afectan a la red de distribución pública de baja tensión.

Se especifican los límites de los cambios de tensión que pueden producirse por un equipo ensayado en condiciones especificadas y se da una guía sobre los métodos de evaluación.

Esta parte de la Norma IEC 61000 se aplica a los equipos eléctricos y electrónicos con corriente de entrada menor o igual a 16 A por fase, y destinados para ser conectados a redes públicas de distribución de baja tensión de entre 220 V y 250 V entre fase y neutro a 50 Hz y que no están sujetos a una conexión condicional.

Los equipos que no cumplan con los límites de esta parte de la Norma IEC 61000 cuando se ensayan con la impedancia de referencia  $Z_{ref}$  del apartado 6.4, y que por lo tanto no pueden declararse conformes con esta parte, pueden reensayarse o evaluarse para mostrar conformidad con la Norma IEC 61000-3-11. La parte 3-11 se aplica a equipos con una corriente de entrada asignada  $\leq 75$  A por fase y sujetos a conexión condicional.

Los ensayos según esta parte son ensayos de tipo. El anexo A da las condiciones particulares de ensayo y el circuito de ensayo se muestra en la figura 1.

NOTA Los límites en esta parte de la Norma IEC 61000 se basan principalmente en la severidad subjetiva del flicker que afecta a la luz emitida por una lámpara de filamento de doble espiral de 230V/60W sometida a las fluctuaciones de la tensión de suministro. Para las redes cuya tensión nominal fase-neutro sea inferior a 220 V y/o la frecuencia sea de 60 Hz, los límites y los valores del circuito de referencia están en estudio.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

IEC 60050(161):1990 *Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad Electromagnética.*

IEC/TR 60725 *Consideraciones de las impedancias de referencia y las impedancias de la red pública de suministro para el uso en la determinación de las características de perturbación de equipos eléctricos que tienen una corriente asignada  $\leq 75$  A por fase.*

IEC 60974-1 *Equipos de soldadura eléctrica por arco. Parte 1: Fuentes de potencia para soldadura.*

IEC 61000-3-2:2005 *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada  $\leq 16$  A por fase).*

IEC 61000-3-11 *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 11: Límites de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de alimentación de baja tensión. Equipos con corriente de entrada  $\leq 75$  A y sujetos a una conexión condicional.*

IEC 61000-4-15 *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 15: Medidor de Flicker. Especificaciones funcionales y de diseño.*

### 3 DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

#### 3.1 forma de onda de la tensión eficaz, $U(t)$ :

Función temporal de la tensión eficaz, evaluada como un valor único para cada semiperiodo consecutivo comprendido entre pasos por cero de la tensión de alimentación (véase la figura 2).

#### 3.2 característica de la variación de tensión, $\Delta U(t)$ :

Función temporal de la variación de tensión eficaz evaluada como un valor único para cada semiperiodo consecutivo comprendido entre pasos por cero de la tensión de alimentación, entre intervalos de tiempo cuya tensión esté en régimen permanente durante al menos 1 s (véase la figura 2).

NOTA Dado que esta característica se utiliza solamente para evaluaciones que usan cálculos, la tensión en régimen permanente se asume que es constante dentro de la precisión de esta medida (véase el apartado 6.2).

#### 3.3 característica de variación máxima de tensión, $\Delta U_{\text{máx}}$ :

Diferencia entre los valores máximo y mínimo de la tensión eficaz de una característica de variación de la tensión (véase la figura 2).

#### 3.4 variación de tensión permanente, $\Delta U_c$ :

Diferencia entre dos tensiones permanentes adyacentes separadas al menos por una característica de variación de tensión (véase la figura 2).

NOTA Las definiciones 3.2 a 3.4 se refieren a tensiones absolutas fase-neutro. Las relaciones entre estas magnitudes y el valor fase-neutro de la tensión nominal ( $U_n$ ) de la red de referencia en la figura 1 se llaman:

- característica de la variación relativa de tensión:  $d(t)$  (definición 3.2);
- valor relativo máximo de la variación de tensión:  $d_{\text{máx}}$  (definición 3.3);
- variación relativa de la tensión permanente:  $d_c$  (definición 3.4).

Estas definiciones se explican en el ejemplo de la figura 3.

#### 3.5 fluctuación de tensión:

Serie de variaciones de la tensión eficaz evaluada como un valor único para cada semiperiodo consecutivo entre pasos por cero de la tensión de alimentación.

#### 3.6 flicker:

Impresión de inestabilidad de la sensación visual inducida por un estímulo de luz cuya luminancia o distribución espectral fluctúa con el tiempo (VEI 161-08-13).

#### 3.7 indicador de flicker de corta duración, $P_{\text{st}}$ :

La severidad del flicker evaluada en un periodo corto (en minutos);  $P_{\text{st}} = 1$  es el umbral convencional de irritabilidad.

#### 3.8 indicador de flicker de larga duración, $P_{\text{lt}}$ :

La severidad del flicker evaluada en un periodo largo (unas cuantas horas) usando valores sucesivos de  $P_{\text{st}}$ .

#### 3.9 medidor de flicker:

Instrumento diseñado para medir cualquier cantidad representativa de flicker.

NOTA Las medidas son normalmente de  $P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{lt}}$  (VEI 161-08-14).

#### 3.10 tiempo de impresión de flicker, $t_f$ :

Valor con dimensión temporal que describe la impresión de flicker de una característica de variación de tensión.

**3.11 conexión condicional:**

Conexión de equipo que requiere que la alimentación del usuario en el punto de conexión presente una impedancia inferior a la impedancia de referencia  $Z_{ref}$ , para que las emisiones que provienen de estos equipos cumplan con los límites enunciados en esta parte.

NOTA El cumplimiento de los límites de variación de tensión puede no ser la única condición de conexión. También puede ser necesario respetar los límites de emisión para otros fenómenos tales como los armónicos.

**3.12 punto de conexión:**

Interfaz entre una red pública de distribución y la instalación eléctrica de un usuario.

**4 EVALUACIÓN DE LAS VARIACIONES DE TENSIÓN, FLUCTUACIONES DE TENSIÓN Y FLICKER****4.1 Evaluación de una variación relativa de tensión, “d”**

La base de la evaluación del flicker es la característica de la variación de la tensión en los bornes del equipo sometido a ensayo, que es la diferencia  $\Delta U$  entre cualesquiera dos valores sucesivos de las tensiones fase-neutro  $U(t_1)$  y  $U(t_2)$ :

$$\Delta U = U(t_1) - U(t_2) \quad (1)$$

Los valores de tensión eficaz  $U(t_1)$  y  $U(t_2)$  deben medirse o calcularse. Cuando se deduzcan los valores de la tensión eficaz de la forma de onda oscilográfica se debería considerar toda distorsión en la forma de onda que pudiera estar presente. La variación de tensión  $\Delta U$  se debe al cambio de la caída de tensión en la impedancia compleja de referencia  $\underline{Z}$ , causada por la variación de corriente compleja fundamental de entrada,  $\Delta \underline{I}$ , del equipo sometido a ensayo.  $\Delta I_p$  e  $\Delta I_q$  son respectivamente las partes activa y reactiva de la variación de corriente  $\Delta \underline{I}$ .

$$\Delta \underline{I} = \Delta I_p - j \Delta I_q = \underline{I}(t_1) - \underline{I}(t_2) \quad (2)$$

NOTA 1  $I_q$  es positiva para corrientes retrasadas con respecto a la tensión y negativa para corrientes con adelanto.

NOTA 2 Si la distorsión armónica de las corrientes  $\underline{I}(t_1)$  e  $\underline{I}(t_2)$  es inferior al 10%, se puede aplicar el valor eficaz total en lugar de los valores eficaces de sus corrientes fundamentales.

NOTA 3 Si  $X$  es positiva (inductiva), para los equipos monofásicos y trifásicos equilibrados la variación de tensión puede aproximarse por:

$$\Delta U = |\Delta I_p \cdot R + \Delta I_q \cdot X| \quad (3)$$

donde

$\Delta I_p$  e  $\Delta I_q$  son respectivamente las partes activa y reactiva de la variación de corriente  $\Delta \underline{I}$ ;

$R$  y  $X$  son los elementos de la impedancia compleja de referencia  $\underline{Z}$  (véase la figura 1).

La variación relativa de tensión viene dada por:

$$“d” = \Delta U / U_n \quad (4)$$

**4.2 Evaluación del valor de flicker de corta duración,  $P_{st}$** 

El valor de flicker de corta duración  $P_{st}$  se define en la Norma IEC 61000-4-15.

La tabla 1 muestra los métodos alternativos de evaluación del  $P_{st}$ , debido a las fluctuaciones de tensión de tipos diferentes:

Tabla 1 – Método de evaluación

Tipos de fluctuaciones de tensión	Método de evaluación del $P_{st}$
Todas las fluctuaciones de tensión (evaluación en línea)	Medida directa
Todas las fluctuaciones de tensión donde está definida $U(t)$	Simulación Medida directa
Características de variación de tensión según las figuras 5 a 7 con una tasa de ocurrencia inferior a 1 por segundo	Método analítico Simulación Medida directa
Variación rectangular de tensión a intervalos iguales	Uso de la curva $P_{st} = 1$ de la figura 4

#### 4.2.1 Medidor de flicker (*flickermeter*)

Todos los tipos de fluctuaciones de tensión pueden evaluarse mediante la medida directa usando un medidor de flicker que cumpla con la especificación dada en la Norma IEC 61000-4-15, y que se conecte tal y como se describe en el capítulo 6 de esta parte. Este es el método de referencia para la aplicación de los límites.

#### 4.2.2 Método de simulación

En el caso en que la característica de la variación relativa de tensión  $d(t)$  sea conocida,  $P_{st}$  puede evaluarse usando una simulación informática.

#### 4.2.3 Método analítico

Para las características de variación de tensión de los tipos mostrados en las figuras 5, 6 y 7, el valor de  $P_{st}$  puede evaluarse mediante el uso del método analítico usando las ecuaciones (5) y (6).

NOTA 1 Se considera que el valor de  $P_{st}$  obtenido usando este método está dentro del  $\pm 10\%$  del resultado que se obtendría mediante una medida directa (método de referencia).

NOTA 2 No se recomienda este método si el tiempo entre el final de una variación de tensión y el comienzo de la siguiente es inferior a 1 s.

##### 4.2.3.1 Descripción del método analítico

Cada característica de la variación relativa de tensión debe expresarse por un tiempo de impresión de flicker,  $t_f$ , en segundos:

$$t_f = 2,3 (F \cdot d_{\text{máx.}})^{3,2} \quad (5)$$

- el valor relativo máximo de la variación de tensión  $d_{\text{máx.}}$  se expresa como un porcentaje de la tensión nominal;
- el factor de forma,  $F$ , está asociado con la forma de la característica de la variación de tensión (véase el apartado 4.2.3.2).

La suma de los tiempos de impresión de flicker,  $\Sigma t_f$ , de todos los periodos de evaluación dentro de un intervalo total de longitud  $T_p$ , en segundos, es la base para la evaluación del  $P_{st}$ . Si se elige el intervalo de tiempo total  $T_p$  según el apartado 6.5, éste se considera un “periodo de observación”, y:

$$P_{st} = (\Sigma t_f / T_p)^{1/3,2} \quad (6)$$

##### 4.2.3.2 Factor de forma

El factor de forma,  $F$ , convierte una característica de la variación relativa de tensión  $d(t)$  en un escalón relativo de tensión, de valor  $(F \cdot d_{\text{máx.}})$ , equivalente para el cálculo del flicker.

NOTA 1 El factor de forma,  $F$ , es igual a 1,0 para cambios de tensión en escalón.

NOTA 2 La característica de variación relativa de tensión puede medirse directamente (véase la figura 1) o calcularse a partir de la corriente eficaz del equipo sometido a ensayo [véanse las ecuaciones de la (1) a la (4)].

La característica de la variación relativa de tensión debe obtenerse a partir de un histograma de  $U(t)$  (véase la figura 3).

El factor de forma puede deducirse de las figuras 5, 6 y 7, si la característica de la variación relativa de tensión encaja con las características mostradas en las figuras. Si las características coinciden, se procede como sigue:

- encuéntrese el valor relativo máximo de la variación de tensión  $d_{\text{máx}}$ . (según la figura 3); y
- encuéntrese el tiempo  $T(\text{ms})$  apropiado para la característica de variación de tensión tal y como se muestra en las figuras 5, 6 y 7, usando este valor, obténgase el factor de forma  $F$  requerido.

NOTA 3 La extrapolación fuera del rango de las figuras puede conducir a errores inaceptables.

#### 4.2.4 Uso de la curva $P_{\text{st}} = 1$

La curva de la figura 4 puede usarse para deducir la amplitud correspondiente a  $P_{\text{st}} = 1$  para una tasa de repetición particular en el caso de variaciones de tensión rectangulares de la misma amplitud “ $d$ ” separadas por intervalos de tiempo iguales; esta amplitud se denomina  $d_{\text{lim}}$ . El valor de  $P_{\text{st}}$  correspondiente a la variación de tensión “ $d$ ” viene dado por  $P_{\text{st}} = d/d_{\text{lim}}$ .

#### 4.3 Evaluación del valor de flicker de larga duración, $P_{\text{lt}}$

El valor de flicker de larga duración  $P_{\text{lt}}$  se define en la Norma IEC 61000-4-15 y debe aplicarse con un valor de  $N = 12$  (véase el apartado 6.5).

Generalmente, es necesario evaluar el valor del  $P_{\text{lt}}$  para los equipos que funcionan normalmente durante más de 30 min cada vez.

### 5 LÍMITES

Los límites deben aplicarse a las fluctuaciones de tensión y al flicker en los bornes de alimentación del equipo sometido a ensayo, medidos o calculados de acuerdo con el capítulo 4, en las condiciones de ensayo descritas en el capítulo 6 y en el anexo A. Los ensayos realizados para demostrar la conformidad con los límites se consideran ensayos de tipo.

Se aplican los límites siguientes:

- el valor de  $P_{\text{st}}$  no debe ser superior a 1,0;
- el valor de  $P_{\text{lt}}$  no debe ser superior a 0,65;
- el valor  $d(t)$  durante una variación de tensión no debe sobrepasar el 3,3% para una duración de más de 500 ms;
- la variación relativa de la tensión permanente,  $d_c$ , no debe sobrepasar el 3,3%;
- el valor relativo máximo de la variación de tensión  $d_{\text{máx}}$ , no debe sobrepasar
  - a) 4% sin condiciones suplementarias;
  - b) 6% para los equipos:
    - conmutados manualmente, o
    - conmutados automáticamente más de dos veces por día, y además, cuyo arranque es retardado (con un retardo de al menos varias decenas de segundos) o con rearme manual, después de una interrupción de la alimentación.

NOTA La frecuencia del ciclo se limitará adicionalmente por el límite de  $P_{\text{st}}$  y de  $P_{\text{lt}}$ . Por ejemplo, con un valor  $d_{\text{máx}}$  del 6% que produce una característica de la variación de tensión rectangular a una frecuencia de dos por hora, se obtendrá un valor de  $P_{\text{lt}}$  de alrededor de 0,65.

c) 7% para los equipos:

- que son atendidos durante su utilización (por ejemplo: secadores de pelo, aspiradoras, equipos de cocina como las batidoras, equipos de jardinería como las segadoras de césped, herramientas portátiles como las taladradoras eléctricas), o
- encendidos automáticamente, o destinados a encenderse manualmente, no más de dos veces por día, y cuyo arranque se retarda (siendo el retardo al menos de varias decenas de segundos) o con rearme manual, después de la interrupción de la alimentación.

En el caso de un equipo que tiene varios circuitos controlados separadamente, de acuerdo con el apartado 6.6, los límites b) y c) deben aplicarse únicamente si existe un arranque con retardo o con rearme manual después de una interrupción de la alimentación; para cualquier equipo que arranca inmediatamente después de la recuperación de una interrupción de alimentación debe aplicarse el límite a); para cualquier equipo con arranque manual deben aplicarse los límites b) y c) según la tasa de arranque.

Los requisitos relativos a  $P_{st}$  y  $P_{lt}$  no deben aplicarse a las variaciones de tensión debidas a conmutaciones manuales.

Los límites no deben aplicarse a las variaciones de tensión asociadas con conmutaciones ni interrupciones de emergencia.

## 6 CONDICIONES DE ENSAYO

### 6.1 Generalidades

No es necesario realizar los ensayos sobre equipos que no es probable que produzcan fluctuaciones de tensión o flicker significativos.

Puede que sea necesario determinar si son susceptibles de producirse fluctuaciones importantes de tensión, por un examen del diagrama del circuito y de las especificaciones de los equipos y por un ensayo funcional corto.

Para las variaciones de tensión debidas a una conmutación manual, se considera que los equipos cumplen sin ser necesario realizar otros ensayos si la corriente eficaz de entrada máxima (incluyendo la extracorrente de arranque) evaluada cada semiperiodo de 10 ms entre pasos por cero no excede de 20 A, y si la corriente de alimentación después de la conexión está dentro de una banda de variación de 1,5 A.

Si se utilizan métodos de medida, el valor relativo máximo de la variación de tensión  $d_{\max}$  debida a una conmutación manual debe medirse de acuerdo con el anexo B.

Los ensayos para verificar la conformidad del equipo con los límites deben realizarse usando el circuito de ensayo de la figura 1.

El circuito de ensayo consiste en:

- la tensión de alimentación de ensayo (véase 6.3);
- la impedancia de referencia (véase 6.4);
- el equipo sometido a ensayo (véase el anexo A);
- si es necesario, un medidor de flicker (véase la Norma IEC 61000-4-15).

La variación relativa de tensión  $d(t)$  puede medirse directamente o derivarse de la corriente eficaz tal y como se describe en el apartado 4.1. Debe usarse uno de los métodos descritos en el apartado 4.2 para determinar el valor de  $P_{st}$  del equipo sometido a ensayo. En caso de duda, el  $P_{st}$  debe medirse usando el método de referencia con un medidor de flicker.

NOTA Si se ensayan equipos trifásicos equilibrados, es aceptable medir sólo una de las tres tensiones fase-neutro.

## 6.2 Precisión de la medida

La magnitud de la corriente debe medirse con una precisión del  $\pm 1\%$  o mejor. Si en lugar de corrientes activas y reactivas se usa el ángulo de fase, su error no debe superar  $\pm 2^\circ$ .

La variación relativa de tensión “ $d$ ” debe determinarse con una precisión total inferior al  $\pm 8\%$  con respecto del valor máximo  $d_{\text{máx.}}$ . La impedancia total del circuito, excluyendo el dispositivo sometido a ensayo, pero incluyendo la impedancia interna de la fuente de alimentación, debe ser igual a la impedancia de referencia. La estabilidad y tolerancia de la impedancia total debe ser adecuada para asegurar que la precisión total inferior al  $\pm 8\%$  se consiga durante todo el procedimiento de evaluación.

NOTA El método siguiente no se recomienda cuando los valores medidos están cerca de los límites.

Cuando la impedancia de la fuente no está bien definida, por ejemplo cuando la impedancia de la fuente está sujeta a variaciones impredecibles, se puede conectar una impedancia entre la fuente y los bornes del equipo sometido a ensayo que tenga la resistencia y la inductancia iguales a la impedancia de referencia. Entonces, las medidas de las tensiones pueden realizarse en el lado de la fuente de la impedancia de referencia y en los bornes del equipo. En este caso, el valor relativo máximo de la variación de tensión,  $d_{\text{máx.}}$ , medido en los bornes de alimentación debe ser inferior al 20% del valor máximo  $d_{\text{máx.}}$  medido en los bornes del equipo.

## 6.3 Tensión de alimentación de ensayo

La tensión de alimentación de ensayo (tensión de circuito abierto) debe ser la tensión asignada del equipo. Si está estipulado un rango de tensión para el equipo, la tensión de ensayo debe ser de 230 V para equipos monofásicos y de 400 V para los trifásicos. La tensión de ensayo debe mantener dentro del  $\pm 2\%$  del valor nominal. La frecuencia debe ser de  $50 \text{ Hz} \pm 0,5\%$ .

El porcentaje de distorsión armónica total de la tensión de alimentación debe ser inferior al 3%.

Las fluctuaciones en la tensión de alimentación de ensayo durante un ensayo pueden despreciarse si los valores de  $P_{\text{st}}$  son inferiores a 0,4. Esta condición debe verificarse antes y después de cada ensayo.

## 6.4 Impedancia de referencia

Según la Norma IEC 60725, la impedancia  $Z_{\text{ref}}$  para los equipos sometidos a ensayo es una impedancia convencional usada en el cálculo y medida de la variación relativa de tensión “ $d$ ”, y de los valores  $P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{It}}$ .

La figura 1 indica los valores de la impedancia de los distintos elementos.

## 6.5 Periodo de observación

El periodo de observación,  $T_p$ , para la evaluación de los valores de flicker mediante una medida de flicker, simulación de flicker o método analítico deben ser:

- para  $P_{\text{st}}$ ,  $T_p = 10 \text{ min}$ ;
- para  $P_{\text{It}}$ ,  $T_p = 2 \text{ h}$ .

El periodo de observación debe incluir la parte del ciclo completo de operación en la que el equipo sometido a ensayo produce la secuencia de variaciones de tensión más desfavorable.

Para la evaluación del  $P_{\text{st}}$ , el ciclo de operación debe repetirse continuamente, a menos que se diga lo contrario en el anexo A. El tiempo mínimo de reinicio del equipo debe incluirse en este periodo de observación cuando se ensaya un equipo que se detiene automáticamente al final de un ciclo de operación que dura menos que el periodo de observación.

Para la evaluación del  $P_{it}$ , cuando se ensayen equipos con un ciclo de operación inferior a 2 h y que normalmente no se usan de forma continuada, el ciclo de operación no debe repetirse, a menos que se indique lo contrario en el anexo A.

NOTA Por ejemplo, en el caso de un equipo con un ciclo de operación que dura 45 min, se medirán cinco valores consecutivos de  $P_{st}$  durante un periodo total de 50 min, y los siete valores restantes de  $P_{st}$  en las 2 h del periodo de observación se considerará que son cero.

## 6.6 Condiciones generales de ensayo

Las condiciones de ensayo para la medida de las fluctuaciones de tensión y flicker se dan a continuación. Para los equipos no mencionados en el anexo A, los controles o programas automáticos deben disponerse para producir la secuencia de variaciones de tensión más desfavorable, usando sólo aquellas combinaciones de controles y programas que mencionados por el fabricante en el manual de instrucciones, o que sea probable que puedan usarse. Las condiciones de ensayo particulares para los equipos no incluidos en el anexo A están en estudio.

Los equipos deben ensayarse en el estado en que se proporcionan por el fabricante. Puede que sea necesaria una operación preliminar de los motores antes de los ensayos para asegurar que los resultados corresponden a los que se obtienen durante el uso normal.

NOTA Las condiciones de funcionamiento incluyen las condiciones de carga mecánica y/o eléctrica.

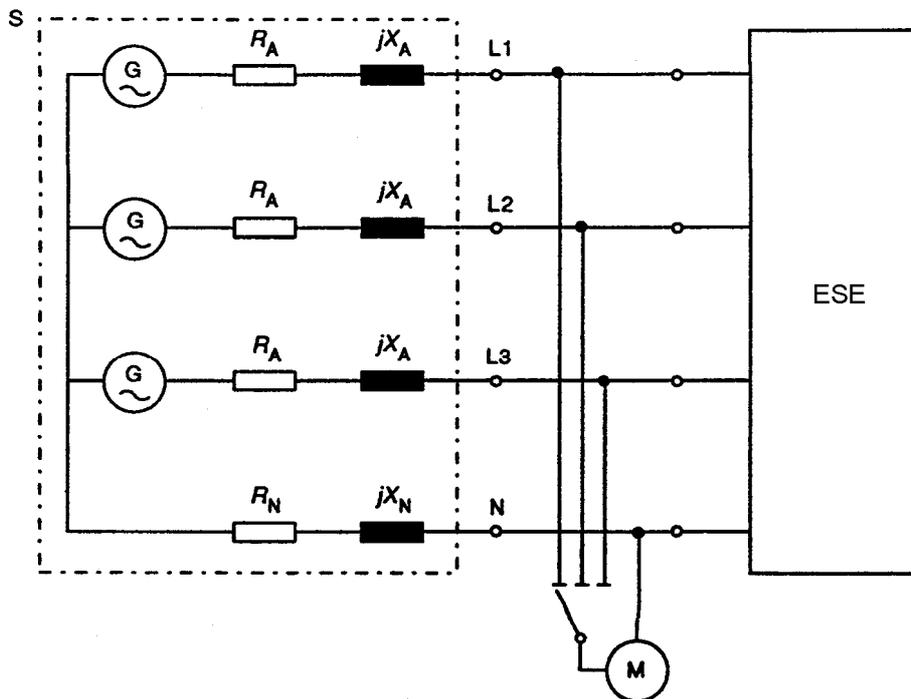
Para los motores, pueden usarse medidas con el rotor bloqueado para determinar la mayor variación de la tensión eficaz,  $d_{m\acute{a}x}$ , que ocurre durante el arranque del motor.

Se aplican las siguientes condiciones para los equipos que tengan varios circuitos controlados independientemente:

- cada circuito debe considerarse como un elemento individual del equipo, si está destinado a usarse independientemente, siempre que los controles no están diseñados para conmutar en el mismo instante;
- si el control de los circuitos separados está diseñado para conmutar simultáneamente, el grupo de circuitos así controlados se considera como un elemento individual del equipo.

Para los sistemas de control que regulan sólo parte de una carga, se deben considerar las fluctuaciones de tensión producidas por cada parte variable de la carga por sí misma.

En el anexo A se proporcionan las condiciones detalladas de ensayos de tipo para algunos equipos.



Leyenda

ESE: Equipo sometido a ensayo

M: Equipo de medida

S: Fuente de alimentación que consiste en un generador de tensión de alimentación G y una impedancia de referencia Z con los elementos:  
 $R_A = 0,24 \Omega$                        $jX_A = 0,15 \Omega$  a 50 Hz  
 $R_N = 0,16 \Omega$                        $jX_N = 0,10 \Omega$  a 50 Hz

Los elementos incluyen la impedancia real del generador.

Véase el apartado 6.2 cuando la impedancia de la fuente no está bien definida.

G: Fuente de tensión conforme al apartado 6.3.

NOTA En general, las cargas trifásicas son equilibradas, y  $R_N$  y  $X_N$  pueden despreciarse ya que no hay corriente en el conductor neutro.

**Figura 1 – Red de referencia para suministros monofásicos y trifásicos derivados de un suministro trifásico de cuatro conductores**

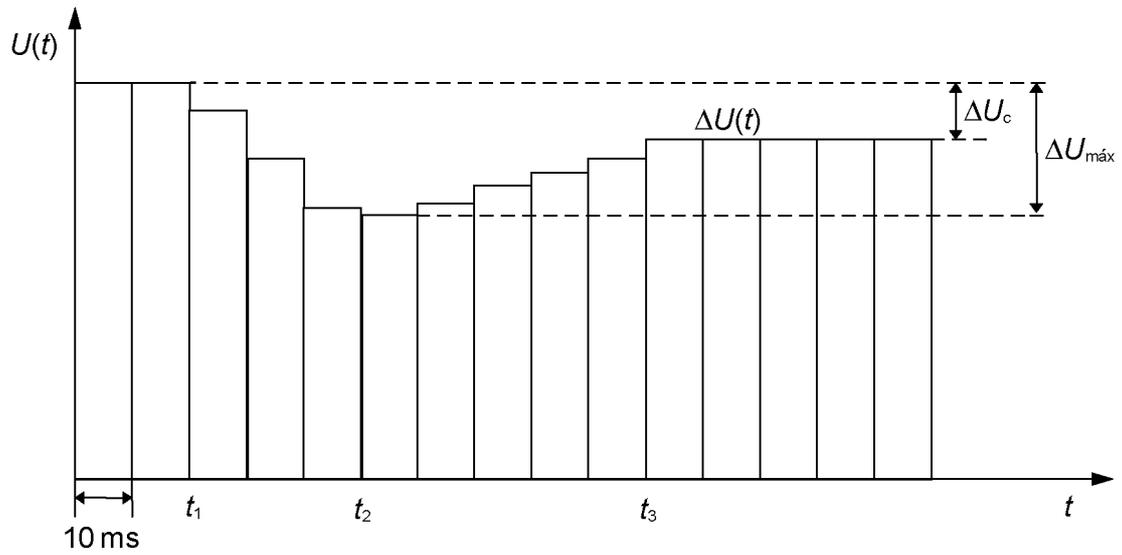


Figura 2 – Evaluación a partir del histograma de  $U(t)$

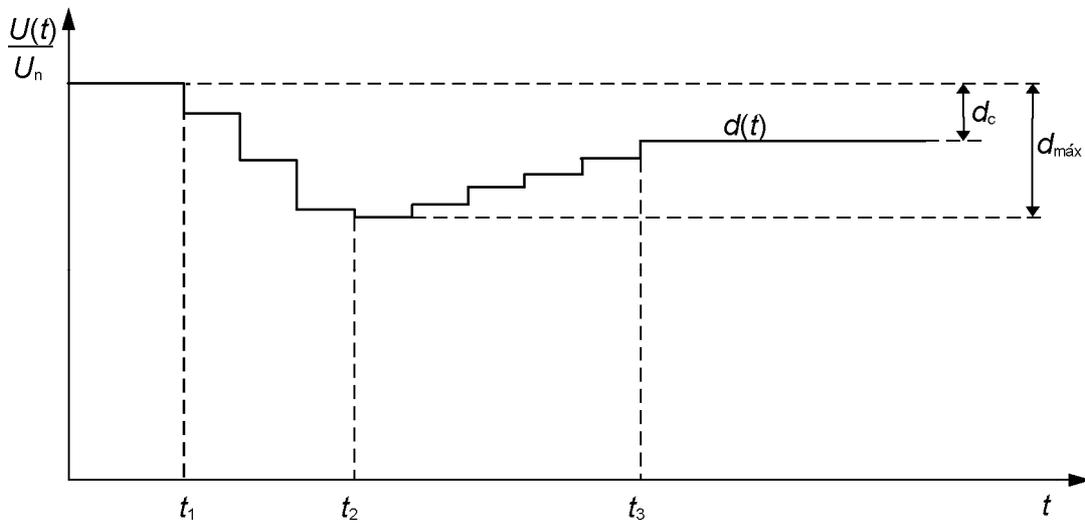
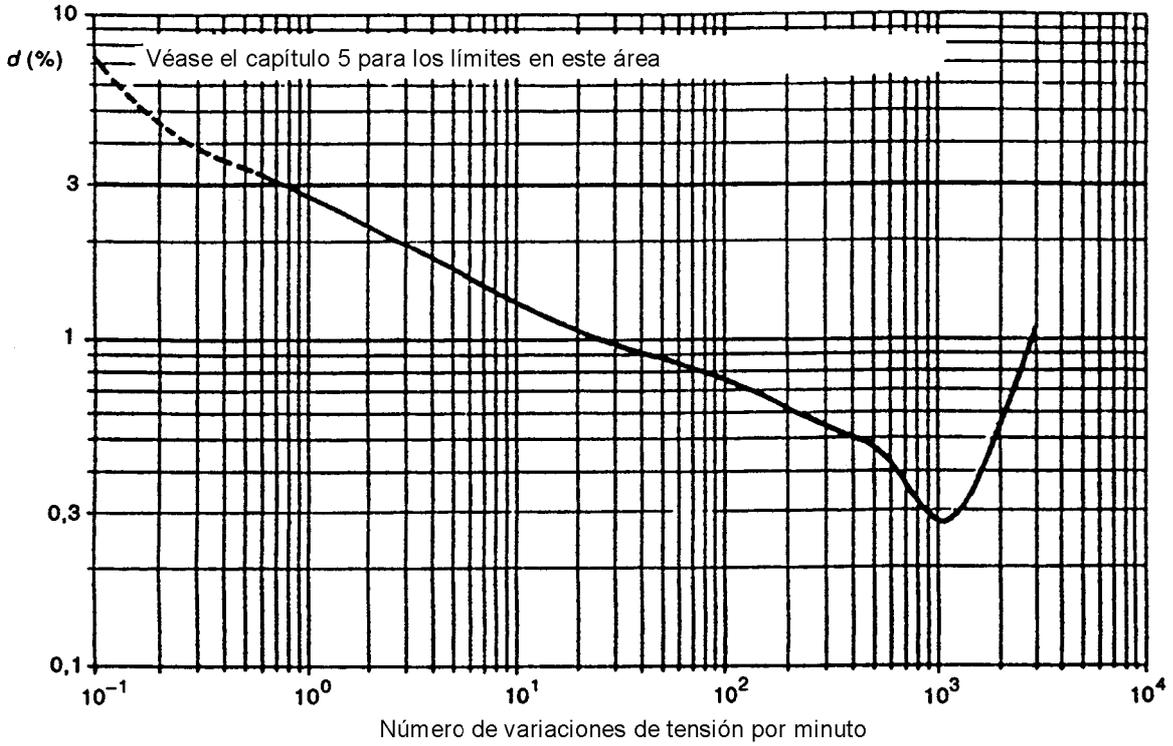


Figura 3 – Característica de variación relativa de tensión



NOTA: 1 200 variaciones de tensión por minuto dan un flicker de 10 Hz.

Figura 4 – Curva para  $P_{st} = 1$  para variaciones de tensión rectangulares equidistantes

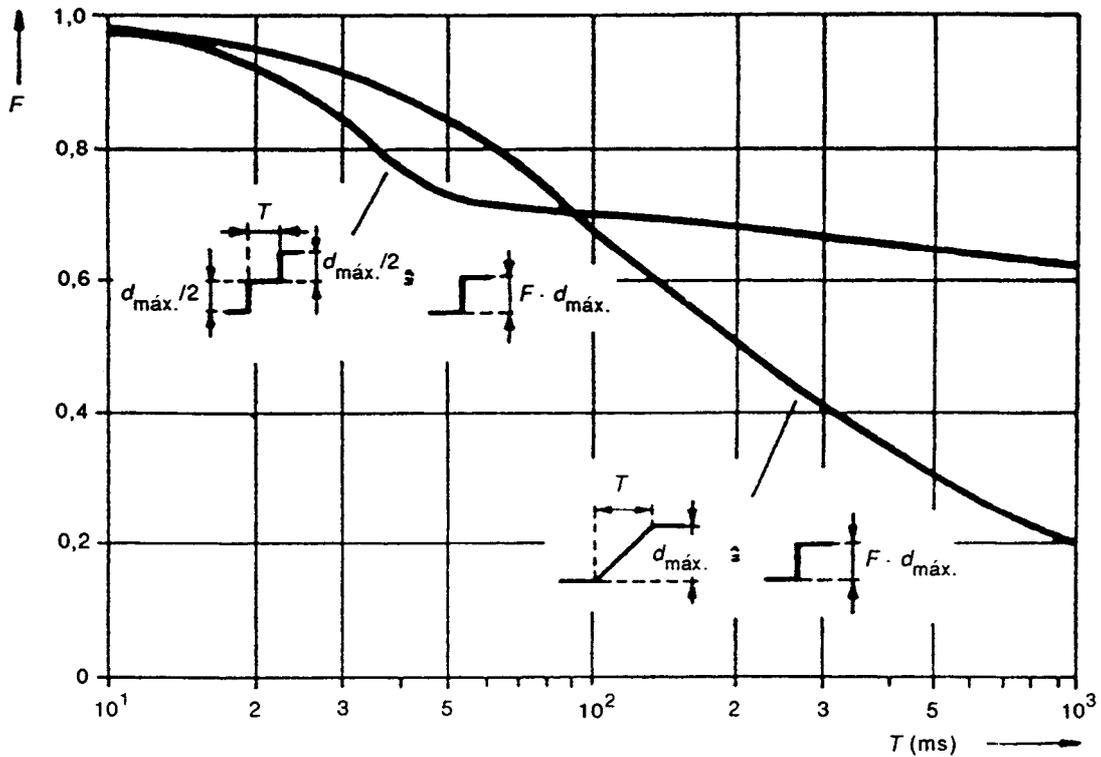


Figura 5 – Factores de forma  $F$  para características de tensión de doble escalón y de rampa

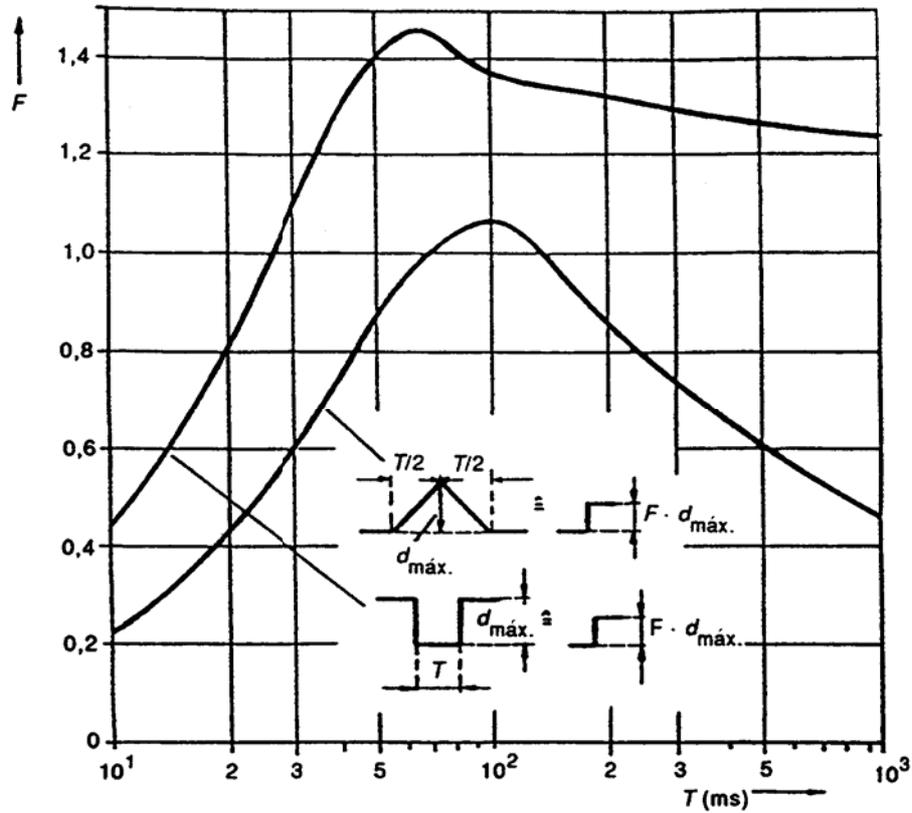
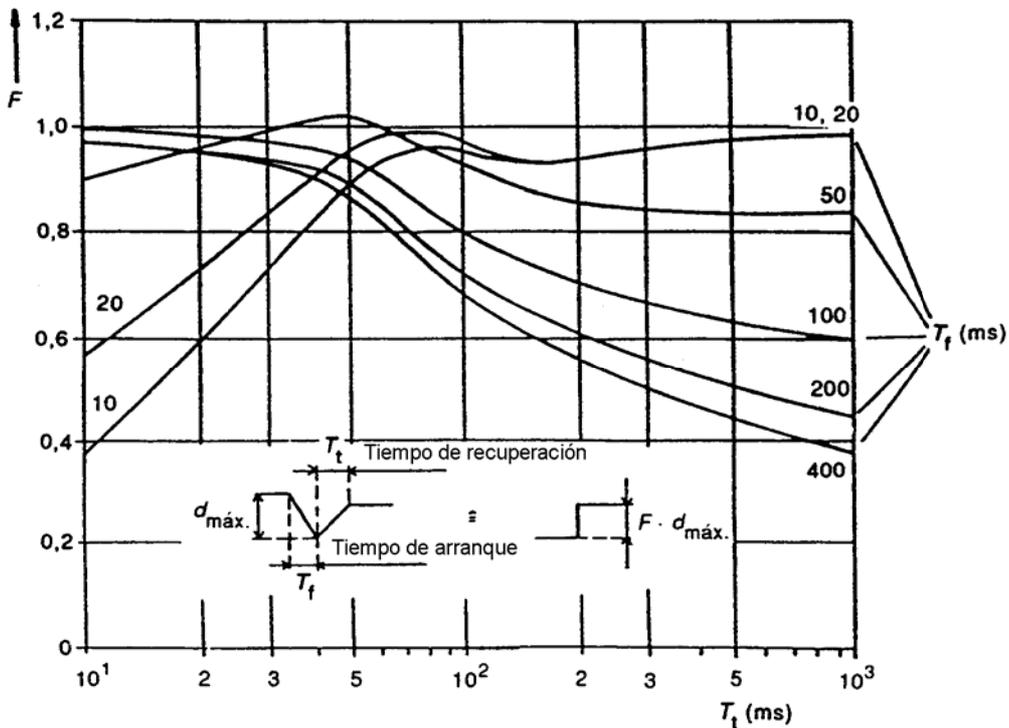


Figura 6 – Factores de forma  $F$  para características de tensión rectangulares y triangulares



NOTA  $T_i = t_3 - t_2$ ,  $T_f = t_2 - t_1$  (véase la figura 3).

Figura 7 – Factor de forma  $F$  para características de tensión de arranque de motor con varios tiempos de arranque

**ANEXO A (Normativo)****APLICACIÓN DE LOS LÍMITES Y CONDICIONES DE  
ENSAYO DE TIPO PARA EQUIPOS ESPECÍFICOS****A.1 Condiciones de ensayos para cocinas**

No debe requerirse la evaluación de  $P_{It}$  para las cocinas diseñadas para uso doméstico.

Los ensayos de  $P_{st}$  deben realizarse en condiciones de temperatura de régimen estacionario, a menos que se especifique otra cosa.

Cada calefactor debe ensayarse separadamente de la siguiente forma.

**A.1.1 Placas eléctricas**

Las placas se deben ensayar usando cazos normalizados con el diámetro, altura y cantidad de agua siguientes:

Diámetro de la placa (mm)	Altura del cazo (mm)	Cantidad de agua (g)
145	Alrededor de 140	1 000 ± 50
180	Alrededor de 140	1 500 ± 50
220	Alrededor de 120	2 000 ± 50

Las posibles pérdidas por la evaporación deben compensarse durante el tiempo de la medida.

La placa debe cumplir con los límites dados en el capítulo 5 en todos los siguientes ensayos.

- Rango de temperatura de cocción: situar el control en la posición donde el agua comience a hervir. El ensayo se realiza cinco veces y se calcula el valor medio de los resultados del ensayo.
- Rango de temperatura de fritura: llenar el cazo, sin tapa, con aceite de silicona hasta 1,5 veces la cantidad de agua mostrada en la tabla. Situar el control de forma que la temperatura medida con un termopar en el centro geométrico del aceite sea de 180 °C.
- Rango completo de configuraciones de potencia: se debe verificar el rango completo de potencia continuamente durante un periodo de observación de 10 min. Si los conmutadores de control tienen pasos discretos se deben ensayar todos los pasos hasta un máximo de 20. Si no son de pasos discretos, se divide el rango total en 10 pasos espaciados por igual. Se deben realizar las medidas comenzando desde el punto de mayor potencia.

**A.1.2 Hornos**

Los hornos deben ensayarse vacíos con la puerta cerrada. Ajustar el control de forma que un termopar fijado en el centro geométrico mida una temperatura media de 220 °C para hornos convencionales y de 200 °C para los hornos de aire caliente.

**A.1.3 Gratinadores**

Si el fabricante no indica lo contrario, los gratinadores deben ensayarse vacíos con la puerta cerrada. Si se dispone de regulación se deben de disponer los controles en la configuración de funcionamiento mínima, media y máxima, y se debe registrar el peor resultado.

#### A.1.4 Combinaciones de hornos/gratinadores

La combinación de horno/gratinador debe ensayarse en vacío con la puerta cerrada. Ajustese el control de forma que un termopar fijado en el centro geométrico mida una temperatura media de 250 °C, o la temperatura disponible más cercana a este valor.

#### A.1.5 Hornos microondas

El horno microondas o la función microondas de un horno combinado deben ensayarse al nivel mínimo, medio y en un tercer nivel que se corresponde con la mayor potencia ajustable inferior o igual al 90% de la máxima potencia. La carga del horno debe ser un cuenco de cristal que contenga  $1\ 000\text{ g} \pm 50\text{ g}$  de agua.

### A.2 Condiciones de ensayos para aparatos de iluminación y similares

Las condiciones de ensayo siguientes deben aplicarse a los equipos cuya función primaria es generar, y/o regular y/o distribuir radiación óptica por medio de lámparas de incandescencia, de lámparas de descarga o de LED.

Estos equipos deben ensayarse con una lámpara de igual potencia que la potencia asignada al equipo. Si el sistema de iluminación comprende más de una lámpara, todas ellas deben estar en servicio.

Las evaluaciones de  $P_{st}$  y  $P_{lt}$  son necesarias únicamente para los sistemas de iluminación susceptibles de producir flicker, como por ejemplo, los equipos de iluminación de discotecas y los sistemas regulados automáticamente.

No debe aplicarse ningún límite a las lámparas.

Las luminarias compuestas de lámparas de incandescencia cuya potencia es inferior o igual a 1 000 W y las compuestas de lámparas de descarga cuya potencia es inferior o igual a 600 W se considera que cumplen con los límites  $d_{m\acute{a}x}$  indicados en esta norma y no es necesario ensayarlas. Las luminarias con potencias mayores que no pueden cumplir con esta parte de la Norma IEC 61000 deben estar sujetas a una conexión condicional según la Norma IEC 61000-3-11.

Se considera que los balastos forman parte de los equipos de iluminación y no es preciso ensayarlos.

### A.3 Condiciones de ensayo para lavadoras

La lavadora debe ensayarse durante un programa completo de lavado que comprende un ciclo de lavado normal, llena con la carga asignada de trapos de doble dobladillo de algodón, prelavados, de tamaño aproximadamente igual a  $70\text{ cm} \times 70\text{ cm}$ , de peso en seco de  $140\text{ g/m}^2$  a  $175\text{ g/m}^2$ .

La temperatura del agua de llenado debe ser:

- $65\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para las lavadoras sin elementos calentadores y previstas para la conexión a un suministro de agua caliente;
- $15\text{ °C} + 10\text{ °C}$ ,  $-5\text{ °C}$  para otras lavadoras.

Para las lavadoras equipadas con un programador debe utilizarse el programa de algodón a  $60\text{ °C}$  sin prelavado, si está disponible, y en otro caso debe usarse el programa de lavado normal sin prelavado. Si la lavadora dispone de elementos calefactores que no son controlados por el programador, el agua debe calentarse a  $65\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  antes de comenzar el primer periodo de lavado.

Si la lavadora dispone de elementos calefactores y no incorpora un programador, el agua debe calentarse a  $90\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  o a una temperatura inferior si las condiciones estables están establecidas, antes de comenzar el primer periodo de lavado.

Durante la evaluación de  $d_c$ ,  $d_{\text{máx}}$  y  $d(t)$ , despréciense las conmutaciones simultáneas de calefactores y motores.

$P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{lt}}$  deben evaluarse.

#### **A.4 Condiciones de ensayo para secadoras**

La secadora debe operarse con el tambor lleno de material textil con una masa en condiciones de seco del 50% de la máxima carga indicada en las instrucciones de uso.

El material textil consiste en telas de algodón prelavadas con doble dobladillo, aproximadamente de 70 cm × 70 cm con una masa entre 140 g/m<sup>2</sup> y 175 g/cm<sup>2</sup> en condiciones de seco. El material debe empaparse de agua con una temperatura de 25 ° C ± 5 ° C y una masa del 60% de la del material textil.

Si está disponible un control del grado de secado, el ensayo debe realizarse en la configuración de máximo y de mínimo secado.

$P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{lt}}$  deben evaluarse.

#### **A.5 Condiciones de ensayo para refrigeradores**

Los refrigeradores deben funcionar continuamente con la puerta cerrada. Ajustar el termostato al valor medio del rango de ajuste. La cabina debe estar vacía y no calentada. La medida debe realizarse después de que se alcance el régimen estacionario.  $P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{lt}}$  no deben evaluarse.

#### **A.6 Condiciones de ensayo para fotocopiadoras, impresoras láser y aparatos similares**

El aparato debe ensayarse para el  $P_{\text{st}}$  a la máxima velocidad de copiado. El original a copiar/imprimir es un papel blanco en blanco y el papel de copia debe tener un peso de 80 g/m<sup>2</sup> a menos que se especifique otro por el fabricante.

Se obtiene el valor de  $P_{\text{lt}}$  en modo de espera.

#### **A.7 Condiciones de ensayo para aspiradoras**

$P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{lt}}$  no deben evaluarse para las aspiradoras.

#### **A.8 Condiciones de ensayo para batidoras**

$P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{lt}}$  no deben evaluarse para las batidoras.

#### **A.9 Condiciones de ensayo para herramientas portátiles**

$P_{\text{lt}}$  no debe evaluarse para las herramientas portátiles.  $P_{\text{st}}$  no debe evaluarse para las herramientas portátiles sin elementos calefactores.  $P_{\text{st}}$  debe evaluarse de la siguiente forma para las herramientas portátiles con elementos calefactores.

Se enciende la herramienta y se deja funcionando continuamente durante 10 min, o hasta que se apague automáticamente, en cuyo caso el apartado 6.5 es de aplicación.

#### **A.10 Condiciones de ensayo para secadores de pelo**

$P_{\text{lt}}$  no debe evaluarse para secadores de pelo de mano. Para evaluar  $P_{\text{st}}$ , se enciende el secador de pelo y se deja funcionando continuamente durante 10 min, o hasta que se apague automáticamente, en cuyo el apartado 6.5 es de aplicación.

Para los secadores de pelo que incorporan un rango de potencia, verifíquese el rango total de potencia continuamente durante un periodo de observación de 10 min. Si los conmutadores de control tienen pasos discretos todos los pasos deben ensayarse hasta un máximo de 20. Si no hay pasos discretos, divídase el rango total en 10 pasos igualmente espaciados. Las medidas deben realizarse comenzando en el punto de máximo nivel de potencia.

#### A.11 Condiciones de ensayo para televisores, equipos de audio, ordenadores, DVD y equipos electrónicos similares

Tales equipos, diseñados para el uso de consumidores residenciales, deben ensayarse para probar la conformidad sólo con el límite  $d_{m\acute{a}x}$ . apropiado del capítulo 5 si no es aplicable otra condición especial de ensayo de este anexo.

#### A.12 Condiciones de ensayo para calentadores de agua directos

Para los calentadores de agua directos sin control electrónico, evalúese sólo  $d_c$  encendiendo y apagando el calentador (secuencia  $0 - P_{m\acute{a}x} - 0$ ).

Para los calentadores de agua directos con controles electrónicos, la temperatura de salida del agua ha de elegirse de forma que mediante la variación de la tasa del flujo de agua se puedan producir todas las relaciones de consumo de potencia eléctrica entre  $P_{m\acute{i}n}$ . y  $P_{m\acute{a}x}$ .  $P_{m\acute{a}x}$ . se define como la máxima potencia que puede elegirse, y  $P_{m\acute{i}n}$ .  $> 0$  se define como la mínima potencia que puede elegirse.

NOTA Para algunos aparatos, la potencia máxima  $P_{m\acute{a}x}$ . que puede elegirse puede ser menor que la potencia asignada.

El valor de temperatura establecido debe mantenerse constante durante el ensayo total.

Comenzando desde la demanda de flujo de agua para un consumo de potencia máximo,  $P_{m\acute{a}x}$ ., redúzcase la tasa de flujo en 20 pasos aproximadamente equidistantes hasta el consumo de potencia mínimo,  $P_{m\acute{i}n}$ ..

Después, en otros 20 pasos aproximadamente equidistantes, increméntese la tasa de flujo de agua nuevamente hasta un consumo de potencia  $P_{m\acute{a}x}$ .. Para cada uno de estos 40 pasos debe evaluarse el valor de  $P_{st,i}$ ; las medidas comienzan cuando se alcanza el régimen estacionario, esto es, unos 30 s después de cambiar la tasa de flujo de agua.

NOTA Puede que sea suficiente calcular el valor de  $P_{st,i}$  basándose en un periodo de medida de sólo 1 min.

Adicionalmente, tiene que medirse el flicker  $P_{st,z}$  causado por los encendidos y apagados del calentador dentro de un intervalo de 10 min. En este intervalo, el consumo de potencia tiene que cambiarse dos veces de la forma más rápida posible entre los estados  $P = 0$  y  $P = P_{m\acute{a}x}$ . (secuencia  $0 - P_{m\acute{a}x}$ . -  $0 - P_{m\acute{a}x}$ . -  $0$ ).

El ciclo de trabajo del calentador debe ser del 50%, esto es  $P_{m\acute{a}x}$ . durante 5 min.

Evalúese el valor  $P_{st}$  resultante mediante:

$$P_{st} = \left( P_{st,z}^3 + \frac{1}{40} \cdot \sum_{i=1}^{i=40} (P_{st,i})^3 \right)^{\frac{1}{3}}$$

y compárese con el valor límite del capítulo 5.

$P_{it}$  no debe evaluarse.

#### A.13 Condiciones de ensayo para amplificadores de frecuencias de audio

Los amplificadores de audio deben ensayarse en las mismas condiciones de funcionamiento especificadas en el capítulo C.3 de la Norma IEC 61000-3-2.

#### **A.14 Condiciones de ensayo para los acondicionadores de aire, deshumidificadores, bombas de calor y equipos de refrigeración comerciales**

Háganse funcionar los equipos hasta que se establezca un régimen permanente o durante un tiempo de funcionamiento mínimo del compresor de 30 min.

El ensayo debe realizarse a una temperatura ambiente de  $15\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para el calentamiento y de  $30\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la refrigeración o la deshumidificación.

Las bombas de calor de ciclo inverso deben ensayarse únicamente en modo refrigeración.

El valor  $d_{\text{máx}}$  debe evaluarse de una de las siguientes maneras:

a) Por medida directa:

- apáguese el motor del compresor usando el termostato;
- vuelva a encender el motor del compresor con el termostato después del tiempo de parada mínimo prescrito en el manual de usuario o permitido por el sistema de control automático;
- repítase la secuencia de apagado/encendido 24 veces y evalúense los resultados de acuerdo con el anexo B. Sin embargo, si el primer resultado del ensayo no está en la banda del  $\pm 10\%$  del límite, el equipo puede evaluarse para la conformidad en base a este resultado simple, dando por terminado el ensayo.

b) Por el método analítico:

- Usando como corriente de arranque, la corriente a rotor bloqueado y el factor de potencia del motor del compresor y de cualquier otra carga (por ejemplo un motor del ventilador) que se encienda menos de 2 s antes o después del arranque del motor del compresor; este procedimiento permite distinguir las variaciones de tensión.

$P_{\text{st}}$  y  $P_{\text{lt}}$  deben evaluarse de manera analítica usando el número de ciclos por hora declarados por el fabricante.

#### **A.15 Condiciones de ensayo para equipos de soldadura por arco y procesos afines**

Para los equipos de soldadura por arco atendidos durante su utilización, y los procesos afines, el valor de  $d_{\text{máx}}$  debe evaluarse con relación al límite del 7% indicado en el punto c) del capítulo 5, y según el método de ensayo definido en el anexo B.

Adicionalmente, para los equipos diseñados para utilizarse en el proceso de soldadura manual por arco (MMA, Manual Metal Arc), los valores de  $P_{\text{st}}$  y  $d_c$  deben evaluarse de acuerdo con los procedimientos descritos en los apartados A.15.1 y A.15.2.

Para todos los ensayos, la caída de tensión provocada por el equipo en funcionamiento normal a la potencia de salida máxima asignada, debe estar comprendida entre el 3% y el 5% de la tensión de alimentación.

Aunque el campo de aplicación de esta norma esté limitado a los equipos cuya corriente de entrada es inferior o igual a 16 A, estas condiciones de ensayo deben igualmente ser válidas para un equipo cuya corriente de entrada sea superior a 16 A.

Las condiciones de ensayo siguientes deben aplicarse a los equipos de soldadura diseñados de acuerdo con la Norma IEC 60974-1. Las condiciones de ensayo para otros tipos de equipo están en estudio.

##### **A.15.1 Evaluación de $P_{\text{st}}$**

Para evaluar el valor de  $P_{\text{st}}$  de equipos de soldadura MMA, deberían realizarse los ensayos con un montaje de ensayo que simule la soldadura con la ayuda de electrodos básicos de 3,25 mm. Si el equipo sometido a ensayo no se adapta a estos electrodos ( $I_{2\text{máx}} < 130\text{ A}$ ), deben adoptarse los parámetros que representen un electrodo de 2,5 mm.

Tabla A.1 – Parámetros del electrodo

Diámetro	Datos básicos				
	$I_{nom}$ A	$U_{nom}$ V	Caídas l/min	$T_{caída}$ ms	$R_{cortocircuito}$ mΩ
mm					
2,5	90	23,6	920	5,6	18
3,25	130	25,2	350	7,5	13

El valor de la variación de tensión en los bornes de alimentación del ESE,  $\Delta U$ , decisivo en la determinación del valor de  $P_{st}$  debe medirse o calcularse a partir de las medidas de corriente de entrada en los bornes de alimentación del equipo sometido a ensayo por medio de uno de los procedimientos de ensayo siguientes.

En todos los casos en que exista un mando de forzado del arco, debe disponerse en su posición media, y debería efectuarse la conexión a la carga ficticia con la ayuda de dos cables de soldadura de cobre de 3 m de longitud y 50 mm<sup>2</sup> Cu de sección.

#### A.15.1.1 Procedimiento de ensayo A

Este procedimiento simple de ensayo puede dar resultados anormalmente altos y, en consecuencia, puede también utilizarse para ensayos preliminares.

La corriente eficaz de entrada se mide primero con el ESE cargado con una carga resistiva equivalente a la corriente y a la tensión de salida nominales, y después se carga con la resistencia de cortocircuito  $R_{cortocircuito}$  especificada dada en la tabla A.1. La diferencia obtenida entre los valores medidos de corriente eficaz de entrada,  $\Delta I_{entrada}$ , se utiliza para obtener los valores de  $\Delta U$  en el proceso de evaluación.

#### A.15.1.2 Procedimiento de ensayo B

Este procedimiento de ensayo es más complicado que el ensayo A, pero da unos resultados más realistas.

Los parámetros indicados en la tabla A1 deben simularse mediante una carga resistiva conmutada electrónicamente capaz de pasar de valores “de carga nominal” a valores de “cortocircuito” con la resistencia especificada para el tiempo de caída precisado, en ángulos de fase definidos con relación a la tensión de entrada.

Las variaciones de corriente de entrada (muestras en valor eficaz de 10 ms) provocadas por estas variaciones de carga en la salida deben medirse con arranques de caída de tensión en los pasos por cero y retardos de 2 ms, 4 ms, 6 ms y 8 ms. El valor de la media aritmética de las variaciones de corriente resultantes debe utilizarse en el proceso de evaluación.

#### A.15.1.3 Proceso de evaluación de $P_{st}$

El valor de  $P_{st}$  del ESE debe calcularse mediante la ecuación siguiente:

$$P_{st} = 0,365 \times \Delta U \times F \times r^{0,31} \times R$$

donde

$$\Delta U = \Delta I_{entrada} \times Z_{ref} \times 100/U_n\%;$$

$F$  es un factor de equivalencia que depende de la forma de la característica de variación de tensión. Para soldadura MMA,  $F = 1,0$ ;

$r$  es la frecuencia de las variaciones de tensión por minuto;

$R$  es un coeficiente que depende de la frecuencia de repetición, cuyos valores se dan en la tabla A.2.

Tabla A.2 – Factor de frecuencia  $R$  relacionado con la tasa de repetición “ $r$ ”

$r$ en variaciones de tensión por minuto	$R$	$r$ en variaciones de tensión por minuto	$R$
0,2	0,98	2	0,99
0,3	1,03	3	1,00
0,4	1,02	4	1,00
0,5	1,00	5	1,03
0,6	1,00	6	1,02
0,7	1,02	7	1,02
0,8	1,00	8	1,03
0,9	1,00	9	1,03
1,0	1,00	10	1,08

NOTA En la práctica, el proceso de soldadura MMA conlleva la preparación de piezas a soldar, el tiempo de soldadura, los tiempos de trabajo por rebaba y el tiempo dedicado al cambio de electrodos. En consecuencia, el tiempo de utilización estimado durante el cual se producen las variaciones de tensión es solamente de 2,5 min por cada periodo de 10 min representado por un ciclo de trabajo de 0,25. El valor de  $r$  para esta operación específica es de 0,2 variaciones/minuto, porque sólo las variaciones de tensión que se producen al comienzo y al final de un periodo de soldadura continuo son significativas.

El resultado debe ser conforme con el límite indicado en el capítulo 5. Si se excede este límite, el equipo no puede declararse conforme con esta parte de la Norma IEC 61000, y se debe aplicar el procedimiento descrito en la Norma IEC 61000-3-11.

### A.15.2 Procedimiento de ensayo para $d_c$

La corriente eficaz de entrada se debe medir primero con el equipo sometido a ensayo cargado con una carga resistiva equivalente a la corriente y a la tensión de salida máximas asignadas y después con una carga equivalente a las condiciones en espera. La diferencia entre los valores de corriente eficaz de entrada debe ser utilizada en el proceso de evaluación.

#### A.15.2.1 Evaluación de $d_c$

$d_c$  debe determinarse mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$d_c = \Delta I_{\text{entrada}} \times Z_{\text{ref}} \times 100 / U_N$$

El resultado debe ser conforme con el límite indicado en el capítulo 5. Si se excede este límite, el equipo no puede declararse conforme con esta parte de la Norma IEC 61000, y se debe aplicar el procedimiento descrito en la Norma IEC 61000-3-11.

**ANEXO B (Normativo)****CONDICIONES Y PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE VARIACIONES DE TENSIÓN  $d_{\text{máx}}$  DEBIDAS A UNA CONMUTACIÓN MANUAL****B.1 Introducción**

Las variaciones considerables en cuanto al diseño y características de los conmutadores de control manual provocan diferencias importantes en los resultados de medidas de variación de tensión. Es esencial realizar un procedimiento de ensayo dependiente del funcionamiento real del conmutador manual del ESE.

En consecuencia, para conseguir repetibilidad en los resultados de los ensayos debe aplicarse un método estadístico para la medida de  $d_{\text{máx}}$ .

**B.2 Procedimiento**

- a) Deben realizarse 24 medidas de datos de la corriente de arranque en el orden siguiente:
- empezar una medida;
  - encender el ESE (para crear una variación de tensión);
  - se deja funcionar el ESE el mayor tiempo posible en condiciones de funcionamiento normales durante un periodo de medida de 1 min;
  - se apaga el ESE antes del fin del intervalo de medida de 1 min y se asegura que todas las piezas móviles situadas dentro del equipo sometido a ensayo están inmobilizadas y que todos los dispositivos de atenuación de  $d_{\text{máx}}$  han tenido tiempo de enfriarse para alcanzar una temperatura igual a la temperatura ambiente antes de comenzar el intervalo de medida siguiente;
  - empezar la siguiente medida.

NOTA El método de refrigeración puede ser natural o forzado y el periodo de refrigeración debería ser especificado por el fabricante si se desea.

- b) El resultado final del ensayo debe calcularse suprimiendo el resultado más alto y el más bajo y haciendo la media aritmética de los 22 valores restantes.

## ANEXO ZA (Normativo)

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

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

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

<b>Norma Internacional</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>EN/HD</b>	<b>Fecha</b>
IEC 60050-161	1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad Electromagnética.	-	-
IEC/TR 60725	- <sup>1)</sup>	Consideraciones de las impedancias de referencia y las impedancias de la red pública de suministro para el uso en la determinación de las características de perturbación de equipos eléctricos que tienen una corriente asignada $\leq 75$ A por fase.	-	-
IEC 60974-1	- <sup>1)</sup>	Equipos de soldadura eléctrica por arco. Parte 1: Fuentes de potencia para soldadura.	EN 60974-1	2005 <sup>2)</sup>
IEC 61000-3-2	2005	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada $\leq 16$ A por fase).	EN 61000-3-2	2006
IEC 61000-3-11	- <sup>1)</sup>	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 11: Límites de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de alimentación de baja tensión. Equipos con corriente de entrada $\leq 75$ A y sujetos a una conexión condicional.	EN 61000-3-11	2000 <sup>2)</sup>
IEC 61000-4-15	- <sup>1)</sup>	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 15: Medidor de Flicker. Especificaciones funcionales y de diseño.	EN 61000-4-15	1998 <sup>2)</sup>

1) Referencia sin fecha.

2) Edición válida en la fecha de publicación.

**ANEXO ZZ (Informativo)****COBERTURA DE LOS REQUISITOS ESENCIALES DE  
LAS DIRECTIVAS DE LA COMISIÓN EUROPEA**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CENELEC por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, y dentro de su campo de aplicación cubre todos los requisitos esenciales aplicables de entre los del Anexo I Artículo 1(a) de la Directiva 2004/108/CE y los requisitos esenciales del Artículo 3.1(b) (sólo emisión) de la Directiva 1999/5/CE.

La conformidad con esta norma es un medio para satisfacer los requisitos esenciales especificados de la correspondiente Directiva.

ADVERTENCIA: Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o Directivas de la UE.



---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Génova, 6  
28004 MADRID-España

[info@aenor.es](mailto:info@aenor.es)  
[www.aenor.es](http://www.aenor.es)

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

**AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A ASERLUZ**  
Licencia para un usuario - Copia y uso en red prohibidos