

Mayo 1997

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 3: Límites

Sección 3: Limitación de las fluctuaciones de tensión y del flicker en redes de baja tensión para los equipos con corriente de entrada ≤ 16 A

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 3: Limits. Section 3: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 3: Limites. Section 3: Limitation des fluctuations de tension et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé ≤ 16 A.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-3-3 de enero 1995, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 1000-3-3:1994.

OBSERVACIONES

(Véase nota nacional en página 2)

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 20-21 *Electrotécnico* cuya Secretaría desempeña AENOR.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 15486:1997

©AENOR 1997
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28010 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono (91) 432 60 00
Fax (91) 310 40 32

22 Páginas

Grupo 15

NOTA NACIONAL

Esta norma anula y sustituye a las siguientes normas:

UNE 21-806/3 de septiembre 1990 que adoptaba la Norma Europea EN 60555-3 de abril 1987.

UNE 21-806 /3 ERRATUM de marzo 1991.

UNE 21-806 /3 1M de octubre 1994 que adoptaba la Norma Europea EN 60555-3/A1 de octubre 1991.

UNE 21-806/3 1M ERRATUN de febrero 1996.

ICS 29.240.00

Sustituye a EN 60555-3:1987 y sus modificaciones

Descriptor: Compatibilidad electromagnética, perturbación radioeléctrica, interferencia electromagnética, tensión eléctrica, medición de tensión eléctrica, fluctuación de tensión, perturbación de la red, variación, método de ensayo, condiciones de ensayo, evaluación, cálculo, medida.

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 3: Límites
Sección 3: Limitación de las fluctuaciones de tensión y del flicker
en redes de baja tensión para los equipos
con corriente de entrada ≤ 16 A
(CEI 1000-3-3:1994)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 3: Limits. Section 3: Limitation of
voltage fluctuations and flicker in
low-voltage supply systems for
equipment with rated current ≤ 16 A.
(IEC 1000-3-3:1994)

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 3: Limites. Section 3: Limitation
des fluctuations de tension et du flicker
dans les réseaux basse tension pour les
équipements ayant un courant appelé
 ≤ 16 A.
(CEI 1000-3-3:1994)

Elektromagnetische Verträglichkeit
(EMV). Teil 3: Grenzwerte
Hauptabschnitt 3: Grenzwerte für
Spannungsschwankungen und Flicker
in Niederspannungsnetzen für
Geräte mit einem
Eingangsstrom ≤ 16 A.
(IEC 1000-3-3:1994)

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CENELEC el 1994-03-08. 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 DEFINICIONES	8
3.1 Forma de onda de la tensión eficaz, $U(t)$	8
3.2 Característica de la variación de tensión, $\Delta U(t)$	8
3.3 Máxima variación de tensión, $\Delta U_{\text{máx}}$	8
3.4 Variación de la tensión permanente, ΔU_{C}	8
3.5 Fluctuación de tensión	9
3.6 Flicker (parpadeo)	9
3.7 Medida de flicker de corta duración, P_{st}	9
3.8 Medida de flicker de larga duración, P_{lt}	9
3.9 Medidor de flicker	9
3.10 Tiempo de remanencia, t_{r}	9
4 EVALUACIÓN DE LAS FLUCTUACIONES DE TENSIÓN Y DE FLICKER .	9
4.1 Evaluación en valor relativo de una variación de tensión, "d"	9
4.2 Evaluación del valor del flicker de corta duración, P_{st}	10
4.2.1 Medidor de flicker	10
4.2.2 Método de simulación	10
4.2.3 Método analítico	10
4.2.3.1 Descripción del método analítico	10
4.2.3.2 Factor de forma	11
4.2.4 Utilización de la curva $P_{\text{st}} = 1$	11
4.3 Evaluación del valor del flicker de larga duración, P_{lt}	11
5 LÍMITES	11
6 CONDICIONES DE ENSAYO	12
6.1 Generalidades	12
6.2 Precisión de la medida	12
6.3 Tensión de alimentación de ensayo	12

	Página
6.4 Impedancia de referencia	13
6.5 Período de observación	13
6.6 Condiciones generales de ensayo	13

FIGURAS

1 Red de referencia para alimentaciones monofásicas y trifásicas derivadas de una alimentación trifásica, cuatro hilos	14
2 Histograma de evaluación de $U(t)$	15
3 Característica de una variación relativa de tensión	15
4 Curva para $P_{st} = 1$ de las variaciones de tensión rectangulares equidistantes	16
5 Factores de forma F para las características de tensión en doble escalón y en rampa .	16
6 Factores de forma F para las características de tensión rectangulares y triangulares .	17
7 Factores de forma F para las características de tensión de arranque de motores con diferentes tiempos de frente	17

ANEXOS

A – APLICACIÓN DE LOS LÍMITES Y CONDICIONES DE ENSAYO TIPO PARA EQUIPOS PARTICULARES	18
ZA – OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMA EUROPEAS CORRESPONDIENTES .	22

ANTECEDENTES

El texto del documento 77A(OC)38, futura edición 1 de la CEI 1000-3-3:1994, preparado por el SC77A, Fenómenos de baja frecuencia, del TC 77, Compatibilidad electromagnética, de CEI, fue sometido al voto paralelo CEI-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como EN 61000-3-3 el 1994-03-08.

Esta Norma Europea sustituye a la EN 60555-3:1987 + A1:1991.

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) 1995-07-01
- Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes (dow) 1998-06-01

Para aquellos productos que siguiendo la prueba suministrada por el fabricante o por un organismo de certificación, cumplan con la EN 60555-3:1987 y su modificación A1:1991 antes del 1996-01-01, puede aplicarse la norma antigua para la fabricación hasta 1998-06-01.

Para los productos que no figuren en el campo de aplicación de la norma precedente pero que estén cubiertos por la nueva edición, la fecha límite de aplicación de la nueva edición está fijada para el 1998-06-01.

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

En esta norma, los anexos A y ZA son normativos.

EL anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

EL texto de la Norma Internacional CEI 1000-3-3:1994 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 corresponde a la responsabilidad de los Comités de productos)

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

- Técnicas de medida
- Técnicas de ensayo

Parte 5: Guías de instalación y de atenuación

- Guías de instalación
- Métodos y dispositivos de atenuación

Parte 9: Varios

Cada parte está 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 de Familia de Productos.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección de la CEI 1000-3 trata de las limitaciones de las fluctuaciones de tensión y de flicker aplicadas a la red de distribución pública de baja tensión.

Especifica los límites de las variaciones de tensión que pueden ser producidas por el equipo sometido a ensayo en las condiciones especificadas y formula las recomendaciones para los métodos de evaluación.

Esta sección es aplicable a los equipos eléctricos y electrónicos que tienen una corriente de entrada igual o inferior a 16 A por fase, y destinados a ser conectados a las redes públicas de distribución de baja tensión entre 220 V y 250 V a 50 Hz, fase-neutro.

Los ensayos efectuados según la presente sección son ensayos de tipo. Las condiciones de ensayo particulares se indican en el anexo A y el circuito de ensayo se muestra en la figura 1.

NOTAS

- 1 Los límites indicados en esta sección se basan principalmente en la severidad subjetiva del flicker que proviene de la luz emitida por una lámpara de filamento de 230 V/60 W, por las fluctuaciones en la tensión de alimentación. En sistemas con tensiones nominales menores de 220 V, fase-neutro y/o frecuencia de 60 Hz, los límites y los valores de los circuitos de referencia no han sido todavía considerados.

Los equipos especiales que no están ampliamente extendidos y que están diseñados de forma que no es posible que cumplan con los requerimientos (límites) de esta sección, pueden ser objeto de restricciones de instalación, que requieran el consentimiento de la compañía suministradora antes de su conexión.
- 2 Una guía para la evaluación de tales equipos se indica en el Informe Técnico CEI 1000-3-5.

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 335-2-7: 1993 – *Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para las lavadoras.*

CEI 335-2-11: 1993 – *Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 3: Requisitos particulares para las secadoras de tipo tambor.*

CEI 725: 1981 – *Consideraciones sobre la impedancia de referencia a utilizar para la determinación de las características de las perturbaciones de los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos.*

CEI 868: 1986 – *Medidor de flicker. Especificaciones funcionales y de diseño. Modificación nº 1 (1990).*

CEI 1000-3-5: 1994 – *Compatibilidad Electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 5: Limitación de las fluctuaciones de tensión en redes de baja tensión para los equipos con corriente de entrada superior a 16 A.*

3 DEFINICIONES

Para el propósito de esta sección de la CEI 1000-3, las siguientes definiciones son de aplicación.

3.1 forma de onda de la tensión eficaz, $U(t)$: Valor en función del tiempo de la tensión eficaz evaluado en incrementos sucesivos de semiperíodos de la tensión fundamental (véase figura 2).

3.2 característica de la variación de tensión, $\Delta U(t)$: Variación en función del tiempo de la tensión eficaz entre períodos tales que la tensión es estable por al menos 1 s (véase 4.2.3 y figura 2).

3.3 máxima variación de tensión, $\Delta U_{\text{máx}}$: Diferencia entre los valores máximo y mínimo de la tensión eficaz de la característica de la variación de tensión (véase figura 2).

3.4 variación de la tensión permanente, ΔU_c : Diferencia entre dos tensiones estables consecutivas, separadas por al menos una variación de tensión (véase figura 2).

NOTA – Las definiciones 3.2 a 3.4 se refieren a las variaciones absolutas de tensión entre fase y neutro. Las relaciones entre estas magnitudes y del 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_{\max} (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 o variaciones continuas de la tensión eficaz.

3.6 flicker: Impresión de inestabilidad de la sensación visual de un estímulo luminoso cuya luminosidad o la distribución espectral fluctúa en el tiempo. [VEI 161-08-13]

3.7 medida de flicker de corta duración, P_{st} : Severidad del flicker evaluada en un período de corta duración (en minutos), $P_{st} = 1$ es, por convención, el umbral de perceptibilidad.

3.8 medida de flicker de larga duración, P_{It} : Severidad del flicker evaluada en un período de larga duración (varias horas) utilizando sucesivos valores de P_{st} .

3.9 medidor de flicker: Instrumento diseñado para medir cualquier magnitud representativa del fenómeno de flicker (parpadeo).

NOTA – Las medidas son normalmente P_{st} y P_{It} [VEI 161-08-14]

3.10 tiempo de remanencia, t_f : valor con la dimensión de un tiempo que describe la impresión de flicker de una variación de la onda de tensión.

4 EVALUACIÓN DE LAS FLUCTUACIONES DE TENSIÓN Y DE FLICKER

4.1 Evaluación en valor relativo de una variación de tensión, "d"

La evaluación del flicker se realiza a partir de la variación de la onda de tensión en los bornes del equipo sometido a ensayo, es decir de la diferencia ΔU entre dos valores consecutivos de las tensiones entre fase y neutro $U(t_1)$ y $U(t_2)$:

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

Los valores eficaces $U(t_1)$ y $U(t_2)$ de la tensión deberán ser medidos o calculados. Cuando estos valores se deduzcan a partir de formas de onda oscilográficas, conviene tener en cuenta la eventual distorsión de la señal. La variación de tensión ΔU es debida a la variación de la caída de tensión en los bornes de la impedancia compleja Z , causada por la variación $\Delta \underline{I}$, de la corriente \underline{I} a la entrada del equipo sometido a ensayo. ΔI_p y ΔI_q son respectivamente la parte activa y reactiva de la variación de corriente $\Delta \underline{I}$.

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

NOTAS

- 1 I_q es positivo para las corrientes en retardo de la tensión y negativo para corrientes en adelanto.
- 2 Si la distorsión armónica de la corriente $\underline{I}(t_1)$ e $\underline{I}(t_2)$ es inferior al 10%, se podrá utilizar el valor eficaz total en lugar de los valores eficaces de sus corrientes fundamentales.
- 3 Para los equipos monofásicos y trifásicos equilibrados, se podrá escribir la variación de tensión bajo la siguiente forma aproximada:

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

donde

ΔI_p y ΔI_q son las partes activas y reactivas de la variación de la corriente $\Delta \underline{I}$.

R y X son los elementos del valor complejo de la impedancia de referencia Z (véase figura 1).

El valor relativo de la variación de tensión está dado por:

$$"d" = \Delta U / U_n \quad (4)$$

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

El valor del flicker de corta duración, P_{st} , se define en la modificación 1 de la Norma CEI 868.

La tabla 1 presenta diferentes posibilidades de evaluación de P_{st} debidas a las fluctuaciones de la tensión de diferentes tipos:

Tabla 1
Métodos de evaluación

Tipo de fluctuaciones de tensión	Métodos de evaluación de P_{st}
Todas las fluctuaciones de tensión (evaluación directa)	Medida directa
Todas las fluctuaciones de tensión en donde $U(t)$ está definido	Simulación Medida directa
Variaciones de la onda de tensión según las figuras 5 a 7 con una frecuencia de aparición inferior a 1 por segundo	Método analítico Simulación Medida directa
Variaciones de tensión rectangulares a intervalos regulares	Utilización de la curva $P_{st} = 1$ de la figura 4

4.2.1 Medidor de flicker. Toda fluctuación de tensión puede ser evaluada por medida directa utilizando un medidor de flicker que cumpla con la especificación dada en la norma CEI 868, y que se encuentre conectado como se describe en el capítulo 6 de esta sección. Este es el método de referencia para la aplicación de los límites.

4.2.2 Métodos de simulación. En el caso en el que la variación relativa de la onda de tensión $d(t)$ sea conocido, el valor de P_{st} puede ser evaluado utilizando método de simulación por ordenador.

4.2.3 Método analítico. Para las variaciones de la onda de tensión de los tipos presentes en las figuras 5, 6 y 7, el valor de P_{st} puede ser calculado por un método analítico con ayuda de las ecuaciones (5) y (6).

NOTAS

- 1 El valor de P_{st} obtenido por este método deberá estar comprendido entre $\pm 10\%$ del que se obtendría por una medida directa (método de referencia).
- 2 Este método no es recomendable si la duración del tiempo entre el final de una variación de tensión y el comienzo de la siguiente es menor de 1 s.

4.2.3.1 Descripción del método analítico. Cada variación relativa de la onda de tensión deberá ser representado por un tiempo de remanencia, t_f , expresado en segundos:

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

- la variación de tensión relativa máxima d_{\max} se expresa como un porcentaje de la tensión nominal;
- el factor de forma F , está asociado con la forma de la variación de la onda de tensión (véase 4.2.3.2).

La suma de los tiempos de remanencia, Σt_f , de todos los períodos de evaluación dentro de un intervalo total de tiempo T_p , expresado en segundos, es la base para la evaluación del P_{st} . Si el intervalo total de tiempo, T_p se ha elegido de acuerdo a 6.5, se le llama “tiempo 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 , transforma una variación relativa de la onda de tensión $d(t)$ en un escalón relativo de tensión, de valor $(F \cdot d_{\text{máx}})$ equivalente para el cálculo del flicker.

NOTAS

- 1 Para escalones de variación de tensión, el factor de forma F es igual a 1.
- 2 La variación relativa de la onda de tensión puede medirse directamente (véase figura 1) o calculada a partir del valor eficaz de la corriente del equipo sometido a ensayo [véase ecuaciones (1) a (4)].

La variación relativa de la tensión será obtenida a partir de un histograma con períodos sucesivos de 10 ms.

El factor de forma podrá deducirse de las figuras 5, 6 y 7 si la forma de variación relativa de la onda de tensión corresponde a una de las características de las figuras. Si las formas de onda corresponden, proceder como sigue:

- encontrar la variación de tensión relativa máxima $d_{\text{máx}}$ (según la figura 3); y
- encontrar el tiempo T (ms) apropiado a la variación de la onda de tensión según el método indicado en las figuras 5, 6 y 7 y, utilizando éste valor, obtener el factor de forma requerido, F .

- 3 La extrapolación fuera de los rangos de las figuras puede dar lugar errores inaceptables.

4.2.4 Utilización de la curva $P_{\text{st}} = 1$. En el caso de variaciones de tensión rectangulares y de la misma amplitud, “ d ”, separadas por iguales intervalos de tiempo, la curva de la figura 4 puede utilizarse para deducir la amplitud correspondiente a $P_{\text{st}} = 1$ para una tasa particular de repetición; ésta amplitud se denomina d_{lim} . El valor de P_{st} correspondiente a la variación de tensión “ d ” está dado por $P_{\text{st}} = d/d_{\text{lim}}$.

4.3 Evaluación del valor del flicker de larga duración P_{lt}

El valor del flicker de larga duración P_{lt} está definido en el anexo A.2 de la Norma CEI 868, y deberá ser aplicado con el valor $N = 12$ (véase 6.5).

Se necesita, generalmente, evaluar el valor de P_{lt} para los equipos que operan normalmente por más de 30 min seguidos.

5 LÍMITES

Los límites deben ser aplicados a las fluctuaciones de tensión y al flicker en los bornes de alimentación del equipo sometido a ensayo, medidos o calculados de acuerdo con lo definido en el capítulo 4 en las condiciones de ensayo descritas en el capítulo 6 y el anexo A. Los ensayos realizados para comprobar el cumplimiento de los límites se considerarán ensayos de tipo.

Se aplicarán los límites siguientes:

- el valor de P_{st} no será superior a 1,0;
- el valor de P_{lt} no será superior a 0,65;
- la variación relativa d_c del valor de la tensión permanente no excederá del 3%;
- la variación relativa de la tensión máxima $d_{\text{máx}}$ no excederá del 4%;
- el valor de $d(t)$ durante una variación de tensión no excederá del 3% por un tiempo superior a 200 ms.

Si las variaciones de tensión están causadas por operaciones manuales o si ocurren con una frecuencia inferior a una vez por hora, no serán de aplicación los requerimientos de P_{st} y P_{lt} . Los tres requisitos relacionados con las variaciones de tensión se aplicarán, en los casos de variaciones de tensión anteriormente mencionados, multiplicados por un factor de 1,33.

Los límites no se aplican a maniobras o interrupciones de emergencia.

6 CONDICIONES DE ENSAYO

6.1 Generalidades

Los ensayos no se deberán realizar en equipos no susceptibles de producir fluctuaciones de tensión significativas o flicker.

Los ensayos realizados para comprobar el cumplimiento del equipo con los límites deberán efectuarse utilizando el circuito de ensayo de la figura 1.

El circuito de ensayo se compone de:

- una tensión de alimentación de ensayo (véase 6.3);
- una impedancia de referencia (véase 6.4);
- el equipo sometido a ensayo (véase anexo A);
- si es necesario, un medidor de flicker (véase CEI 868).

La variación de tensión relativa $d(t)$ podrá medirse directamente o deducirse de la corriente eficaz, como se describe en 4.1. Para determinar el valor de P_{st} del equipo sometido a ensayo, se debe utilizar uno de los métodos descritos en 4.2. En caso de duda, el P_{st} se medirá utilizando el método de referencia con un medidor de flicker.

NOTA – Si se ensaya un equipo multifásico equilibrado, es aceptable medir únicamente en una de las tres tensiones fase-neutro.

6.2 Precisión de la medida

La precisión de la medida del valor de corriente deberá ser de al menos $\pm 1\%$. Si se utiliza el ángulo de fase en vez de las corrientes activas y reactivas, el error no deberá exceder de ± 2 grados.

La variación relativa de la tensión " d " deberá determinarse con una precisión mejor que $\pm 8\%$ con respecto al valor máximo de $d_{m\acute{a}x}$. La impedancia total del circuito, excluyendo el equipo sometido a ensayo, pero incluyendo la impedancia interna de la fuente de alimentación, deberá ser igual a la impedancia de referencia. La estabilidad y tolerancia de la impedancia total deberá ser la adecuada para asegurar que se consigue una precisión global del $\pm 8\%$ durante todo el proceso de evaluación.

NOTA – El método siguiente no se recomienda cuando los valores medidos se encuentran próximos a los límites.

Cuando la impedancia de fuente no se encuentra bien definida, por ejemplo donde la impedancia está sujeta a variaciones imprevisibles, una impedancia que tenga una resistencia y una inductancia igual a la impedancia de referencia, puede ser conectada entre la alimentación y los bornes del equipo sometido a ensayo. Las medidas de tensión pueden ser por tanto efectuadas en el lado de la fuente de la impedancia de referencia y en los bornes del equipo sometido a ensayo. En este caso, el valor máximo de la variación de tensión relativa, $d_{m\acute{a}x}$, medido en los bornes de alimentación deberá ser menor del 20% del valor máximo $d_{m\acute{a}x}$ medido en los bornes del equipo.

6.3 Tensión de alimentación de ensayo

La tensión de alimentación de ensayo (tensión a circuito abierto) debe ser la tensión asignada del equipo. Si se estipula un rango de tensión para el equipo, la tensión de ensayo será 230 V monofásico o 400 V trifásico. La tensión de ensayo deberá mantenerse entre $\pm 2\%$ de la tensión nominal. La frecuencia deberá ser de 50 Hz $\pm 0,5\%$.

La tasa total de distorsión de armónicos de la tensión de alimentación será inferior al 3%.

Se podrán despreciar las fluctuaciones de la tensión de alimentación durante el ensayo, si el valor P_{st} es menor de 0,4. Esta condición debe verificarse antes y después de cada ensayo.

6.4 Impedancia de referencia

La impedancia de referencia del equipo sometido a ensayo, Z_{ref} , de acuerdo con la Norma CEI 725, es una impedancia convencional utilizada en el cálculo y medida de la variación relativa de la tensión " d ", y de los valores P_{st} y P_{lt} .

Los valores de las impedancias de diferentes elementos se indican en la figura 1.

6.5 Período de observación

El período de observación, T_p , para la evaluación de los valores del flicker por medida o por simulación, o utilizando el método analítico deben ser:

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

Este período de observación deberá incluir la parte del ciclo completo de operación en el que el equipo sometido a ensayo produce la secuencia más desfavorable de variaciones de tensión.

Para la evaluación de P_{st} , el ciclo de operación deberá repetirse continuamente, a menos que se indique lo contrario en el anexo A. El tiempo mínimo para rearmar el equipo deberá ser incluido en el período de observación, cuando se ensaya un equipo que se para automáticamente después de un ciclo de operación cuya duración es inferior al período de observación.

Para la evaluación de P_{lt} , el ciclo de operación no deberá repetirse, a menos que se indique lo contrario en el anexo A, cuando se ensaya un equipo con un ciclo de operación de menos de 2 h y que no se utiliza normalmente de forma continua.

NOTA - Por ejemplo, en el caso de un equipo cuyo ciclo de operación dure 45 min, cinco valores consecutivos de P_{st} se medirán en un período total de 50 min, mientras que los siguientes siete valores de P_{st} en las 2 h del período de observación serán iguales a cero.

6.6 Condiciones generales de ensayo

En los párrafos siguientes se indican las condiciones de ensayo para la medida de las fluctuaciones de tensión y flicker. Para el equipo no mencionado en el anexo A, es necesario establecer controles o programas automáticos que reproduzcan la secuencia más desfavorable de variaciones de tensión, usando solamente secuencias de control y programas que se mencionen por el fabricante en el manual de instrucciones, o que sean susceptibles de utilizarse. Las condiciones de ensayo particulares para los equipos no citados en el anexo A se encuentran en estudio.

El equipo deberá ser ensayado en las condiciones en que se suministra por el fabricante. Puede ser necesario efectuar funcionamiento previo en accionamientos motorizados antes de los ensayos para asegurar que los resultados obtenidos se corresponden con los del uso normal.

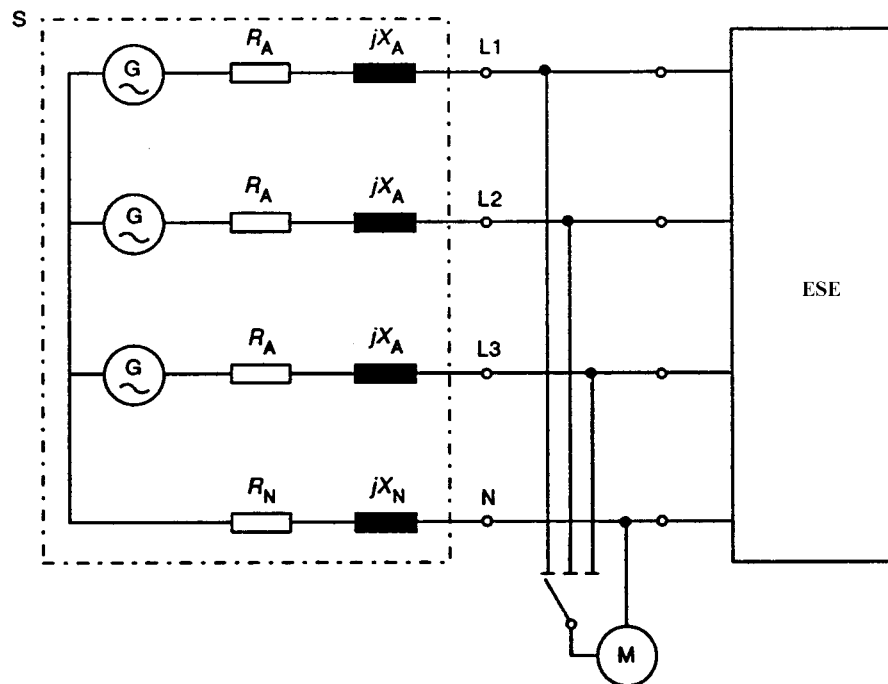
Para los motores, es posible efectuar medidas a "rotor bloqueado" para determinar la mayor variación de tensión eficaz $d_{máx}$, que se produce durante el arranque del motor.

Para los equipos que dispongan de diferentes circuitos de control y ordenes, se aplicarán las condiciones siguientes:

- cada circuito deberá considerarse como un equipo único si su intención es para utilizarlo independientemente, con la condición de que las ordenes no estén diseñadas para funcionar simultáneamente;
- si los controles de los circuitos separados están diseñados para funcionar simultáneamente, el grupo de circuitos de control se considerará como un solo equipo.

Para sistemas de control que regulen sólo una parte de la carga, se considerarán las fluctuaciones de tensión producidas por cada parte de la carga por separado.

En el anexo A se indican las condiciones de ensayo detalladas para algunos equipos.



ESE Equipo sometido a ensayo

M Equipo de medida

S Fuente de alimentación constituida por un generador de tensión G y una impedancia de referencia Z con los elementos:

$$R_A = 0,24 \Omega; \quad jX_A = 0,15 \Omega \text{ a } 50 \text{ Hz}$$

$$R_N = 0,16 \Omega; \quad jX_N = 0,10 \Omega \text{ a } 50 \text{ Hz}$$

Los elementos incluyen la impedancia real del generador.

Cuando la impedancia de fuente no esté bien definida, véase 6.2.

G Fuente de tensión, conforme a 6.3.

NOTA – En general, las cargas trifásicas son equilibradas, y R_N y X_N pueden despreciarse, al no haber circulación de corriente por el neutro.

Fig. 1 – Red de referencia para alimentaciones monofásicas y trifásicas derivadas de una alimentación trifásica, cuatro hilos

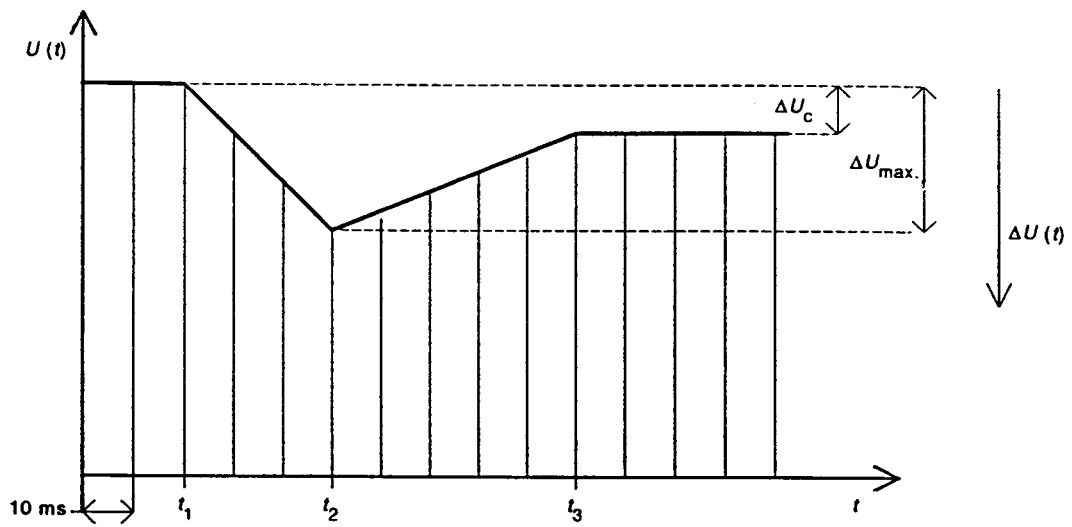


Fig. 2 – Histograma de evaluación de $U(t)$

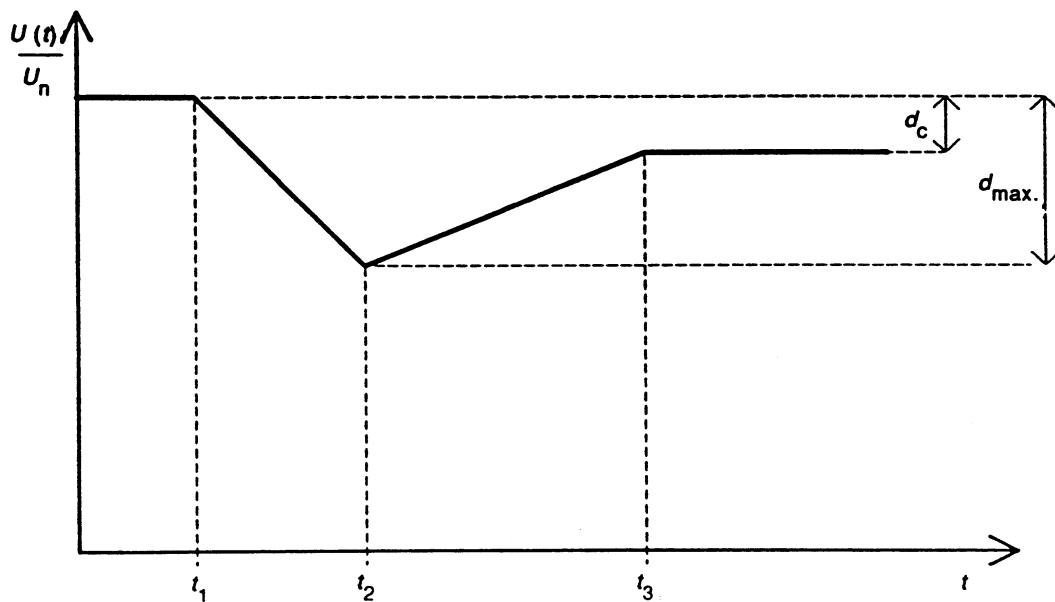
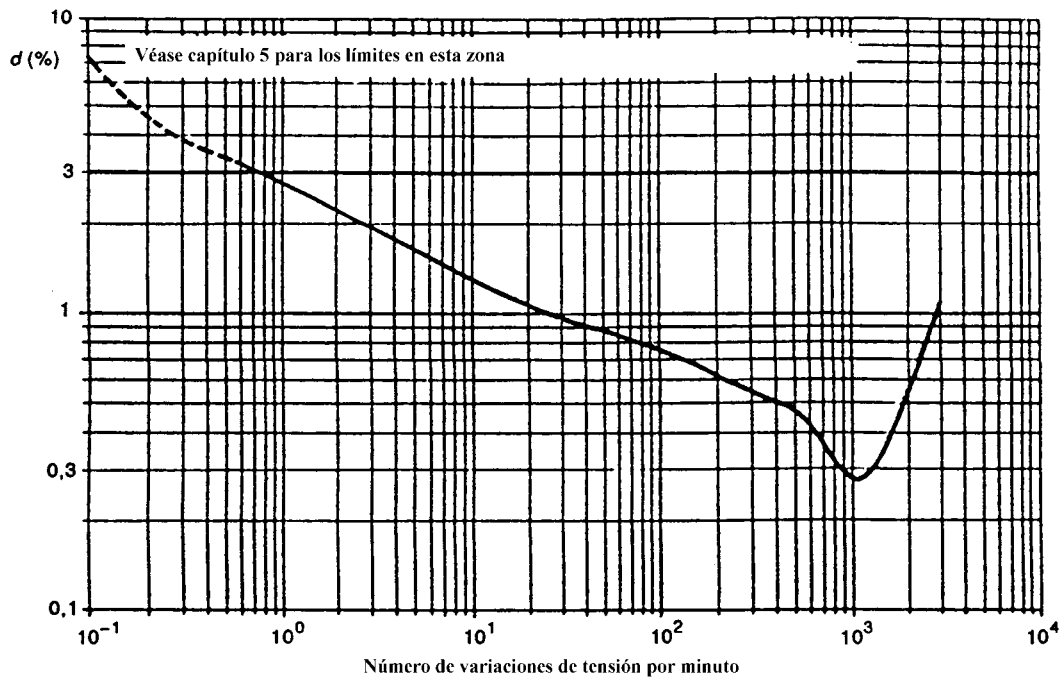


Fig. 3 – Característica de una variación relativa de tensión



NOTA - 1 200 variaciones de tensión por minuto producen un flicker de 10 Hz.

Fig. 4 - Curva para $P_{st} = 1$ de variaciones de tensión rectangulares equidistantes

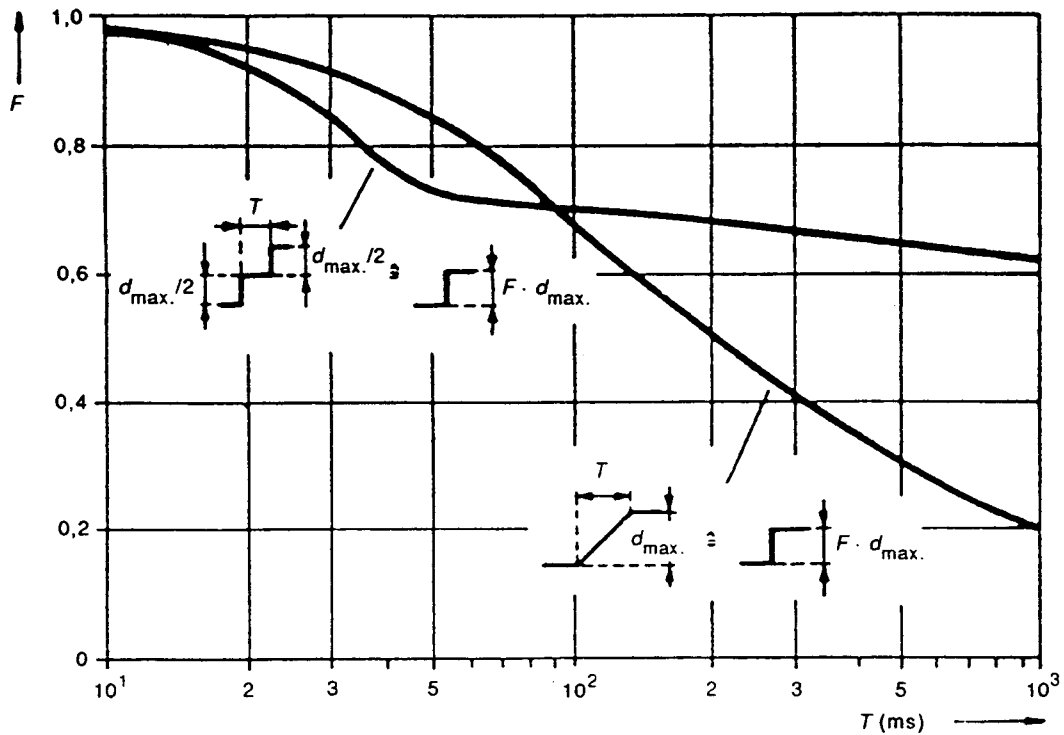


Fig. 5 - Factores de forma F para las características de tensión en doble escalón y en rampa

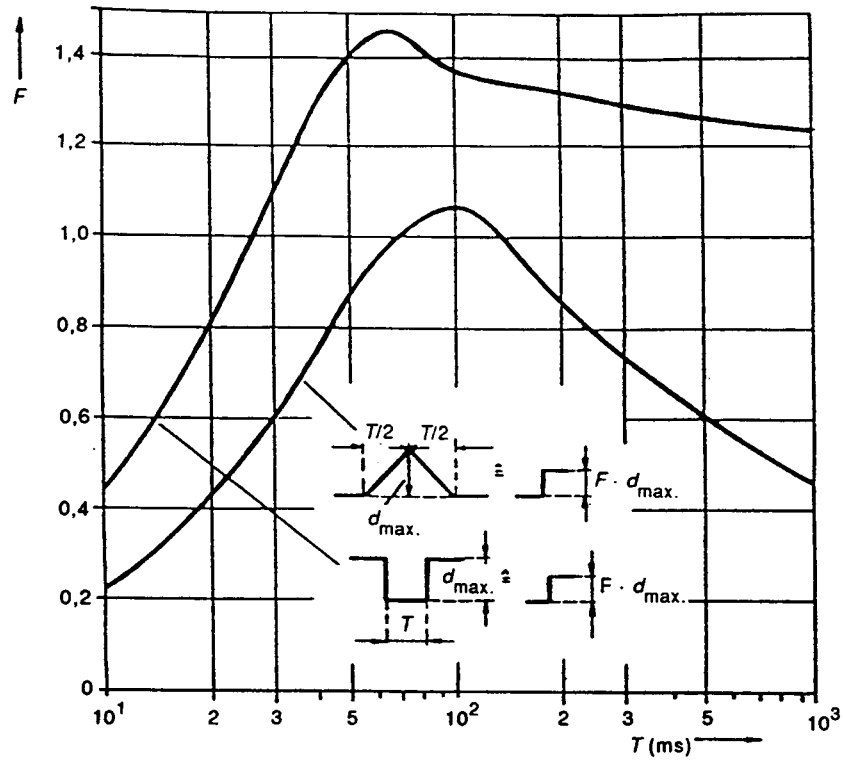
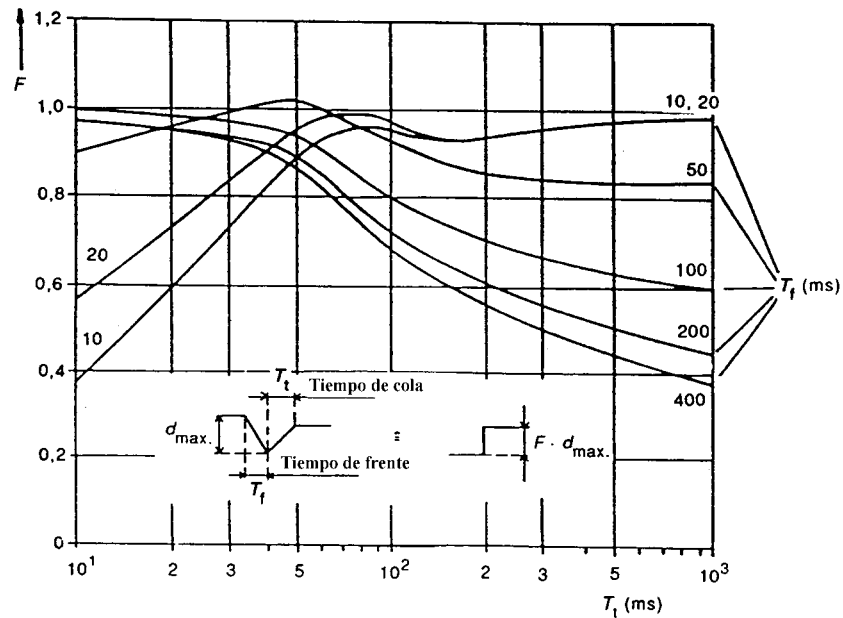


Fig. 6 – Factores de forma F para las características de tensión rectangulares y triangulares



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

Fig. 7 – Factores de forma F para las características de tensión de arranque de motores con diferentes tiempos de frente

ANEXO A (Normativo)

**APLICACIÓN DE LOS LÍMITES Y CONDICIONES DE ENSAYO
TIPO PARA EQUIPOS PARTICULARES**

A.1 Condiciones de ensayo para cocinas

La evaluación de P_{it} no es necesaria para cocinas destinadas al uso doméstico.

Salvo indicación en contra, la medida de P_{st} deberán efectuarse en condiciones de temperatura estable.

Cada placa deberá ensayarse separadamente como sigue,

A.1.1 Placas eléctricas

Los ensayos de placas eléctricas deberán realizarse utilizando ollas con un diámetro, altura y cantidad de agua siguientes:

Diámetro de la placa eléctrica (mm)	Altura de la olla (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

Es necesario compensar las pérdidas producidas por evaporación durante el ensayo.

En todos los ensayos siguientes la placa eléctrica deberá cumplir con los límites dados en el capítulo 5.

- a) Rango de temperatura de ebullición: ajustar el control a la posición donde el agua empiece a entrar en ebullición. El ensayo se realiza cinco veces y se calcula el valor medio obtenido.
- b) Rango de temperatura de fritura: llenar la olla, sin cubrir, con aceite de silicona a un nivel 1,5 veces superior al de agua indicado en la tabla. Ajustar la temperatura a 180 °C, midiendo con un termopar en el centro geométrico del aceite.
- c) Rango total de potencia: se verificará de manera continua durante un período de observación de 10 min. Si los botones de ajuste son de etapas discretas, se ensayarán todos hasta un máximo de 20. Si no existen etapas discretas, se dividirá el rango total en 10 partes iguales. Las medidas deberán realizarse comenzando por la etapa de más alta potencia.

A.1.2 Hornos de pastelería

Se deberá ensayar el horno vacío y con la puerta cerrada. Ajustar el control hasta que el termopar situado en el centro geométrico mida una temperatura media de 220 °C en hornos convencionales y de 200 °C en hornos de aire.

A.1.3 Parrillas ("Grills")

La parrilla ("grill") se deberá ensayar vacía y con la puerta cerrada, salvo especificación en contra por el fabricante. Si se dispone de control, éste deberá ajustarse al mínimo, medio y máximo valor; anotándose el peor resultado.

A.1.4 Combinaciones de horno/parrilla ('grill')

Se deberá ensayar la combinación de horno/parrilla ("grill") vacía y con la puerta cerrada. Ajustar el control hasta que el termopar situado en el centro geométrico mida una temperatura media de 250 °C, o la temperatura disponible más próxima a este valor.

A.1.5 Hornos microondas

El horno microondas o la función microondas de un horno combinado se deberá ensayar a la etapa mínima, a la media y a un tercer nivel que será la máxima potencia ajustable menor o igual al 90% de la máxima potencia. Cargar el horno con un recipiente de cristal que contenga $1\ 000 \pm 50$ g de agua.

A.2 Condiciones de ensayo para aparatos de iluminación

Los aparatos de iluminación se deberán ensayar con una lámpara de potencia igual a la potencia nominal del aparato. Si la luminaria comprende más de una lámpara, todas ellas deberán estar en servicio.

Evaluar sólo los valores de P_{st} y P_{lt} para las luminarias susceptibles de producir flicker (por ejemplo, la iluminación de discotecas).

A.3 Condiciones de ensayo para lavadoras

La lavadora se deberá ensayar en un programa completo de lavado a 60 °C con una carga como la especificada para operación normal en la Norma CEI 335-2-7.

Despreciar la conmutación simultánea del calentador y motor para la evaluación de d_c , $d_{m\acute{a}x}$ y $d(t)$.

Deberán evaluarse P_{st} y P_{lt} .

A.4 Condiciones de ensayo para secadoras

La secadora se deberá ensayar con una carga del 50% de la especificada para operación normal en la Norma CEI 335-2-11.

Si hay disponible un control de temperatura, el ensayo se realizará en los ajustes máximo y mínimo.

Deberán evaluarse P_{st} y P_{lt} .

A.5 Condiciones de ensayo para frigoríficos

Los frigoríficos deberán estar en funcionamiento continuo y con la puerta cerrada. Ajustar el termostato a su valor medio. El armario deberá estar vacío y no calentado. La medida se efectuará cuando se haya obtenido un régimen estable de la temperatura. No se deberán evaluar P_{st} y P_{lt} .

A.6 Condiciones de ensayo para copiatoras, impresoras láser y aparatos similares

El aparato se deberá ensayar para P_{st} a la velocidad máxima de copias. El original a ser copiado/imprimido será un papel blanco y el papel de copia tendrá un peso de 80 g/m² a menos que se especifique lo contrario por el fabricante.

Obtener el valor de P_{lt} en modo de espera.

A.7 Condiciones de ensayo para aspiradoras

No deberán evaluarse P_{st} y P_{lt} para aspiradoras.

A.8 Condiciones de ensayo para batidoras

No deberán evaluarse P_{st} y P_{lt} para batidoras.

A.9 Condiciones de ensayo para herramientas portátiles

Para herramientas portátiles no se deberá evaluar P_{lt} . Para herramientas portátiles sin elementos de calefacción, no se deberá evaluar P_{st} . Para herramientas portátiles con elementos de calefacción se deberá evaluar P_{st} como sigue.

Se encenderá el aparato y se dejará funcionar de forma continua durante 10 min, o hasta que se pare automáticamente, en cuyo caso se aplicará 6.5.

A.10 Condiciones de ensayo para secadores de pelo

No se evaluará P_{lt} para secadores de pelo manuales. Para evaluar P_{st} se encenderá el secador y se dejará funcionar de forma continua durante 10 min, o hasta que se pare automáticamente, en cuyo caso se aplicará 6.5.

En el caso de secadores con regulación de potencia, se debe ensayar el rango total de potencia de forma continua durante un período de observación de 10 min. Si el interruptor de control tiene diferentes etapas discretas, todas ellas deberán ensayarse hasta un máximo de 20 etapas. Si no existen etapas discretas, se dividirá el rango total en diez etapas iguales. Las medidas se realizarán comenzando por la etapa de mayor potencia.

A.11 Condiciones de ensayo para equipos electrónicos de consumo

Para productos electrónicos de consumo público, sólo se medirá $d_{máx}$.

A.12 Condiciones de ensayo para calentadores de agua eléctricos

Se evaluará en los calentadores de agua sin control electrónico sólo d_c , encendiendo y apagando el calentador (secuencia 0 - $P_{máx}$ - 0).

Para calentadores de agua con control electrónico, la temperatura de salida del agua se seleccionará de forma que mediante la variación del flujo de agua se puedan reproducir todas las potencias de consumo entre $P_{mín}$ y $P_{máx}$. Se define $P_{máx}$ como la potencia máxima seleccionable, y $P_{mín} > 0$ como la mínima potencia que puede seleccionarse.

NOTA – Para algunos aparatos la potencia máxima seleccionable $P_{máx}$ puede ser inferior a la potencia nominal.

El valor de temperatura seleccionado deberá permanecer inalterado durante todo el ensayo.

Se comenzará por un flujo de agua correspondiente al consumo de potencia máximo, $P_{máx}$, y se reducirá el flujo en aproximadamente 20 escalones iguales hasta el consumo de potencial mínimo, $P_{mín}$.

Posteriormente, se incrementará el flujo de agua en aproximadamente otros 20 escalones hasta el consumo de potencia máximo, $P_{máx}$. En cada uno de estas 40 etapas se evaluará la $P_{st,i}$; las medidas comenzarán una vez alcanzado el régimen permanente, es decir, alrededor de 30 s después de variar el flujo de agua.

NOTA – Puede ser suficiente calcular $P_{st,i}$ en base a un período de medida de solo 1 min.

Adicionalmente, se medirá el flicker $P_{st,z}$ causado por el encendido y apagado del calentador con un intervalo de 10 min. En este intervalo, el consumo de potencia deberá 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 rendimiento del calentador deberá ser del 50%, es decir, $P_{m\acute{a}x}$ durante 5 min.

Se evaluará el 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 se comparará con los valores límites del capítulo 5.

No se medirá el valor de P_{lt} .

ANEXO ZA (Normativo)

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

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

NOTA – En el caso de que una Norma Internacional esté modificada por las modificaciones comunes de CENELEC, indicado por (mod), es necesario tener en cuenta la EN/HD apropiada.

Norma CEI	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente ¹⁾
50 (161)	1990	Vocabulario Electrotécnico Internacional (VEI). Capítulo 161: Compatibilidad electromagnética.	–	–	UNE 21302-161:1992
335-2-7	1993 ²⁾	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para las lavadoras.	–	–	PNE-EN 60335-2-7 ⁴⁾
335-2-11	1993 ³⁾	Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para las secadoras de tipo tambor	–	–	PNE-EN 60335-2-11 ⁴⁾
725	1981	Consideraciones sobre la impedancia de referencia a utilizar para la determinación de las características de las perturbaciones de los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos	–	–	PNE 20925 ⁴⁾
868 A1	1986 1990	Medidor de flicker – Especificaciones funcionales y de diseño	EN 60868	1993	UNE-EN 60868:1995
1000-3-5	1994	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 5: Limitación de las fluctuaciones de tensión en redes de baja tensión para los equipos con corriente de entrada superior a 16 A	–	–	–

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

2) La CEI 335-2-7:1984, mod., está armonizada como EN 60335-2-7:1990. [UNE-EN 60335-2-7:1993]

3) La CEI 335-2-11:1984, mod., está armonizada como EN 60335-2-11:1989. [UNE-EN 60335-2-11:1993]

4) En preparación.

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