

ICS 17.220.20; 19.080; 29.020; 33.100

Octubre 1995

### TÍTULO

**Medidor de Flicker**

**Especificaciones funcionales y de diseño**

*Flickermeter. Functional and design specifications.*

*Flickermètre. Spécifications fonctionnelles et de conception.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma UNE es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 60868 de fecha abril de 1993, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 868:1986 + Amd 1: 1990.

### OBSERVACIONES

Esta norma fue sometida a la información pública como PNE 20868.

### ANTECEDENTES

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

Editada e impresa por AENOR  
Depósito legal: M 31825:1995

© AENOR 1995  
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

**AENOR**

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Fernández de la Hoz, 52  
28010 MADRID-España

Teléfono (91) 432 60 00  
Telefax (91) 310 36 95

22 Páginas

**Grupo 15**



CDU 621.317.7

Anula a HD 490 S2:1992

**Descriptor:** Instrumento de medida, flickermetro, flicker, diseño, característica de funcionamiento, especificación, ensayo.

Versión en español

**Medidor de Flicker**  
**Especificaciones funcionales y de diseño**  
(CEI 868:1986+ A1:1990)

**Flickermeter. Functional and design specifications. (IEC 868:1986+ A1:1990)**

**Flickermètre. Spécifications fonctionnelles et de conception. (CEI 868:1986+ A1:1990)**

**Flickereter. Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation (IEC 868:1986+ A1:1990)**

Esta Norma Europea ha sido aprobada por CENELEC el 1993-03-09. 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**

	<b>Página</b>
<b>ANTECEDENTES</b> .....	<b>5</b>
<b>DECLARACIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>0 INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>2 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3 ESPECIFICACIONES</b> .....	<b>9</b>
<b>4 ESPECIFICACIONES DE ENSAYOS DE TIPO</b> .....	<b>13</b>
<b>FIGURAS</b> .....	<b>17</b>
<b>ANEXO A – EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL FLICKER MEDIANTE LA SALIDA DEL FLICKERMETRO CEI</b> .....	<b>19</b>
<b>ANEXO ZA – OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES</b> .....	<b>22</b>

### ANTECEDENTES

A petición del 72º BT, el HD 498 S2:1992 (CEI 868:1986+ A1:1990) fue sometido al procedimiento de voto de CENELEC para conversión en Norma Europea.

El texto de la Norma Internacional CEI ha sido aprobado por CENELEC como Norma Europea, EN 60868 el 9 de marzo de 1993.

Se han fijado las fechas siguientes:

- |   |       |            |
|---|-------|------------|
| - fecha límite de publicación de una norma nacional idéntica    | (dop) | 1994-03-01 |
| - fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes | (dow) | -          |

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

En esta norma, el anexo ZA es normativo.

### DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 868:1986 y su Modificación 1:1990, fue aprobado por CENELEC como Norma Europea sin ninguna modificación.

## 0 INTRODUCCIÓN

Esta norma da las especificaciones funcionales y de diseño de un aparato que mide el flicker, destinado para indicar el nivel correcto de percepción del parpadeo del flujo luminoso (flicker) para todas las formas de ondas de fluctuación de tensión encontradas en la práctica. Se presentan informaciones suficientes para poder construir un instrumento de este tipo.

El método de evaluación de la severidad del flicker, a partir de los datos de salida del flickermetro será objeto de otras normas.

En su forma actual, esta norma no intenta ser un anexo a la Norma CEI 553-3: "*Perturbaciones producidas en las redes de alimentación por los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos*". Parte 3: *Fluctuaciones de tensión*.

Esta norma está basada en las especificaciones preparadas por el Comité de Estudio "*Perturbaciones*" de la Unión Internacional de Electrotermia (UIE).

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de esta norma es el de establecer la información básica necesaria para el diseño y realización de un aparato analógico o digital para la medida del flicker.

No se especifica ni el método de cálculo de la severidad del flicker, ni los valores límite tolerables.

## 2 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

La descripción que se especifica concierne a una realización principalmente de tipo analógico. Un aparato total o parcialmente digital es igualmente aceptable con la condición de que presente análogas características funcionales.

La arquitectura del medidor de flicker (flickermetro) se indica en el diagrama de la figura 1. Se divide en dos partes, cada una de las cuales realiza las funciones siguientes:

- simulación de la respuesta del sistema lámpara-ojo-cerebro;
- análisis estadístico en tiempo real de la señal de flicker y presentación de resultados.

La primera función es realizada por los bloques 2, 3 y 4 de la figura 1 y la segunda, por el bloque 5. Este último bloque no es necesariamente obligatoria su presencia, dado que la señal de flicker puede realizarse en tiempo diferido mediante la utilización de equipos de registro adecuados, no obstante su inclusión es aconsejable, porque ello permite una utilización global y más eficaz del instrumento.

### 2.1 Bloque 1 – Adaptador de la tensión de entrada y circuito de verificación del calibrado

Este bloque contiene un generador de señal para verificar el calibrado del medidor de flicker en el lugar de medida, así como un circuito de adaptación de la tensión, que compara con un nivel interno de referencia, el valor medio del valor eficaz de la tensión de entrada correspondiente a la frecuencia del fundamental. Las medidas de flicker expresadas en forma porcentual, pueden ser afectadas de forma independiente del nivel real de la tensión de entrada. Las tomas del transformador de entrada fijan las gamas adecuadas de tensiones de entrada con el fin de mantener la señal de entrada al adaptador de tensión dentro del margen requerido.

### 2.2 Bloque 2 – Demodulador cuadrático

La función de este bloque es de restituir la fluctuación de la tensión con la escala cuadrática de la tensión de entrada en el nivel de referencia, simulando el comportamiento de la lámpara.

### 2.3 Filtros de ponderación, cuadratura y alisado

El bloque 3 se compone de dos filtros en cascada y de un selector de gamas de medidas que pueden estar equipados antes o después del circuito de filtrado selectivo.

El primer filtro elimina la componente continua de la tensión de salida del demodulador cuadrático así como el rizado residual de doble frecuencia de la red.

El segundo filtro ajusta la forma de la curva de la respuesta en frecuencia del medidor de flicker a la fluctuación modulante, de la manera siguiente: el bloque de filtros de ponderación simula la combinación de la respuesta espectral de una lámpara de gas inerte con filamento bi-esprial (60 W - 230 V) con la respuesta del ojo humano a las fluctuaciones sinusoidales de tensión. La función respuesta para cada frecuencia esta basada en la percepción umbral del 50% de las personas sometidas al experimento<sup>1)</sup>.

El bloque 4 está compuesto por un multiplicador cuadrático, un filtro paso bajo de primer orden. La sensación humana del flicker a través del sistema lámpara-ojo-cerebro se simula por la respuesta no lineal de la combinación de los bloques 2, 3 y 4.

El bloque 3 está basado en la curva límite de perceptibilidad de las fluctuaciones sinusoidales de tensión; la ponderación correcta de las fluctuaciones no sinusoidales y aleatorias se obtienen por una adecuada selección de la función compleja de transferencia de los bloques 3 y 4. En consecuencia se verifica el correcto funcionamiento del aparato frente a señales rectangulares periódicas y a señales transitorias.

La salida del bloque 4 representa la sensación instantánea del flicker.

### 2.4 Bloque 5 – Evaluación estadística en tiempo real

El bloque 5 comprende un microprocesador que efectúa el análisis del nivel de flicker, en tiempo real, permitiendo así el cálculo directo de los parámetros significativos de la evaluación.

Un enlace adecuado permite la presentación de resultados y su registro. Ello será utilizado para la aplicación a métodos de medida de la severidad del flicker por análisis estadístico.

Sea efectuado en tiempo real, por el bloque 5, o bien en tiempo diferido, a partir de un registro de la salida del bloque 4, el análisis estadístico se realiza subdividiendo la amplitud de la señal del nivel de flicker en un número apropiado de clases.

Las señales del nivel de flicker están muestreadas a una frecuencia constante.

Cada vez que un valor adecuado aparece, se incrementa una unidad el contador de la clase correspondiente. Se obtiene de esta forma la función de distribución de los valores de la señal de entrada. Elegida una frecuencia de muestreo muy superior a la frecuencia máxima del flicker, el resultado final, al finalizar el período de medida, representa la distribución de la duración de los niveles de flicker dentro de cada clase. Sumando el contenido de los contadores de todas las clases y representando el total parcial de cada clase en valor porcentual respecto del total general, se obtiene la función de densidad de probabilidad de los niveles de flicker.

A partir de ésta, se obtiene la función de probabilidad acumulada utilizada en el método estadístico de análisis de la duración de los niveles.

La figura 2 ilustra esquemáticamente el método de análisis estadístico, limitado a 10 clases, para simplificar la presentación.

---

1) Una lámpara de filamento que sirve de referencia para las redes 100 V - 130 V tendría una respuesta en frecuencia diferente y necesitaría una modificación del filtro de ponderación. Las características de las lámparas de descarga son totalmente diferentes, y serían necesarias modificaciones muy importantes de esta norma para tenerlos en cuenta.

La función de probabilidad acumulada permite obtener los valores estadísticos significativos, como la media, la desviación tipo, el nivel de flicker que excede de un porcentaje de tiempo dado, o, el porcentaje de tiempo en el que un determinado nivel de flicker es sobrepasado.

La duración de la observación se define para dos intervalos de tiempo ajustables  $T_{st}$  y  $T_{lt}$ <sup>1)</sup>.

El intervalo  $T_{lt}$  define el tiempo total de observación. Es siempre un múltiplo del intervalo corto: ( $T_{lt} = n \cdot T_{st}$ ).

En el caso de tratamiento de datos en tiempo real, al final de cada intervalo corto, el análisis estadístico del intervalo siguiente empieza, mientras que los resultados del intervalo finalizado están disponibles a la salida.

Para un período de observación dado  $T_{lt}$ ,  $n$  análisis de corta duración están disponibles al mismo tiempo que los resultados del intervalo completo. Conviene realizar la representación gráfica de la función de probabilidad acumulada, preferentemente por medio de una escala de una distribución normal de Gauss.

## 2.5 Salidas

El diagrama de bloques del medidor de flicker representado en la figura 1, dispone de varias salidas situadas entre los bloques 1 y 5. Las salidas señaladas con un asterisco no son indispensables, pero pueden permitir una plena utilización de las características de instrumento para la detección de fluctuaciones de tensión. Posteriormente, otras salidas opcionales pueden ser consideradas.

**2.5.1** El objeto de la salida optativa 1 y del medidor del valor eficaz asociado es permitir el seguimiento de la evolución de la forma de la fluctuación de la tensión a partir de las variaciones del valor eficaz de la tensión de entrada. Esto puede realizarse por elevación al cuadrado, por integración entre los pasos por cero de cada alternancia y por extracción de la raíz cuadrada de la señal.

Para obtener pequeñas variaciones de tensión con una resolución suficiente, conviene proceder a una compensación de la componente continua.

**2.5.2** La salida 2 está principalmente destinada al control de la respuesta del bloque 3 y a su ajuste.

**2.5.3** La salida 3 facilita una indicación lineal instantánea de la variación relativa de la tensión  $\frac{\Delta V}{V}$ , expresada en valor porcentual equivalente a una modulación senoidal a 8,8 Hz. Esta salida es útil para permitir la selección de la gama de medida conveniente.

**2.5.4** La salida 4 facilita la integración en 1 min de la sensación instantánea del flicker.

**2.5.5** La salida 5 facilita la sensación instantánea del flicker que puede reproducirse en un registrador de papel continuo si se desea una evaluación rápida *in situ*, o en el caso de medidas de larga duración, sobre una banda magnética para un tratamiento posterior.

**2.5.6** La salida 6 del bloque 5 está unida mediante un enlace digital con una impresora o registrador de banda magnética. Con la utilización de otro tipo de enlace con conversión digital/analógica, será posible obtener directamente a partir del bloque 5, el trazado gráfico analógico de la función de probabilidad acumulada.

---

1) st corresponde a las iniciales de "short term", en inglés.  
lt corresponde a las iniciales de "long term", en inglés.



### 3 ESPECIFICACIONES

#### 3.1 Respuesta analógica

La respuesta analógica global tomada a nivel de la salida del bloque 4, se indica respectivamente en las tablas 1 y 2 para las fluctuaciones de tensión sinusoidales y rectangulares, tal como se definen en la Norma CEI 555-3. El umbral de perceptibilidad humano del flicker se utiliza como referencia (corresponde a la obtención del valor 1 en la salida del bloque 4). La respuesta está centrada en 8,8 Hz en el caso de una modulación sinusoidal.

La precisión descrita es alcanzada si los valores de entrada para modulaciones senoidales y rectangulares, están dentro del  $\pm 5\%$  de los valores tabulados, para una salida de una unidad de perceptibilidad.

**Tabla 1**  
**Respuesta normalizada del medidor de flicker para fluctuaciones senoidales de la tensión**

Amplitud relativa de la fluctuación de la tensión de entrada  $\frac{\Delta V}{V}$  por unidad de perceptibilidad a la salida.

Hz	Fluctuación tensión (%)
0,5	2,340
1,0	1,432
1,5	1,080
2,0	0,882
2,5	0,754
3,0	0,654
3,5	0,568
4,0	0,500
4,5	0,446
5,0	0,398
5,5	0,360
6,0	0,328
6,5	0,300
7,0	0,280
7,5	0,266
8,0	0,256
8,8	0,250

Hz	Fluctuación tensión (%)
9,5	0,254
10,0	0,260
10,5	0,270
11,0	0,282
11,5	0,296
12,0	0,312
13,0	0,348
14,0	0,388
15,0	0,432
16,0	0,480
17,0	0,530
18,0	0,584
19,0	0,640
20,0	0,700
21,0	0,760
22,0	0,824
23,0	0,890
24,0	0,962
25,0	1,042

**Tabla 2**  
**Respuesta normalizada del medidor de flicker para fluctuaciones rectangulares de la tensión**

Amplitud relativa de la fluctuación de la tensión de entrada  $\frac{\Delta V}{V}$  por unidad de perceptibilidad a la salida.

Hz	Fluctuación tensión (%)	Hz	Fluctuación tensión (%)
≤0,5	0,514	9,5	0,200
1,0	0,471	10,0	0,205
1,5	0,432	10,5	0,213
2,0	0,401	11,0	0,223
2,5	0,374	11,5	0,234
3,0	0,355	12,0	0,246
3,5	0,345	13,0	0,275
4,0	0,333	14,0	0,308
4,5	0,316	15,0	0,344
5,0	0,293	16,0	0,380
5,5	0,269	17,0	0,421
6,0	0,249	18,0	0,461
6,5	0,231	19,0	0,506
7,0	0,217	20,0	0,552
7,5	0,207	21,0	0,603
8,0	0,201	22,0	0,657
8,8	0,199	23,0	0,713
		24,0	0,767

### 3.2 Transformador de entrada

El transformador de tensión de entrada debe aceptar una amplia gama de tensiones nominales de alimentación y adaptarlas al nivel máximo compatible con el buen funcionamiento de los circuitos siguientes. Las tensiones más comunes de entrada, asumiendo desviaciones del -30% al + 20% se indican en la tabla 3.

**Tabla 3**

Tensión de entrada asignada V eficaz	-30% V eficaz	+ 20% V eficaz
57,7	40	68
100	70	120
115	80,5	138
127	89	152
160	112	192
220	154	264
230	161	276
240	168	288
380	266	456
420	294	504

La banda total indicada va entre 40 V eficaz y 504 V eficaz.

Es deseable limitar a valores de 1 a 3,5 la máxima excursión de las variaciones de la tensión secundaria. El transformador debe en consecuencia poseer al menos dos tomas intermedias. La relación de transformación de primario a secundario debe ser de  $\frac{504}{V_R}$ . Las relaciones de transformación de las tomas intermedia deben ser de  $\frac{276}{V_R}$  y  $\frac{138}{V_R}$ . Se designa como  $V_R$ , el nivel de referencia de la portadora

El ancho de la banda pasante del transformador debe ser tal que las bandas laterales de la modulación a  $\pm 25$  Hz no sean sensiblemente atenuadas.

El nivel de aislamiento deber ser de 2 kV eficaz, durante 1 min, y de 2 kV pico para un impulso de 1,2/50  $\mu$ s. Una pantalla electrostática debe estar insertada entre los arrollamientos, correctamente unida.

### 3.3 Adaptador de tensión

A la entrada del bloque 2 este circuito debe mantener el valor eficaz de la tensión 50 Hz modulada a un nivel constante igual al valor de referencia  $V_R$ , como indica la especificación del transformador de entrada, sin modificar la fluctuación relativa de modulación. Su tiempo de respuesta (del 10% al 90% del valor final) a una variación en escalón del valor eficaz de entrada es de 1 min. El margen de funcionamiento de este circuito debe ser lo suficientemente amplia para asegurar una reproducción correcta de las fluctuaciones de la tensión de entrada generadora de flicker.

### 3.4 Generador interno de verificación del calibrado

El generador interno debe generar una onda sinusoidal a la frecuencia de la red, modulada por una onda cuadrada de  $(50/17)$  Hz = 2,94 Hz.

El control debe efectuarse por medio de una indicación que presente concordancia con un valor o señal de referencia.

Las características significativas de este circuito son las siguientes:

- onda portadora fijada en fase con la red de alimentación;
- índice de modulación  $\frac{\Delta V}{V} = 1\%$ ;
- nivel de portadora apropiada para todas las gamas de medida;
- precisión de la frecuencia de modulación 1%.

### 3.5 Demodulador cuadrático

El bloque 2 debe generar a la salida una componente proporcional a la amplitud de la fluctuación de la modulación de la señal de entrada.

El margen de funcionamiento a la entrada del demodulador debe ser tal que acepte un 150% del valor de referencia  $V_R$ .

### 3.6 Filtros de ponderación

Estos filtros, contenidos en el bloque 3, realizan las siguientes funciones:

- eliminar la componente continua así como la componente de doble frecuencia de la de la red, presentes a la salida del demodulador (la amplitud de las componentes a frecuencias mayores es despreciable);
- ponderar la fluctuación de la tensión según la sensibilidad del sistema lámpara-ojo-cerebro.

El filtro supresor de las componentes indeseables, comprende una sección paso alto, para lo cual se sugiere la utilización de un filtro de Butterworth de 6º orden con una frecuencia de corte de 35 Hz a 3 dB.

Esta sugerencia tiene en cuenta el hecho de que la componente a frecuencia doble de la de la red es atenuada también por el filtro de ponderación del bloque 3. Se puede así añadir un filtro de rechazo de esta frecuencia para aumentar la resolución, no debiendo afectar de manera significativa a la respuesta del aparato dentro del ancho de banda de las frecuencias útiles.

### 3.7 Respuesta global de la entrada a la salida del bloque 3

Asumiendo que el filtro supresor definido tiene una influencia despreciable dentro del ancho de banda de las frecuencias asociadas a las señales de las fluctuaciones de tensión, una función de transferencia adecuada para los bloques 2 y 3 puede ser la siguiente:

$$F(s) = \frac{k\omega_1 s}{s^2 + 2\lambda s + \omega_1^2} \cdot \frac{1 + s/\omega_2}{(1 + s/\omega_3)(1 + s/\omega_4)}$$

donde  $s$ , es la variable compleja de Laplace y los parámetros tienen los siguientes valores a título indicativo:

$$k = 1,74802$$

$$\lambda = 2\pi 4,05981$$

$$\omega_1 = 2\pi 9,15494$$

$$\omega_2 = 2\pi 2,27979$$

$$\omega_3 = 2\pi 1,22535$$

$$\omega_4 = 2\pi 21,9$$

### 3.8 Selector de gamas

El selector de gamas determina la sensibilidad del instrumento. Modifica la ganancia en función de la amplitud de la fluctuación de la tensión a medir.

Las gamas de medida expresadas como cambios relativos de tensión  $\frac{\Delta V}{V}$  para una modulación sinusoidal de 8,8 Hz son 0,5-1-2-5-10-20%.

La gama 20% es opcional. La no linealidad del demodulador puede introducir errores significativos dado que la profundidad de la modulación es importante.

Si alguna gama intermedia se omite, conviene entonces aumentar la resolución del instrumento con el fin de asegurar sus características equivalentes a aquellas que se obtendrían con la gama omitida.

### 3.9 Elevador al cuadrado y filtro paso bajo de alisado

El bloque 4 cumple dos funciones:

- elevar al cuadrado la señal ponderada de flicker para simular la percepción no lineal del conjunto ojo-cerebro;
- alisar la señal para simular el efecto de almacenamiento en el cerebro.

El operador elevador al cuadrado debe tener un margen dinámico suficiente de entrada y de salida para tener en cuenta los niveles admisibles de flicker a 8,8 Hz.

El operador que realiza el alisamiento de la señal debe poseer la función de transferencia de un filtro paso bajo de primer orden con resistencia y condensador con una constante de tiempo igual a 300 ms.

### 3.10 Procedimientos de análisis estadístico en tiempo real

El análisis debe ser efectuado con la expresión de la señal de salida del bloque 4 con una resolución mínima de 6 bits y utilizando 64 clases como mínimo. La frecuencia mínima de muestreo debe ser de 50 muestras por segundo.

La relación entre el selector de gamas y el nivel correspondiente a la mayor clase de la función de probabilidad acumulada resultante de la clasificación se indica a continuación.

$\frac{\Delta V}{V} \%$	Nivel sensación en unidades de umbral de perceptibilidad
0,5	4
1	16
2	64
5	400
10	1600
20	6400

$T_{st}$  puede estar seleccionado entre los valores siguientes: 1 min, 5 min, 10 min y 15 min.

$T_{it}$  debe ser un múltiplo entero del  $T_{st}$  seleccionado menor o igual que 1 008 que corresponde a 7 días para un  $T_{st}$  de 10 min.

El desarrollo del análisis estadístico se encuentra en fase de discusión.

### 3.11 Márgenes de funcionamiento del instrumento con la temperatura y la humedad

- Margen de temperatura de funcionamiento: 0 °C a 40 °C.
- Margen de temperatura de almacenamiento: -10 °C a + 55 °C.
- Margen de funcionamiento en humedad relativa: 45% a 95%.

## 4 ESPECIFICACIONES DE ENSAYO DE TIPO

El procedimiento de ensayo destinado a establecer la conformidad del instrumento a la respuesta especificada debe limitarse a los bloques 1 a 4. En efecto, el análisis estadístico (bloque 5) puede estar realizado en diferentes formas (en tiempo real o diferido). La verificación individual de todos los elementos no es generalmente necesario. Únicamente la respuesta global entrada-salida de los bloques 1 a 4 debe estar comprobada para las fluctuaciones sinusoidales y rectangulares de la tensión, de acuerdo con las tablas 1 y 2.

El procedimiento de ensayo consiste en ajustar la amplitud de la modulación de entrada de tal forma que el valor pico de la lectura a la salida sea de una unidad.

Si las amplitudes de la modulación de entrada coinciden con los valores especificados (tolerancia máxima  $\pm 5\%$ ), el instrumento sometido al ensayo se acepta como conforme a la especificación.

#### 4.1 Ensayos de compatibilidad electromagnética (provisional)

Los ensayos establecidos para la evaluación de la inmunidad a las perturbaciones electromagnéticas se resumen en la tabla 4. La tabla contiene las referencias a publicaciones y documentos "Secretariat" de CEI. Algunos de estos ensayos son aún objeto de estudio dentro de los Subcomités 77A y 77B de CEI.

Estos ensayos se realizan suponiendo que la referencia común a cero de los circuitos electrónicos está unida al chasis y a tierra.

Los ensayos numerados de 1 a 8 se efectúan sobre la entrada y las conexiones a la fuente de alimentación, el ensayo 9 únicamente sobre la fuente de alimentación y los ensayos 10 a 14 sobre el instrumento en su conjunto.

Los niveles de severidad de los ensayos son seleccionados, admitiendo que durante la utilización normal de aparato, sus salidas se encuentran conectadas a la aparamenta exterior con utilización de conexiones cortas y blindadas.

Para todos los ensayos y durante la aplicación de las perturbaciones, debe verificarse que el funcionamiento del aparato es correcto, y verificando un mínimo de cinco puntos convenientemente espaciados de la respuesta.

#### 4.2 Ensayos climáticos

Los procedimientos de ensayos climáticos se encuentran definidos en las Normas CEI 68: Ensayos fundamentales climáticos y de robustez mecánica, los cuales se completan con las indicaciones que se detallan a continuación:

– Condiciones atmosféricas normales para los ensayos:

temperatura: 15 °C a 35 °C;

humedad relativa: 45% a 75%;

presión: 860 mbar a 1 060 mbar.

– Secuencia y tipo de ensayos

a) Calor seco: Normas 68-2-2, 68-2-2A

b) Calor húmedo: Norma 68-2-3

c) Frío: Normas 68-2-1, 68-2-1A

d) Variaciones de temperatura: Norma 68-2-14

Ensayo Bd 1) 2)

Ensayo Ca 2)

Ensayo Ad 1) 2)

Ensayo Nb 2)

– Tiempo máximo entre los ensayos b) y c): 2 h.

– Variación máxima de temperatura de la cámara climática: 1 °C/min estableciendo la media sobre 5 min como máximo.

– Al final de cada ensayo, el buen funcionamiento del instrumento debe ser verificado en condiciones normales.

---

1) Condiciones de almacenamiento.

2) Condiciones de funcionamiento.

**4.2.1 Ensayos con el instrumento no conectado y no alimentado.** Al final de cada ensayo el funcionamiento del aparato debe ser controlado en las condiciones normales del entorno.

Ensayo de calor seco

- Temperatura:  $55 \pm 3$  °C.
- Duración: 24 h.

Ensayo de frío

- Temperatura:  $-10 \pm 3$  °C.
- Duración: 24 h.

**4.2.2 Ensayos con el instrumento en funcionamiento.** Para todos los ensayos indicados, el funcionamiento correcto del aparato debe estar verificado para un mínimo de cinco puntos de la respuesta especificada, al comienzo, al final y en instantes intermedios, durante el ensayo.

El intervalo máximo entre los ensayos de calor húmedo y de frío no debe exceder 2 h.

Ensayo de calor seco

- Temperatura:  $40 \pm 3$  °C.
- Duración: 16 h.

Ensayo de calor húmedo

- Temperatura:  $40 \pm 3$  °C.
- Duración: 24 h.

Bajo condiciones estables de la temperatura, se llevará la humedad relativa hasta un valor de  $93_{-3}^{+2}$  %.

Ensayo en frío

- Temperatura:  $0 \pm 3$  °C.
- Duración: 16 h.

Ensayo de variación de temperatura

- Temperatura inicial:  $40 \pm 3$  °C.
- Temperatura final:  $0 \pm 3$  °C.

Debe mantenerse durante 3 h a la temperatura inicial antes de proceder a variar la temperatura.

La variación máxima de temperatura de la cámara de ensayo no deberá exceder de 1 °C/min estableciendo la media sobre 5 min como máximo.

Tabla 4

Ensayo N°		Ensayos de inmunidad a las perturbaciones (provisional)	Notas	Tensión de ensayo <sup>1)</sup> Modo de aplicación		
				a	b	
1	Ensayo de aislamiento	Dieléctrico	kV eficaz		2	-
2		Medida de la resistencia de aislamiento	kV corriente continua		0,5	-
3		Tensión de choque 1,2/50 µs	kV pico		2	1
4	Perturbaciones inyectadas por conducción	Frecuencia de red	V eficaz	2)	250	-
5		Tensión de choque 1,2/50 s	kV pico	7)	2	1
6		Trenes de ondas en baja tensión (1 kHz a 1 MHz)	V pico	8)	100	-
7		Oscilaciones amortiguadas de 1 MHz	kV pico	3)	1	0,5
8		Transitorios rápidos de baja energía	kV pico	6)	2	2
9		Corte de la tensión de alimentación	ms	8)	1 a 10	
10		Descarga eléctrica estática	kV	4)	15	
11	Campos electromagnéticos	Frecuencia de red	A/m	8)	500	
12		Impulso 8/20 s	A/m pico	8)	500	
13		Oscilaciones amortiguadas de 1 MHz	A/m pico	8)	50	
14		Alta frecuencia radiada (20 MHz a 500 MHz)	V/m	5)	10	

1) Modo de aplicación de la tensión de ensayo:

- a) Entre los bornes de cada circuito y la caja del equipo unida a tierra (modo común).
- b) Entre los bornes del mismo circuito (modo diferencial).

2) Valor indicado durante el tiempo necesario para suprimir un defecto; otros valores pueden ser adoptados según la reglamentación nacional de seguridad.

3) Para este ensayo debe consultarse el anexo C de la Norma CEI 255-8: *Relés eléctricos. Parte 8: Relés eléctricos térmicos*.

4) Para este ensayo debe consultarse la Norma CEI 801-2.: *Compatibilidad electromagnética para los materiales de medida y de control dentro de los procesos industriales. Parte 2: Prescripciones relativas a las descargas electrostáticas*.

5) Para este ensayo, véase la Norma CEI 801-3. *Parte 3: Requisitos relativos a los campos electromagnéticos radiados*.

6) Ensayos en estudio en el Comité de Estudios N° 65 de CEI.

7) Ensayos en estudio en el Comité de Estudios N° 65 de CEI.

8) Ensayos en estudio en el Comité de Estudios N° 77 de CEI.



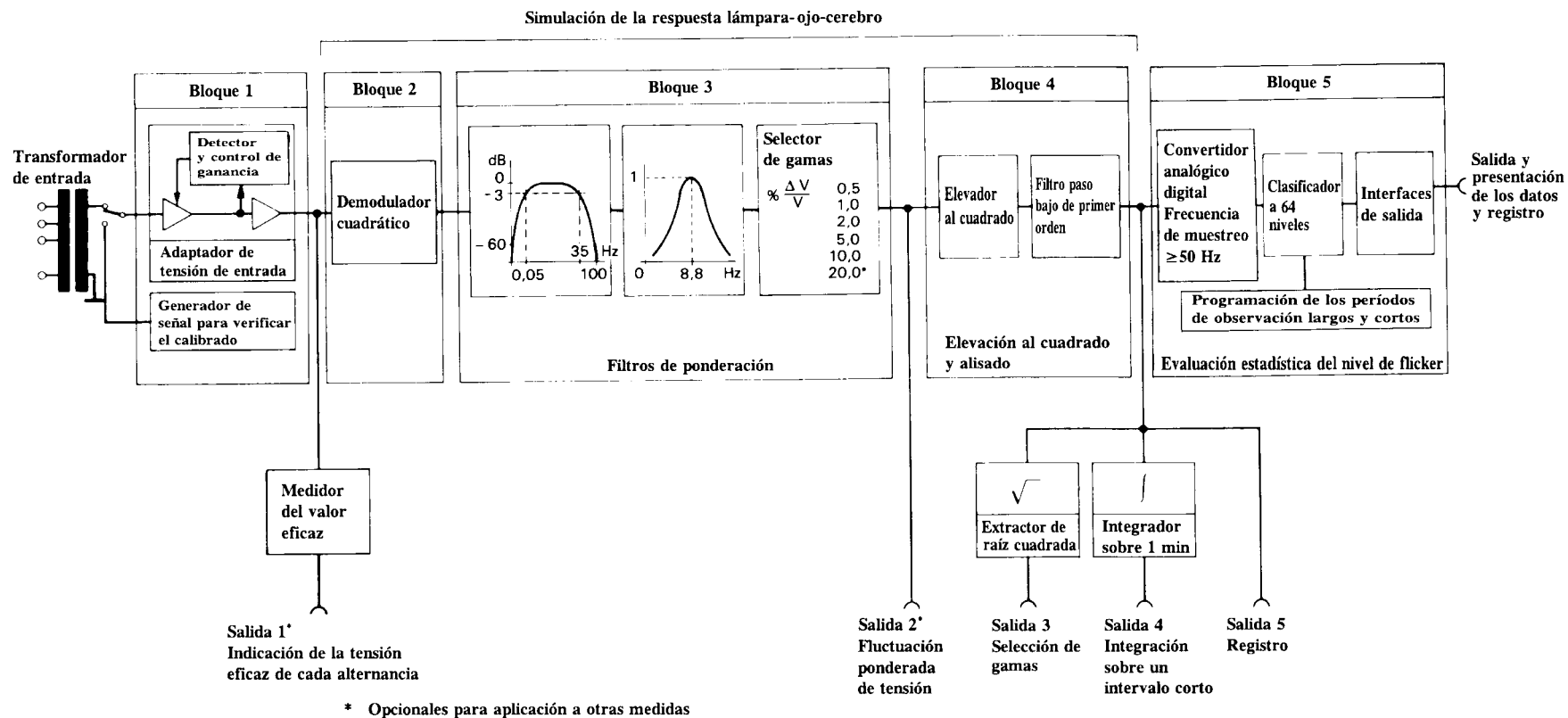
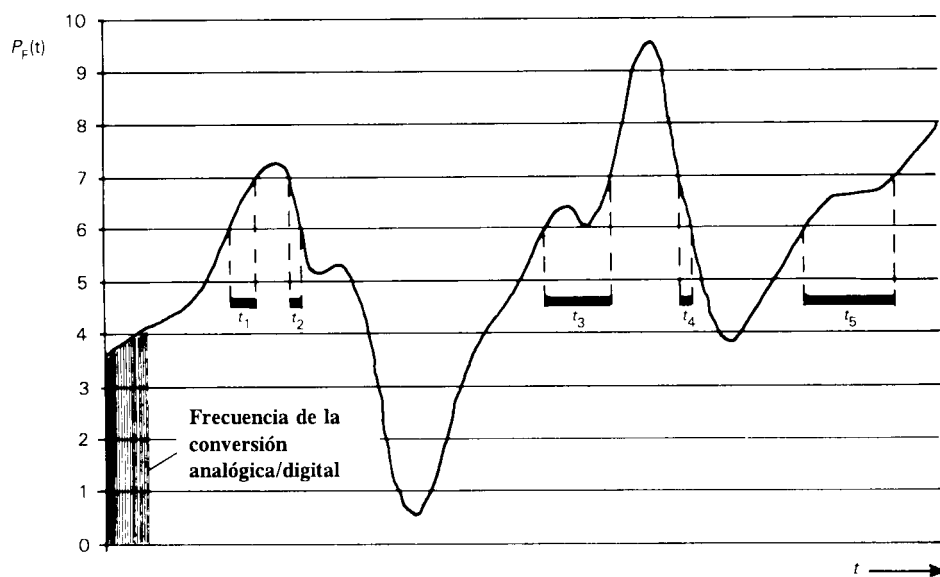
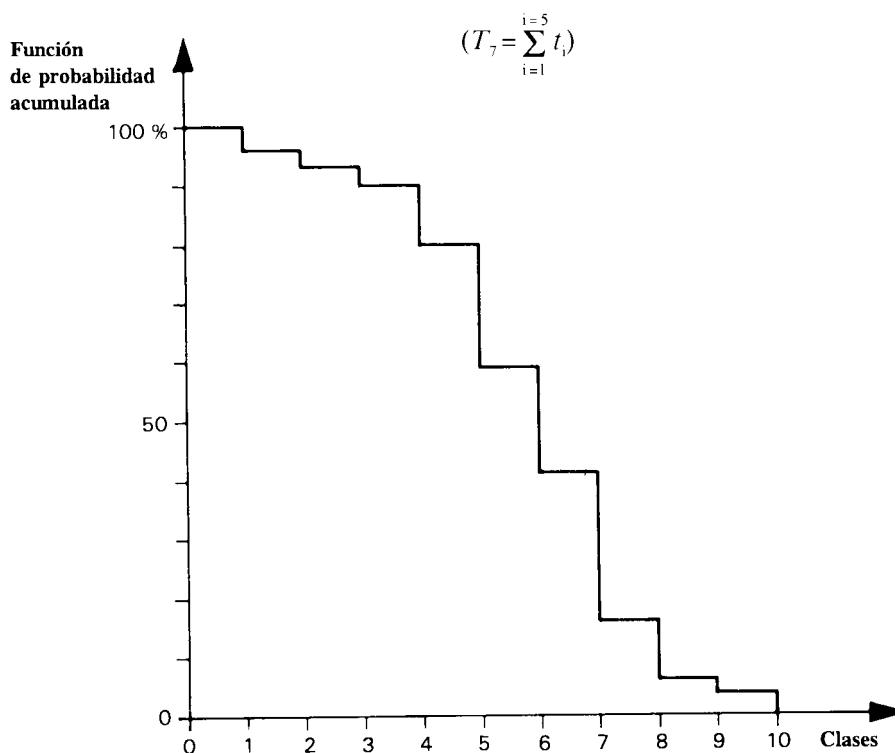


Fig.1 - Diagrama funcional del flickermetro UIE



**Fig. 2a - Nivel de flicker representado por una función variable del tiempo  
El tiempo de permanencia de la señal en la clase N° 7 se indica a título de ejemplo**



**Fig. 2b - Función de probabilidad acumulada de permanencia de la señal en las clases 1 a 10**

**Fig. 2 - Representación esquemática del método "permanencia a un nivel dado"**

**ANEXO A**

**EVALUACIÓN DE LA SEVERIDAD DEL FLICKER MEDIANTE LA SALIDA DEL FLICKERMETRO CEI**

**A.1 Evaluación de la severidad del flicker para tiempos cortos**

La medida de la severidad a partir de un tiempo de observación corto  $T_{st} = 10$  min (st corresponde a las iniciales de < short term> , en inglés) se denomina  $P_{st}$ . Se obtiene mediante análisis estadístico del tiempo durante el cual se alcanza un determinado nivel de flicker, de acuerdo con la clasificación de nivel del bloque 5 del flickermetro. Para ello, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_{st} = \sqrt{0,0314 P_{0,1} + 0,0525 P_{1s} + 0,0657 P_{3s} + 0,28 P_{10s} + 0,08 P_{50s}}$$

donde los percentiles  $P_{0,1}$ ,  $P_1$ ,  $P_3$ ,  $P_{10}$  y  $P_{50}$  son los niveles de flicker que se sobrepasan durante el 0,1, 1, 3, 10 y 50% del tiempo total del período de observación. El sufijo s (del inglés < smoothed> ) de la fórmula, indica que se deben emplear los valores ponderados, los cuales se obtienen mediante la aplicación de las ecuaciones siguientes:

$$P_{50s} = (P_{30} + P_{50} + P_{80})/3$$

$$P_{10s} = (P_6 + P_8 + P_{10} + P_{13} + P_{17})/5$$

$$P_{3s} = (P_{2,2} + P_3 + P_4)/3$$

$$P_{1s} = (P_{0,7} + P_1 + P_{1,5})/3$$

La constante de tiempo de 0,3 s del flickermetro asegura que el valor de  $P_{0,1}$  no puede cambiar bruscamente, por lo que no es necesario el aplicar ningún tipo de ponderación.

**A.2 Evaluación del flicker para tiempos largos**

El período de 10 min en que se basa la evaluación de la severidad del flicker para tiempos cortos es apropiado para la medición de las perturbaciones ocasionadas por equipos individuales con ciclo de trabajo corto. Cuando se presentan fuentes de flicker con ciclos de trabajo largos y variables (por ejemplo hornos de arco) o se desea tener en cuenta el efecto combinado de varias fuentes de flicker operando aleatoriamente en el tiempo, (por ejemplo equipos de soldadura, motores) se necesita establecer un criterio para la evaluación de la severidad del flicker para tiempos largos. Con este propósito, la severidad del flicker para tiempos largos  $P_{lt}$  (lt corresponde a las iniciales de "long-term" en inglés), se deducirá de los valores de severidad de flicker para tiempos cortos  $P_{sti}$ , durante un período adecuado a la duración del ciclo de trabajo de la carga o a un período durante el cual un observador pueda reaccionar al flicker, por ejemplo una pocas horas, empleando la fórmula siguiente:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}^3}{N}}$$

donde  $P_{sti}$  ( $i = 1, 2, 3...$ ) son los valores consecutivos de severidad de flicker  $P_{st}$  obtenidos durante períodos cortos.

### A.3 Técnicas para aumentar la exactitud de la evaluación

Se dispone de varias técnicas para conseguir una evaluación suficientemente exacta del flicker sobre un amplio margen de condiciones. Algunas de ellas se pueden emplear, solas o en combinación, a condición de que la tensión de entrada se mantenga sobre una gama de la profundidad de modulación dentro de los márgenes especificados del  $\pm 5\%$ .

En la mayoría de los casos, los valores de los percentiles particulares,  $P_k$ , requeridos para calcular  $P_{st}$  no se corresponderá con una clase única y deben ser deducidos por interpolación (o extrapolación) de las clases disponibles actualmente.

#### A.3.1 Interpolación lineal

La clasificación lineal se dispone de tal manera que la escala completa,  $F_s$ , del clasificador disponga de  $N$  divisiones iguales con una anchura de clase de  $F_s/N$ . Digamos que  $n$  es el número de la clase en la que se alcanza el percentil  $P_k$ . La clase  $n$  incluye los niveles de salida del flickermetro comprendidos entre  $(n-1) F_s/N$ , el cual es excedido por  $y_{n-1}$  por ciento de las muestras y  $nF_s/N$ , que es excedido por  $y_n$  por cien de las muestras.

Por interpolación lineal, el percentil  $P_k$  correspondiente a  $y_k$  por ciento es:

$$P_k = \frac{F_s}{N} [n - (y_k - y_n) / (y_{n-1} - y_n)]$$

#### A.3.2 Interpolación no lineal

La interpolación no lineal se debe emplear cuando la interpolación lineal no da la suficiente precisión. El procedimiento recomendado es el de ajustar una fórmula cuadrática a los niveles correspondientes a tres clases consecutivas de la función acumulada de probabilidad CPF (del inglés < Cumulative Probability Function > ).

El nivel de CPF se obtiene de la siguiente relación:

$$P_k = \frac{F_s}{N} [n - 1 + \frac{1}{2H_2} (H_1 - \sqrt{H_3})]$$

donde

$F_s/N$  es el ancho de clase

$H_1$  es igual a  $3/2 y_{n-1} - 2 y_n + 1/2 y_{n+1}$

$H_2$  es igual a  $1/2 y_{n-1} - y_n + 1/2 y_{n+1}$

$H_3$  es igual a  $H_1^2 - 4 H_2 (y_{n-1} - y_n)$

donde  $y_n$  es el porcentaje de probabilidad correspondiente a la clase  $n$  (véase apartado A.3.1).

#### A.3.3 Extrapolación de la ordenada en el origen

Puede suceder que uno o más percentiles de interés,  $P_k$ , sigan dentro de la primera clase de clasificación. La experiencia ha demostrado que la interpolación entre cero y el punto final de la primera clase da unos resultados poco satisfactorios, a causa de que esto presupone que el nivel cero será sobrepasado con el 100% de probabilidad. En la práctica, una función típica de probabilidad acumulada puede interceptar el eje de probabilidad por debajo del nivel de 100%, en cuyo caso se desplaza verticalmente hacia arriba en el eje. Una manera de reducir errores en esta zona es la de extrapolar la función acumulada de probabilidad hacia el eje y para determinar un pseudo-valor de intersección  $y_0$ . Un algoritmo válido para determinar  $y_0$  es:

$$y_0 = (3y_1 - 3y_2 + y_3)$$

### A.3.4 Clasificación no lineal

Un clasificador puede ser utilizado de una manera más eficaz y precisa si los intervalos de clase son graduados en anchura. Por ejemplo, la utilización de una clasificación logarítmica permite habitualmente la utilización de una interpolación lineal, evita el cálculo de una ordenada en el origen y permite disponer de una dinámica de señales de entrada suficiente que evita el empleo de selectores de gamas. Otra forma de proceder es el de utilizar un clasificador lineal en la salida 3 del flickermetro, pero necesita al menos una selección de gamas.

### A.4 Ensayos de las características de funcionamiento

Cada flickermetro, con su clasificador, deberá ser sometido a los trenes regulares de cambios de tensión rectangular que se especifican en la tabla A.1 siguiente:

**Tabla A.1**  
**Especificaciones de ensayos para el clasificador del flickermetro**

<b>Cambios por minuto</b>	<b>Variaciones de tensión <math>\Delta V/V\%</math></b>
1	2,724
2	2,211
7	1,459
39	0,906
110	0,725
1 620	0,402

En cada caso, la severidad del flicker,  $P_{st}$ , deberá ser de  $1,00 \pm 0,05$ .

Además, el fabricante determinará la gama de la magnitud de los cambios de tensión para los que los valores de los correspondientes  $P_{st}$  están dentro del margen de precisión del 5%.

Para hacer estos ensayos, se deberá obtener el valor del  $P_{st}$  para cada valor dado en la tabla, manteniendo la frecuencia de repetición de los cambios de tensión y aumentando o disminuyendo los valores de  $\Delta V/V\%$  que figuran en la misma.

Si por ejemplo, a una frecuencia de repetición de siete cambios por minuto, las variaciones de tensión se incrementan por un factor de 3 de 1,459% a 4,377%, el incremento del  $P_{st}$  debería ser de  $1,00 \pm 5\%$  a  $3,00 \pm 5\%$ .

La gama para el cual se mantiene la precisión del  $\pm 5\%$  es la gama de trabajo del clasificador.

Si el flickermetro emplea gamas de sensibilidad seleccionables, los ensayos se deberán efectuar sobre cada uno de ellas.

## ANEXO ZA (Normativo)

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

En el caso de aquellas Norma Internacionales modificadas por las modificaciones comunes de CENELEC, indicado por (mod), se ha de tener en cuenta la EN o HD apropiada.

<b>Norma CEI</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>EN/HD</b>	<b>Fecha</b>	<b>Norma UNE correspondiente<sup>1)</sup></b>
68-2-2	1974	Ensayos fundamentales climáticos y de robustez mecánica. Parte 2: Ensayos. Ensayo B: Calor seco	EN 60068-2-2 <sup>2)</sup>	1993	20 501-2-2:1978
68-2-3	1969	Parte 2: Ensayos. Ensayo Ca: Calor húmedo. Ensayo continuo	HD 323.2.3 S2 <sup>3)</sup>	1987	20 501-2-3:1986
68-2-14	1984	Parte 2: Ensayos. Ensayo N. Variación de la temperatura	HD 323.2.14 S2 <sup>4)</sup>	1987	20 501-1-14:1994
255-8	1978	Relés eléctricos. Parte 8: Relés eléctricos térmicos	-	-	21 138-8:1983
555-3	1982	Perturbaciones producidas en las redes de alimentación por los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos. Parte 3: Fluctuaciones de tensión	EN 60555-3	1987	21 806-3:1990 + 21 806-3 ER:1991
801-2	1984	Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 2: Prescripciones relativas a las descargas electrostáticas	HD 481.2 S1 <sup>5)</sup>	1987	20 801-2:1994
801-3	1984	Parte 3: Requisitos relativos a los campos electromagnéticos radiados	HD 481.3 S1	1987	20 801-3:1994

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

2) EN 60068-2-2 comprende el complemento A:1976 a la CEI 68-2-2.

3) HD 323.2.3 S2 comprende A1:1984 a la Norma CEI 68-2-3.

4) HD 323.2.14 S2 comprende A1:1986 a la Norma CEI 68-2-14.

5) HD 481.2 S1 ha sido sustituida por la EN 60801-2:1993, basada en la Norma CEI 801-2:1991.



---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección Fernández de la Hoz, 52  
28010 Madrid-España

Teléfono (91) 432 60 00

Telefax (91) 310 36 95

Telegrama AENOR

**AENOR AUTORIZA EL USO DE ESTE DOCUMENTO A UNIVERSIDAD DE VIGO**