

Abril 1999

TÍTULO

Compatibilidad electromagnética (CEM)

Parte 4: Técnicas de ensayo y medida

Sección 15: Medidor de flicker. Especificaciones funcionales y de diseño

Norma básica de CEM

Electromagnetic compatibility (EMC). Part 4: Testing and measurement techniques. Section 15: Flickermeter. Functional and design specifications.

Compatibilité électromagnétique (CEM). Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 15: Flickermètre. Spécifications fonctionnelles et de conception.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61000-4-15 de abril 1998, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 61000-4-15:1997.

OBSERVACIONES

ANTECEDENTES

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

ICS 33.100

Descriptor: Compatibilidad, ensayo, ensayo de tipo, técnica de medida, instrumento de medida, diseño, evaluación, especificación.

Versión en español

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4: Técnicas de ensayo y medida
Sección 15: Medidor de flicker. Especificaciones funcionales y de diseño
Norma básica de CEM
(CEI 61000-4-15:1997)

Electromagnetic compatibility (EMC).
Part 4: Testing and measurement techniques. Section 15: Flickermeter. Functional and design specifications.
(IEC 61000-4-15:1997)

Compatibilité électromagnétique (CEM).
Partie 4: Techniques d'essai et de mesure. Section 15: Flickermètre. Spécifications fonctionnelles et de conception.
(CEI 61000-4-15:1997)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Teil 4: Prüf- und Meßverfahren. Hauptabschnitt 15: Flickermeter Funktionsbeschreibung und Auslegungsspezifikation.
(IEC 61000-4-15:1997)

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1998-04-01. 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, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, 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

ANTECEDENTES

El texto del documento 77A/180/FDIS, futura edición 1 de la Norma CEI 61000-4-15, preparado por el SC 77A de CEI, *Fenómenos de baja frecuencia*, del TC 77 de CEI *Compatibilidad Electromagnética*, fue sometido a voto paralelo CEI-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como Norma EN 61000-4-15 en 1998-04-01.

Se fijaron las siguientes fechas:

- | | | |
|--|-------|------------|
| – Fecha límite en la que la EN debe ser adoptada en el ámbito nacional por publicación de una norma nacional idéntica o por ratificación | (dop) | 1999-01-01 |
| – Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes | (dow) | 2001-01-01 |

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 61000-4-15:1997 fue aprobado por CENELEC como norma europea sin ninguna modificación.

ÍNDICE

	Páginas
INTRODUCCIÓN	6
Capítulos	
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	7
3 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO	8
3.1 Generalidades.....	8
3.2 Bloque 1 – Adaptador de la tensión de entrada y circuito para comprobación de calibración	8
3.3 Bloque 2 – Demodulador cuadrático.....	8
3.4 Bloques 3 y 4 – Filtros de ponderación, cuadrático y de alisado	9
3.5 Boque 5 – Análisis estadístico en tiempo real	9
3.6 Salidas	10
4 ESPECIFICACIÓN.....	10
4.1 Respuesta analógica	10
4.2 Transformador de entrada.....	12
4.3 Adaptador de tensión.....	12
4.4 Generador interno de comprobación de la calibración	12
4.5 Demodulador cuadrático.....	13
4.6 Filtros de ponderación	13
4.7 Respuesta global desde la entrada a la salida del bloque 3	13
4.8 Selector de márgenes	13
4.9 Multiplicador cuadrático y filtro de desplazamiento de media.....	14
4.10 Procedimiento general de análisis estadístico	
4.11 Márgenes de temperatura y humedad para el funcionamiento del instrumento	14
5 ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO	15
6 ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO DE TIPO Y DE LA CALIBRACIÓN.....	16
6.1 Generalidades.....	16
6.2 Ensayos de aislamiento y compatibilidad electromagnética (provisional)	16
6.3 Ensayos climáticos	16
FIGURAS	
1 Diagrama funcional del medidor de flicker de la UIE	20
2 Ilustración básica del método de «permanencia a un nivel dado».....	21
ANEXO A TÉCNICAS PARA MEJORAR LA PRECISIÓN DE LA EVALUACIÓN DE FLICKER	22

INTRODUCCIÓN

La Norma CEI 61000-4 es una parte de la serie CEI 61000, 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 la que no están bajo la responsabilidad de los comités de producto)

Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida

Técnicas de medida

Técnicas de ensayo

Parte 5: Guías de instalación y atenuación

Guías de instalación

Métodos y dispositivos de atenuación

Parte 6: Normas genéricas

Parte 9: Varios

Cada parte se subdivide en secciones que serán publicadas como normas internacionales o como informes técnicos.

Estas secciones de la CEI 61000-4 serán publicadas en orden cronológico y numeradas en consecuencia.

Compatibilidad electromagnética (CEM)
Parte 4: Técnicas de ensayo y medida
Sección 15: Medidor de flicker. Especificaciones funcionales y de diseño
Norma básica de CEM

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta sección de la CEI 61000-4 ofrece especificaciones funcionales y de diseño para aparatos de medida de flicker previstas para indicar el nivel de percepción de flicker correcto para todas las formas de onda de fluctuaciones de tensión que se encuentran en la práctica. La información se presenta para permitir la construcción de dicho aparato. Se da un método para la evaluación de la severidad de flicker basado en la salida de un medidor de flicker que cumpla con esta norma.

Esta sección se basa en especificaciones preparadas por el grupo de trabajo de "Perturbaciones" de la Unión Internacional de Electrotermia (UIE) y publicadas en 1992. En consecuencia, las especificaciones del medidor de flicker en esta sección se refieren sólo a medidas de entradas a 230 V y 50 Hz; especificaciones para otras tensiones y otras frecuencias se encuentran bajo consideración.

El objeto de esta sección es proporcionar información básica para el diseño y la realización de un aparato medidor de flicker analógico o digital. No da valores límite de tolerancia para la severidad de flicker.

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 y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

CEI 60068-2-1:1990 – *Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo A: Frío.*

CEI 60068-2-2:1974 – *Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo B: Calor seco.*

CEI 60068-2-3:1969 – *Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo Ca: Calor húmedo, régimen permanente.*

CEI 60068-2-14:1984 – *Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo N: Variaciones de temperatura.*

CEI 61000-3-3:1994 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 3: Límites de las fluctuaciones de tensión y del flicker en redes de baja tensión para los equipos con corriente de entrada ≤ 16 A.*

CEI 61000-4-2:1995 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas.*

CEI 61000-4-3:1995 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3: Ensayo de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados en radiofrecuencia.*

CEI 61000-4-4:1995 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 4: Ensayo de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.*

CEI 61000-4-5:1995 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 5: Ensayo de inmunidad a las ondas de choque.*

CEI 61000-4-6:1996 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 6: Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia.*

CEI 61000-4-8:1993 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 8: Ensayos de inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia industrial.*

CEI 61000-4-9:1993 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 9: Ensayo de inmunidad a los campos magnéticos impulsionales.*

CEI 61000-4-11:1994 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 11: Ensayo de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión.*

CEI 61000-4-12:1995 – *Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 12: Ensayo de inmunidad a ondas oscilatorias.*

CEI 61010-1:1990 – *Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Parte 1: Requisitos generales.*

CEI 61326-1:1997 – *Equipos eléctricos para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 1: Requisitos generales.*

CEI 61326-10 – *Equipos eléctricos para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 10: Requisitos particulares para equipos utilizados en localizaciones industriales.*

3 DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO

3.1 Generalidades

La descripción dada a continuación corresponde a una implementación analógica.

La arquitectura de un medidor de flicker se describe en el diagrama de bloques de la figura 1 y puede dividirse en dos partes, cada una de las cuales realiza una de las siguientes tareas:

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

La primera tarea la realizan los bloques 2, 3 y 4 de la figura 1, mientras que la segunda tarea la lleva a cabo el bloque 5.

3.2 Bloque 1 – Adaptador de la tensión de entrada y circuito para comprobación de calibración

Este bloque contiene un generador de señal para comprobar la calibración del medidor de flicker en servicio y un circuito adaptador de tensión que escala el valor eficaz medio de la tensión de frecuencia de red a la entrada a un nivel de referencia interno. De esta manera, las medidas de flicker pueden hacerse independientemente del nivel real de la tensión de entrada y expresarse en relación porcentual. Las tomas del transformador de entrada establecen márgenes de la tensión de entrada adecuados para mantener la señal de entrada al adaptador de tensión dentro de su margen permisible.

NOTA – En instrumentos digitales la adaptación de tensión puede llevarse a cabo multiplicando la tensión instantánea de entrada por 230 V divididos por el valor medio de la tensión de entrada real promediada a lo largo de 60 s.

3.3 Bloque 2 – Demodulador cuadrático

El propósito de este bloque es recuperar la fluctuación de tensión elevando al cuadrado la tensión de entrada escalada al nivel de referencia y, por tanto, simulando el comportamiento de una lámpara.

3.4 Bloques 3 y 4 – Filtros de ponderación, cuadrático y de alisado

El bloque 3 se compone de dos filtros dispuestos en cascada y un selector de margen para la medida, el cual puede preceder o seguir al circuito de filtros selectivos.

El primer filtro elimina las componentes de corriente continua y de rizado a frecuencia doble de la red de la salida del demodulador.

El segundo filtro es un bloque de filtros de ponderación que simulan la respuesta en frecuencia a las fluctuaciones sinusoidales de tensión de una lámpara de gas con filamento enrollado (60 W – 230 V) en combinación con el sistema de visión humano. La función respuesta está basada en el umbral de perceptibilidad encontrado a cada frecuencia por el 50% de las personas sometidas a prueba.

NOTA – Una lámpara de filamento de referencia para sistemas de 100-130 V tendría una diferente respuesta en frecuencia y requeriría el correspondiente ajuste del filtro de ponderación. Las características de las lámparas de descarga son totalmente diferentes y serían necesarias modificaciones substanciales a esta norma si se tuvieran en cuenta.

El bloque 4 está compuesto por un multiplicador cuadrático y un filtro de primer orden paso bajo. La sensación de flicker humana vía lámpara, ojo y cerebro está simulada por la respuesta no lineal combinada de los bloques 2, 3 y 4.

El bloque 3, independientemente, está basado en la curva de perceptibilidad límite para fluctuaciones de tensión sinusoidales; la ponderación correcta de fluctuaciones no sinusoidales y estocásticas se logra por una elección adecuada de la función de transferencia compleja de los bloques 3 y 4. Consecuentemente, el funcionamiento correcto del modelo ha sido comprobado también con señales rectangulares periódicas así como con señales transitorias.

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

3.5 Bloque 5 – Análisis estadístico en tiempo real

El bloque 5 incorpora un microprocesador que realiza un análisis estadístico en tiempo real del nivel de flicker, permitiendo así el cálculo directo de parámetros de evaluación significativos.

Un interfaz adecuado permite la presentación de los datos y su registro. El uso de este bloque está relacionado con métodos de medida de la severidad de flicker por análisis estadístico. El análisis estadístico, realizado en tiempo real por el bloque 5 se deberá hacer subdividiendo la amplitud de la señal de nivel de flicker en un número adecuado de clases. La señal de nivel de flicker es muestreada a una frecuencia constante.

Cada vez que aparece el valor apropiado, el contador de la clase correspondiente se incrementa en una unidad. De esta manera, se obtiene la función de distribución de frecuencias de los valores de entrada. Escogiendo una frecuencia de muestreo de como mínimo el doble de la máxima frecuencia de flicker, el resultado final al término del intervalo de medida representa la distribución de la duración del nivel de flicker en cada clase. Añadiendo el contenido de los contadores de todas las clases y expresando el valor del contador de cada clase relativo a la suma de los valores de los de todas las clases se obtiene la función densidad de probabilidad de los niveles de flicker.

De esta función se obtiene la función de probabilidad acumulada usada en el método estadístico permanente a un nivel dado. La figura 2 representa esquemáticamente el método de análisis estadístico, limitado, por simplicidad, a la presentación de 10 clases.

De la función de probabilidad acumulada, pueden obtenerse valores estadísticos significativos como el valor medio, la desviación típica, nivel de flicker excedido durante un porcentaje de tiempo dado o, alternativamente, el porcentaje de tiempo que se ha superado un nivel de flicker asignado.

El período de observación se define por dos intervalos de tiempo ajustables: T_{corto} y T_{largo} .

El intervalo largo define el tiempo de observación total y siempre es un múltiplo del intervalo corto.

$$(T_{\text{largo}} = n \times T_{\text{corto}})$$

En el procesado en tiempo real, inmediatamente después de la conclusión de cada intervalo de tiempo corto, comienza el análisis estadístico del siguiente intervalo y los resultados del intervalo ya transcurrido se hacen disponibles para la salida. De este modo, n análisis de tiempo corto estarán disponibles para un período de observación dado T_{largo} junto con los resultados del intervalo total. Las representaciones de la función de probabilidad acumulada preferiblemente se harán usando una escala de distribución normal Gaussiana.

3.6 Salidas

3.6.1 Generalidades. El diagrama del medidor de flicker de la figura 1 muestra un número de salidas entre los bloques 1 y 5. Las salidas marcadas con un asterisco no son esenciales, pero pueden permitir una explotación completa del potencial del instrumento para la investigación de las fluctuaciones de tensión. Salidas adicionales opcionales pueden considerarse.

3.6.2 Salida 1. El propósito de la salida opcional 1 y su voltímetro de valor eficaz asociado es mostrar la forma de onda de la fluctuación de tensión en términos de variaciones en el valor eficaz de la tensión de entrada. Esto puede conseguirse elevando al cuadrado, integrando entre pasos por cero de cada semiciclo y obteniendo la raíz cuadrada de la señal.

Con el propósito de observar pequeñas variaciones de tensión con una buena resolución, debería proveerse de un desplazamiento ajustable de corriente continua y de una rectificación.

3.6.3 Salida 2. La salida 2 es opcional y prevista principalmente para comprobar la respuesta del bloque 3 y realizar ajustes.

3.6.4 Salida 3. La salida 3 es opcional y da una indicación lineal instantánea de la variación de tensión relativa $\Delta V/V$ expresada como tanto por ciento equivalente de una modulación por una onda senoidal de 8,8 Hz. Esta salida es útil a la hora de seleccionar el margen adecuado para la medida.

3.6.5 Salida 4. La salida 4 es opcional y da la integral sobre un minuto de la sensación instantánea de flicker.

3.6.6 Salida 5. La salida 5 es obligatoria; representa la sensación instantánea de flicker y puede registrarse en un registrador de diagrama de barras para una rápida evaluación en servicio, o en cinta magnética para medidas de larga duración y para un posterior procesado.

3.6.7 Salida 6. La salida 6 en el bloque 5 es obligatoria y se conecta a un interfaz digital en serie adecuado para una impresora y un registrador de cinta magnética. Las representaciones analógicas de la función de probabilidad acumulada pueden obtenerse directamente de este bloque usando otro interfaz de conversión digital-analógica.

4 ESPECIFICACIONES

4.1 Respuesta analógica

La respuesta analógica global desde la entrada del instrumento a la salida del bloque 4 viene dada en las tablas 1 y 2 para fluctuaciones de tensión rectangulares y sinusoidales. La obtención del valor 1 a partir del bloque 4 corresponde al umbral de perceptibilidad humana del flicker de referencia. La respuesta está centrada en 8,8 Hz para la modulación senoidal.

La precisión prescrita se obtiene si los valores de entrada para modulaciones sinusoidales o rectangulares están dentro del $\pm 5\%$ de los valores tabulados, para una salida de una unidad de perceptibilidad.

Tabla 1
Respuesta del medidor de flicker normalizada para fluctuaciones de tensión sinusoidales
 (Fluctuación de tensión relativa de entrada $\Delta V/V$ para una unidad de perceptibilidad en la salida)

Hz	Fluctuación de tensión %	Hz	Fluctuación de tensión %
0,5	2,340	9,5	0,254
1,0	1,432	10,0	0,260
1,5	1,080	10,5	0,270
2,0	0,882	11,0	0,282
2,5	0,754	11,5	0,296
3,0	0,654	12,0	0,312
3,5	0,568	13,0	0,348
4,0	0,500	14,0	0,388
4,5	0,446	15,0	0,432
5,0	0,398	16,0	0,480
5,5	0,360	17,0	0,530
6,0	0,328	18,0	0,584
6,5	0,300	19,0	0,640
7,0	0,280	20,0	0,700
7,5	0,266	21,0	0,760
8,0	0,256	22,0	0,824
8,8	0,250	23,0	0,890
		24,0	0,962
		25,0	1,042

Tabla 2
Respuesta del medidor de flicker normalizada para fluctuaciones de tensión rectangulares
 (Fluctuación de la tensión relativa de entrada $\Delta V/V$ para una unidad de perceptibilidad en la salida)

Hz	Fluctuación de tensión %	Hz	Fluctuación de 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	0,376
5,5	0,269	17,0	0,413
6,0	0,249	18,0	0,452
6,5	0,231	19,0	0,498
7,0	0,217	20,0	0,546
7,5	0,207	21,0	0,586
8,0	0,201	22,0	0,604
8,8	0,199	23,0	0,680
		24,0	0,743

4.2 Transformador de entrada

El transformador de la tensión de entrada debe aceptar un amplio margen de tensiones de red nominales y adaptarlas al máximo nivel compatible con el funcionamiento de los circuitos siguientes. Las tensiones asignadas más comunes, suponiendo una desviación de -30% a +20%, se listan en la tabla 3.

Tabla 3
Márgenes de tensiones de entrada asignadas

Tensión de entrada asignada V (valor eficaz)	-30% V (valor eficaz)	+20% V (valor 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

El margen total prescrito deberá ser, por tanto, desde 40 V (valor eficaz) hasta 504 voltios (valor eficaz).

Es aconsejable mantener las variaciones de la tensión secundaria dentro de una desviación máxima de 1 a 3,5 veces. El transformador debería tener al menos dos tomas intermedias. Es conveniente que la relación de transformación de primario a secundario fuese de $504/V_R$ y de $276/V_R$ y $138/V_R$ para las tomas intermedias, donde V_R es el valor de tensión de referencia.

El ancho de banda de paso de la etapa de entrada del medidor de flicker no debería introducir una atenuación significativa hasta al menos 700 Hz.

El aislamiento entre el devanado primario y las demás partes no conectadas a él debe ser capaz de resistir 2 kV de valor eficaz durante 1 min. Se debe proveer un apantallamiento electrostático adecuadamente conectado entre devanados.

4.3 Adaptador de tensión

Este circuito deberá mantener el valor eficaz de la tensión de 50 Hz modulada a la entrada del bloque 2, a un valor de referencia constante V_R de acuerdo con la especificación del transformador de entrada, sin modificar la fluctuación relativa de modulación. Deberá tener un tiempo de respuesta (10% al 90% del valor final) a una variación en escalón del valor eficaz de entrada igual a 1 min. El margen de funcionamiento del circuito deberá ser suficiente para asegurar una reproducción correcta de las fluctuaciones de la tensión de entrada creadoras de flicker.

4.4 Generador interno de comprobación de la calibración

El generador interno debe suministrar una onda senoidal a la frecuencia de red, modulada por una fluctuación de tensión rectangular de frecuencia $(50/17)$ Hz = 2,94 Hz.

La comprobación se debe hacer por medio de una indicación que muestre concordancia con una marca o valor de referencia. Las características significativas de este circuito son las siguientes:

- onda portadora en fase con la red de alimentación;
- tasa de modulación en $\Delta V/V = 1\%$;
- nivel de la portadora adecuado para todos los márgenes de medida;
- precisión de la frecuencia de modulación de 1%.

4.5 Demodulador cuadrático

Este circuito, incluido en el bloque 2, debe dar como componente de su salida una tensión proporcional a la amplitud de la fluctuación de modulación de la entrada. El margen de funcionamiento de entrada del demodulador debe ser capaz de aceptar hasta el 150% del valor de referencia V_R .

4.6 Filtros de ponderación

Estos filtros, incluidos en el bloque 3, se usan para:

- eliminar la componente de corriente continua y la componente a dos veces la frecuencia de red presente en la salida del demodulador (la amplitud de las componentes a frecuencias superiores es despreciable);
- ponderar la fluctuación de tensión de acuerdo con la sensibilidad del sistema lámpara-ojo-cerebro.

El filtro para la supresión de las componentes indeseables incorpora una sección de paso alto de primer orden (la frecuencia de corte de 3 dB sugerida está alrededor de los 0,05 Hz) y una sección de paso bajo, para la cual se sugiere un filtro Butterworth de sexto orden con una frecuencia de corte de 35 Hz a 3 dB.

Esta sugerencia tiene en cuenta el hecho de que la componente al doble de la frecuencia de red también se atenúa por el filtro de ponderación del bloque 3. Un filtro de rechazo de banda sintonizado a esta frecuencia también puede añadirse para aumentar la resolución, pero no deberá afectar significativamente a la respuesta del instrumento a frecuencias dentro del ancho de banda de medida.

4.7 Respuesta global desde la entrada a la salida del bloque 3

Suponiendo que el filtro supresor de portadora definido anteriormente tiene una influencia despreciable en el ancho de banda de frecuencia asociado a las señales de fluctuación de tensión, una adecuada función de transferencia para el bloque 3 es de la forma:

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

donde s es la variable compleja de Laplace. Unos valores indicativos de los parámetros se listan a continuación:

$$\begin{array}{ll} k &= 1,748\ 02 & \lambda &= 2\ \pi\ 4,059\ 81 \\ \omega_1 &= 2\ \pi\ 9,154\ 94 & \omega_2 &= 2\ \pi\ 2,279\ 79 \\ \omega_3 &= 2\ \pi\ 1,225\ 35 & \omega_4 &= 2\ \pi\ 21,9 \end{array}$$

NOTA – La precisión global se logra cumpliendo con las especificaciones de ensayo de la sección 5.

4.8 Selector de márgenes

El selector de márgenes determina la sensibilidad del instrumento, variando la ganancia de acuerdo con la amplitud de la fluctuación de tensión a medir.

Los márgenes de medida expresados como variación de tensión relativa $\Delta V/V$ para una modulación de onda senoidal de 8,8 Hz son 0,5; 1; 2; 5; 10; 20%.

El margen del 20% es opcional, puesto que a grandes profundidades de modulación, la no linealidad del demodulador puede introducir errores significativos.

Si no se implementa un margen intermedio, entonces la resolución del instrumento deberá incrementarse para asegurar unas prestaciones equivalentes en el alcance ausente.

4.9 Multiplicador cuadrático y filtro de desplazamiento de media

El bloque 4 realiza dos funciones:

- elevación al cuadrado de la señal de flicker ponderada para simular la percepción no lineal del sistema ojo-cerebro;
- desplazamiento de la media de la señal para simular el efecto de almacenamiento en el cerebro.

El operador cuadrático deberá tener unos márgenes de funcionamiento de entrada-salida suficientes para situar el nivel admisible de flicker a 8,8 Hz.

El operador de desplazamiento de media deberá tener la función de transferencia de un filtro resistivo/capacitivo de primer orden de paso bajo con una constante de tiempo de 300 ms.

4.10 Procedimiento general de análisis estadístico

El bloque 5 realiza el análisis que expresa la salida del bloque 4 en forma digital con, como mínimo, 6 bits de resolución y usando, al menos, 64 clases. La frecuencia de muestreo mínima es de 50 muestras por segundo.

La relación entre el selector del margen y el nivel correspondiente a la clase más alta de la función de probabilidad acumulada resultante de la clasificación se indica en la tabla siguiente.

Tabla 4
Relación entre los valores del selector de margen y los niveles de sensación

$\frac{\Delta V}{V}$ (%)	Niveles de sensación en unidades de umbral de perceptibilidad
0,5	4
1	16
2	64
5	400
10	1 600
20	6 400

T_{corto} puede seleccionarse entre 1 min, 5 min, 10 min y 15 min

T_{largo} deberá ser un múltiplo entero del valor seleccionado para T_{corto} hasta, al menos, 1 008 correspondiente a 7 días con un valor de T_{corto} de 10 min.

4.10.1 Evaluación del flicker a corto plazo. La medida de la severidad del flicker basada en un período de observación $T_{\text{st}} = 10$ min se denomina P_{st} y se calcula a partir de las estadísticas nivel-tiempo obtenidas del clasificador de nivel en el bloque 5 del medidor de flicker. Se emplea la siguiente fórmula:

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

donde los percentiles $P_{0,1}$, P_1 , P_3 , P_{10} y P_{50} son los niveles de flicker excedidos a lo largo del 0,1; 1; 3; 10 y 50% del tiempo durante el período de observación. El sufijo s en la fórmula indica que debería usarse el valor alisado; los cuales se obtienen usando 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 0,3 s en memoria en el medidor de flicker asegura que $P_{0,1}$ no puede cambiar abruptamente y no se requiere alisado para este percentil.

4.10.2 Evaluación del flicker a largo plazo. El período de 10 min a lo largo del cual se basa la evaluación de la severidad del flicker a corto plazo es adecuado para evaluar las perturbaciones causadas por fuentes individuales con un ciclo de trabajo breve. Donde deba tenerse en cuenta el efecto combinado de varias cargas perturbadoras funcionando aleatoriamente (ej. máquinas soldadoras, motores) o cuando las fuentes de flicker con ciclo de trabajo largo y variable (ej. hornos de arco) deben considerarse, es necesario proporcionar un criterio para la evaluación de la severidad de flicker a largo plazo. Con este fin, la severidad del flicker a largo plazo P_{lt} deberá calcularse a partir de los valores de severidad a corto plazo, P_{sti} , a lo largo de un período de tiempo apropiado relacionado con el ciclo de trabajo de la carga o un período a lo largo del cual un observador puede reaccionar al flicker, ej., unas pocas horas, usando la fórmula:

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

donde P_{sti} ($i = 1, 2, 3, \dots$) son lecturas consecutivas de la severidad del flicker a corto plazo, P_{st} .

4.11 Márgenes de temperatura y humedad para el funcionamiento del instrumento

- 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%.

5 ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO

Cada medidor de flicker, con su clasificador, deberá someterse a series regulares de variaciones de tensión rectangulares dadas en la tabla 5, a continuación:

Tabla 5
Especificaciones de ensayo para el clasificador del medidor de flicker

Variaciones por minuto	Variaciones de tensión $\frac{\Delta V}{V}$ (%)
1	2,72
2	2,21
7	1,46
39	0,905
110	0,725
1 620	0,402

En cada caso, la severidad del flicker, P_{st} , deberá ser $1,00 \pm 0,05$ (véase 4.10.1).

Además, el fabricante debe determinar el margen de la magnitud de las variaciones de tensión para los cuales los correspondientes valores de P_{st} se dan con una precisión del 5% o mejor.

Para realizar estos ensayos, la magnitud de $\Delta V/V$ (%) dada en la tabla deberá incrementarse y disminuirse manteniendo constante la tasa de repetición y se deberá obtener el valor de P_{st} .

Si, por ejemplo, a una tasa de repetición de siete variaciones por minuto, las variaciones de la tensión de entrada se incrementan en un factor de 3 desde 1,36% hasta 4,38%, entonces el P_{st} se debería incrementar desde $1,0 \pm 5\%$ hasta $3,0 \pm 5\%$.

El margen a lo largo del cual la precisión de 5% se mantiene es el margen de trabajo del clasificador.

Si se emplean márgenes seleccionables para la sensibilidad en el medidor de flicker, entonces deberían realizarse ensayos parecidos para cada margen.

NOTA – Las respuestas del medidor de flicker a armónicos fluctuantes y a la modulación de fase está bajo consideración.

6 ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO DE TIPO Y DE LA CALIBRACIÓN

6.1 Generalidades

La comprobación individual de todos los elementos no es necesaria generalmente, únicamente se debe verificar la respuesta global de entrada-salida hasta el bloque 4 para fluctuaciones de tensión rectangulares y sinusoidales, con referencia a las tablas 1 y 2. Adicionalmente, se debe ensayar el análisis estadístico (bloque 5) de acuerdo con el capítulo 5 y la tabla 5.

Los ensayos se deben hacer variando la amplitud de la modulación de entrada de forma que el valor de pico de la lectura de salida sea de una unidad.

Si las amplitudes de la modulación de entrada obtenidas para el instrumento sometido a ensayo coinciden con los valores especificados (con una tolerancia máxima del $\pm 5\%$), se demuestra la conformidad con esta especificación.

6.2 Ensayo de aislamiento y compatibilidad electromagnética (provisional)

Los ensayos de aislamiento se dan en la tabla 6 para las conexiones de entrada y de alimentación.

Los ensayos prescritos para evaluar la inmunidad del instrumento a perturbaciones electromagnéticas se resumen en la tabla 7. Esta tabla contiene referencias a publicaciones CEI existentes. Algunos de estos ensayos están todavía bajo consideración por los subcomités 77A y 77B de la CEI.

Estos ensayos han sido prescritos bajo la presunción de que la referencia común de potencial cero de la circuitería electrónica está conectada a la carcasa y a tierra.

Los ensayos numerados del 1 al 5 deberán realizarse a las conexiones de entrada y de alimentación, el ensayo número 6 únicamente a la alimentación y los ensayos del 7 al 10 al instrumento en su conjunto.

Los niveles de severidad de los ensayos han sido elegidos suponiendo que durante el uso normal del instrumento, sus salidas están conectadas a equipos externos usando cables cortos y blindados.

Para todos los ensayos y durante la aplicación de las perturbaciones, se debe comprobar el correcto funcionamiento del instrumento, verificando un mínimo de 5 puntos de la respuesta adecuadamente espaciados.

6.3 Ensayos climáticos

Los procedimientos para los ensayos climáticos son aquellos definidos en CEI 60068, complementados por las indicaciones dadas a continuación,

– Condiciones atmosféricas normales de ensayo:

temperatura:	15 °C a 35 °C;
humedad relativa:	45% a 75%;
presión:	86 kPa a 106 kPa.

- Secuencia y tipo de ensayos:
 - a) Calor seco: CEI 60068-2-2 Ensayo Bd¹⁾²⁾
 - b) Calor húmedo: CEI 60068-2-3 Ensayo C²⁾
 - c) Frío: CEI 60068-2-1 Ensayo Ad¹⁾²⁾
 - d) Variaciones de temperatura: CEI 60068-2-14 Ensayo Nb²⁾
- Intervalo máximo entre los ensayos b) y c): 2h.
- Gradiente de temperatura máximo de la cámara de ensayo: 1 °C/min, promediado a lo largo de no más de 5 min.

Después de la finalización de cada ensayo, el funcionamiento correcto del instrumento deberá comprobarse en condiciones ambientales normales.

6.3.1 Ensayos con el instrumento sin funcionar y sin alimentar. Después de la finalización de cada ensayo, el funcionamiento correcto del instrumento deberá comprobarse en condiciones ambientales normales.

Ensayo de calor seco

- Temperatura: 55 °C ± 3 °C
- Duración: 24 h

Ensayo de frío

- Temperatura: -10 °C ± 3 °C
- Duración: 24 h

6.3.2 Ensayos con el instrumento en funcionamiento. Para todos los ensayos enumerados a continuación, el funcionamiento correcto deberá comprobarse para un mínimo de cinco puntos de la respuesta especificada, al principio, al final y en instantes intermedios durante el ensayo.

El tiempo de espera máximo entre los ensayos de calor húmedo y de frío no debe sobrepasar las 2 h.

Ensayo de calor seco

- Temperatura: 40 °C ± 3 °C
- Duración: 16 h

Ensayo de calor húmedo

- Temperatura: 40 °C ± 3 °C
- Duración: 24 h

Cuando la temperatura se haya estabilizado, la humedad relativa debe llevarse al 92,5% ± 2,5%.

Ensayo de frío

- Temperatura: 0 °C ± 3 °C
- Duración: 24 h

1) Condiciones de almacenamiento.
2) Condiciones de funcionamiento.

Ensayo de variación de la temperatura

- Temperatura inicial: 40 °C ± 3 °C
- Temperatura final: 0 °C ± 3 °C

La temperatura inicial debe permanecer estable durante 3 h antes de comenzar los ensayos de variación de temperatura.

El máximo gradiente de temperatura de la cámara de ensayo no debe exceder 1 °C/min promediado a lo largo de no más de 5 min.

Tabla 6
Ensayos de aislamiento para las conexiones de entrada y de alimentación

Ensayo nº	Ensayos de aislamiento		Notas	Modo de aplicación de la tensión de ensayo ¹⁾	
				a	b
1	Dieléctrico	kV eficaces	3)	2	–
2	Resistencia de aislamiento	kV c.c.	3)	0,5	–

Tabla 7
Ensayos de evaluación de la inmunidad a perturbaciones electromagnéticas

Ensa- yo nº	Ensayos de inmunidad ¹⁴⁾		Notas	Modo de aplicación de la tensión de ensayo ¹⁾		Criterio de aptitud a la función ¹³⁾	
				a	b		
1	Perturbacio- nes	Frecuencia de red	V (valor eficaz)	2)	250	–	A
2		Tensión de choque 1,2/50 µs (CEI 61000-4-5)	kV pico	5)	2	1	B
3		Perturbaciones conducidas inducidas por campos de radio-frecuencia > 9kHz (CEI 61000-4-6)	V (valor eficaz)	6)	10	–	A
4		Ondas oscilatorias a 1 MHz (CEI 61000-4-12)	kV pico	7)	1	0,5	B
5		Transitorios rápidos de baja energía (CEI 61000-4-4)	kV pico	8)	2	2	B
6		Interrupciones de tensión (CEI 61000-4-11)	ms horas	9)	10 2		A B
7	Campos electro- magnéticos	Descargas electrostáticas (CEI 61000-4-2)	kV	4)	8 aire, 4 contacto		A B
8		Frecuencia de red (CEI 61000-4-8)	A/m	10)	30		A
9		Impulso 8/20 µs (CEI 61000-4-9)	A/m pico	11)	300		B
10	Alta frecuencia radiada (desde 80 MHz hasta 1 000 MHz) (CEI 61000-4-3)	V/m	12)	10		A	

NOTAS EXPLICATORIAS A LAS TABLAS 6 Y 7:

- 1) Modo de aplicación de la tensión de ensayo:
 - a) Entre terminales de cada circuito y la carcasa del equipo puesto a tierra (modo común);
 - b) Entre terminales de cada circuito (modo diferencial).
- 2) Valor prescrito del tiempo necesario para extinguir el fallo; pueden adoptarse otros valores de acuerdo con las reglas nacionales de seguridad.
- 3) Para este ensayo, véase CEI 61010-1.
- 4) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-2.
- 5) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-5.
- 6) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-6.
- 7) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-12.
- 8) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-4.
- 9) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-11.
- 10) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-8.
- 11) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-9.
- 12) Para este ensayo, véase CEI 61000-4-3.
- 13) El fabricante debe proporcionar una descripción funcional y una definición de los criterios de funcionamiento, durante, o como consecuencia de, los ensayos de CEM, que será anotada en el informe de ensayo, basada en los siguientes criterios:

Criterio de funcionamiento A: Los aparatos deben continuar funcionando como estaba previsto. No se permite degradación de su funcionamiento o pérdida de función por debajo de un nivel de funcionamiento especificado por el fabricante, cuando el aparato se utiliza según su uso previsto. En algunos casos el nivel de funcionamiento puede reemplazarse por una pérdida permisible de funcionamiento. Si el nivel mínimo de funcionamiento o la pérdida permisible de funcionamiento no se especifican por parte del fabricante, entonces cualquiera de ellos puede deducirse de la documentación y descripción del producto y de lo que el usuario puede razonablemente esperar del aparato si se usa como está previsto.

Criterio de funcionamiento B: Los aparatos deben continuar funcionando como estaba previsto después del ensayo. No se permite degradación del funcionamiento o pérdida de función por debajo de un nivel de funcionamiento especificado por el fabricante, cuando el aparato se utilice según su uso previsto. En algunos casos, el nivel de funcionamiento puede reemplazarse por una pérdida permisible de funcionamiento. Durante el ensayo, sin embargo, se permite una degradación del funcionamiento. No está permitido ningún cambio del modo de funcionamiento en curso o de los datos almacenados. Si el nivel mínimo de funcionamiento o la pérdida permisible de funcionamiento no se especifican por parte del fabricante, entonces cualquiera de ellos puede deducirse de la documentación y descripción del producto y de lo que el usuario puede razonablemente esperar del aparato si se usa como está previsto.
- 14) A excepción del ensayo 6, los niveles de ensayo y los criterios de funcionamiento están de acuerdo con las Normas CEI 61326-1 y CEI 61326-10.

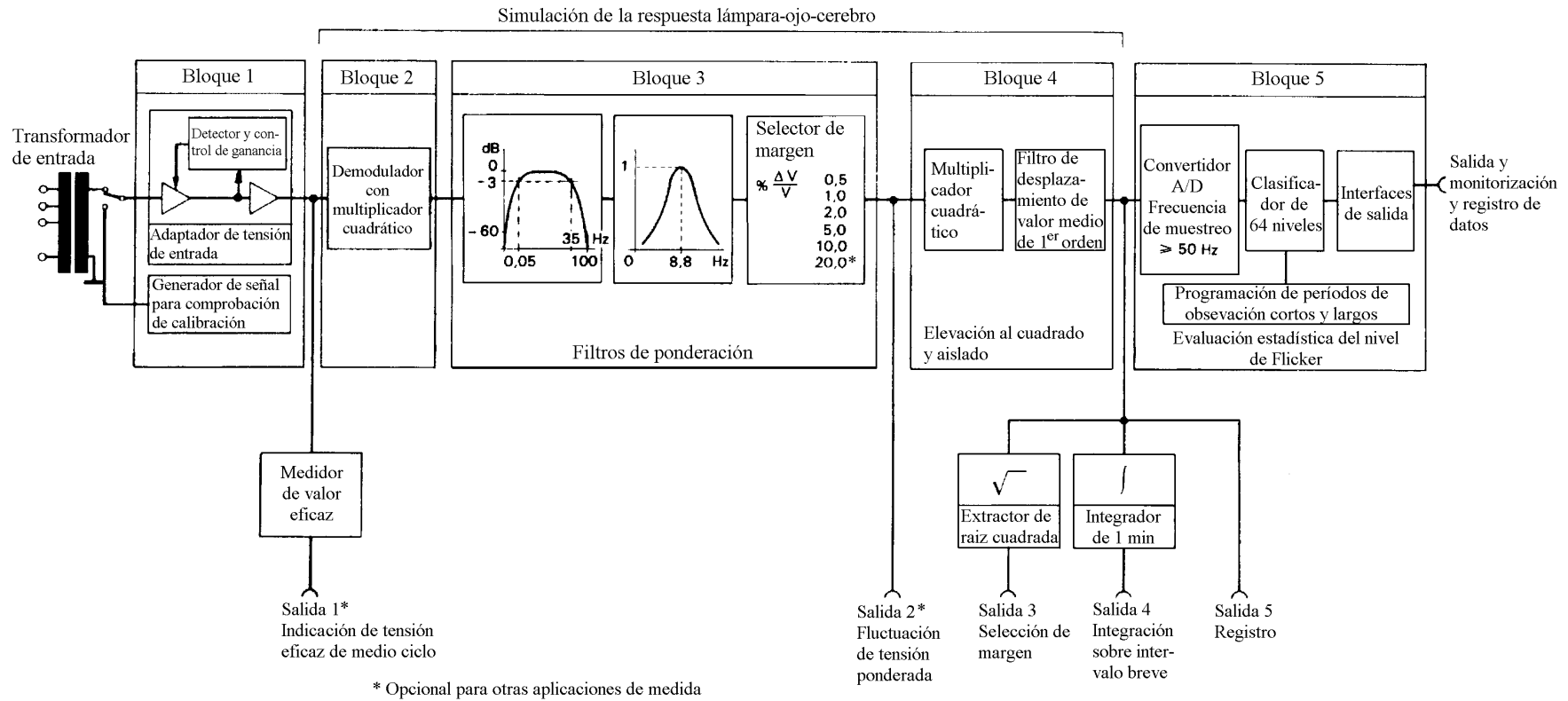


Fig. 1 – Diagrama funcional del medidor de flicker de la UIE

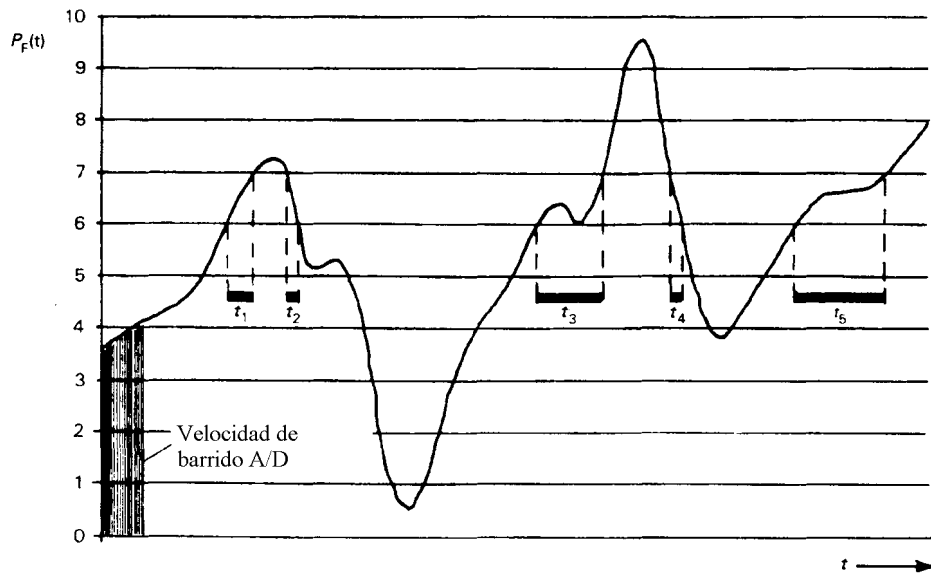


Fig. 2a – Nivel de flicker como función dependiente del tiempo. La permanencia de una señal en la clase número 7 se indica como ejemplo:

$$(T_7 = \sum_{i=1}^{i=5} t_i)$$

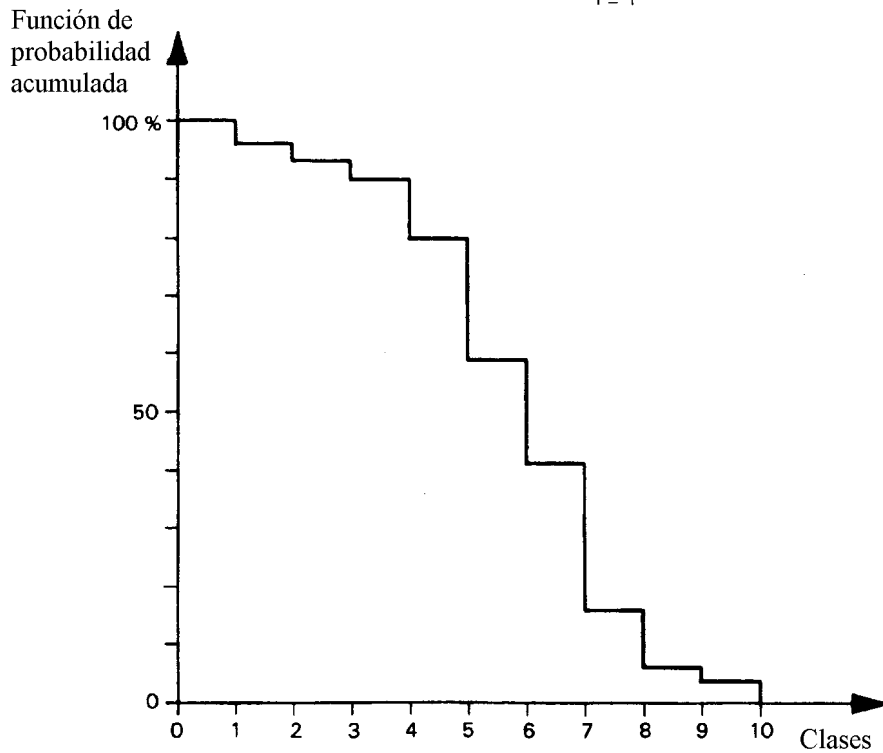


Fig. 2b – Función de probabilidad acumulada de la permanencia de la señal en las clases 1 a 10

Fig. 2 – Ilustración básica del método de «permanencia a un nivel dado»

ANEXO A (Normativo)

TÉCNICAS PARA MEJORAR LA PRECISIÓN DE LA EVALUACIÓN DEL FLICKER

Hay varias técnicas disponibles para conseguir una evaluación de flicker precisa en un amplio margen de condiciones.

Algunas de estas técnicas se dan a continuación. Cualquiera de ellas puede usarse sola o en combinación con las demás supuesto que la precisión especificada de $\pm 5\%$ se obtiene en un margen de profundidad de modulación de la tensión de entrada suficiente.

En la mayoría de los casos los valores de puntos de percentil particulares, P_k , requeridos para calcular P_{st} no corresponderán con una única clase y deberán deducirse mediante interpolación (o extrapolación) de las clases realmente disponibles.

A.1 Interpolación lineal

La clasificación lineal se hace de forma que la escala completa, F_s , del clasificador tenga N pasos discretos iguales dando una amplitud de clase de F_s/N . Sea n el número de la clase a la que pertenece el percentil P_k . La clase n comprende los niveles de salida del medidor de flicker entre $(n-1) F_s/N$, que es superado por el y_{n-1} por ciento de las muestras y nF_s/N , que es superado por el y_n por ciento de las muestras. Por interpolación lineal, el percentil P_k correspondiente al y_k por ciento de las muestras es:

$$P_k = \frac{F_s}{N} \left(n - \frac{y_k - y_{n-1}}{y_n - y_{n-1}} \right)$$

A.2 Interpolación no lineal

Cuando la interpolación lineal no da suficiente precisión, se debe utilizar interpolación no lineal. El procedimiento recomendado es adaptar una fórmula cuadrática a los niveles correspondientes a tres clases consecutivas de la función de probabilidad acumulada (CPF).

El nivel de CPF se obtiene de la relación:

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

donde

F_s/N es la amplitud de clase;

$$H_1 = 3/2 y_{n-1} - 2 y_n + 1/2 y_{n+1};$$

$$H_2 = 1/2 y_{n-1} - y_n + 1/2 y_{n+1};$$

$$H_3 = H_1^2 - 4 H_2 (y_{n-1} - y_n);$$

donde y_n es la probabilidad en tanto por ciento correspondiente a la clase n y así sucesivamente (véase A.1).

A.3 Intercepción de pseudo-cero

Puede suceder que uno o más percentiles de interés, P_k , queden en el intervalo de la primera clase del clasificador.

La experiencia ha demostrado que interpolar entre cero y el punto del límite superior de la primera clase da un pobre resultado, puesto que esto implica la suposición de que un nivel de cero se sobrepasará con una probabilidad del 100%. En la práctica, una función de probabilidad acumulada típica puede cruzar el eje de probabilidades bastante por debajo del valor del 100% y, entonces, desplazarse verticalmente sobre el eje. Una forma de reducir errores en esta región es extrapolar la función de probabilidad acumulada sobre el eje y para proporcionar un valor de intercepción de pseudo cero de y_0 . Un algoritmo adecuado para obtener y_0 es:

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

A.4 Clasificación no lineal

Un clasificador puede ser usado más eficientemente y con más precisión si los intervalos de clase se gradúan en anchura.

Por ejemplo, puede usarse una clasificación logarítmica lo que usualmente permite el uso de interpolación lineal, evita la necesidad de la extrapolación cero y permite cubrir el margen dinámico completo de las señales de entrada sin cambios de margen. Alternativamente, puede aplicarse un clasificador lineal a la salida 3 del medidor de flicker, pero esto aún requiere cierta selección de márgenes.

ANEXO ZA (Normativo)

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

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

NOTA – Cuando una norma internacional haya sido afectada por modificaciones comunes CENELEC, indicadas por (mod), se aplica el EN/HD correspondiente.

Norma Internacional	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente¹⁾
CEI 60068-2-1	1990	Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo A: Frío	EN 60068-2-1	1993	UNE-EN 60068-2-1:1996
CEI 60068-2-2	1974	Parte 2: Ensayos. Ensayo B: Calor seco	EN 60068-2-2 ²⁾	1993	UNE-EN 60068-2-2:1997
CEI 60068-2-3	1969	Parte 2: Ensayos. Ensayo Ca: Calor húmedo, régimen permanente	HD 323.2.3 S2 ³⁾	1987	–
CEI 60068-2-14	1984	Parte 2: Ensayos. Ensayo N: Variaciones de temperatura	HD 323.2.14 S2 ⁴⁾	1987	–
CEI 61000-3-3	1994	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	EN 61000-3-3 + Corr. Julio	1995 1997	UNE-EN 61000-3-3:1997
CEI 61000-4-2	1995	Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas	EN 61000-4-2	1995	UNE-EN 61000-4-2:1997
CEI 61000-4-3 (mod)	1995	Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3: Ensayo de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados en radiofrecuencia	EN 61000-4-3	1996	UNE-EN 61000-4-3:1998
CEI 61000-4-4	1995	Sección 4: Ensayo de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas	EN 61000-4-4	1995	UNE-EN 61000-4-4:1997

Norma Internacional	Fecha	Título	EN/HD	Fecha	Norma UNE correspondiente¹⁾
CEI 61000-4-5	1995	Sección 5: Ensayos de inmunidad a las ondas de choque	EN 61000-4-5	1995	UNE-EN 61000-4-5:1997
CEI 61000-4-6	1996	Sección 6: Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por los campos de radiofrecuencia	EN 61000-4-6	1996	UNE-EN 61000-4-6:1998
CEI 61000-4-8	1993	Sección 8: Ensayo de inmunidad a los campos magnéticos a frecuencia industrial	EN 61000-4-8	1993	UNE-EN 61000-4-8:1996
CEI 61000-4-9	1993	Sección 9: Ensayo de inmunidad a los campos magnéticos impulsionales	EN 61000-4-9	1993	UNE-EN 61000-4-9:1996
CEI 61000-4-11	1994	Sección 11: Ensayos de inmunidad a los huecos de tensión, interrupciones breves y variaciones de tensión	EN 61000-4-11	1994	UNE-EN 61000-4-11:1997
CEI 61000-4-12	1995	Sección 12: Ensayos de inmunidad a ondas oscilatorias	EN 61000-4-12	1995	UNE-EN 61000-4-12:1997
CEI 61010-1 (mod)	1990	Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en el laboratorio Parte 1: Requisitos generales.	EN 61010-1 ⁵⁾	1993	UNE-EN 61010-1:1996
CEI 61326-1	1997	Equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de CEM Parte 1: Requisitos generales	EN 61326-1 + Corr. Enero	1997 1998	–
CEI 61326-10	⁶⁾	Parte 10: Requisitos particulares para equipos utilizados en localizaciones industriales	–	–	–

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

2) La Norma EN 60068-2-2 incluye el suplemento A:1976 a la Norma CEI 60068-2-2.

3) El documento de armonización HD 323.2.3 S2 incluye A1:1984 a la Norma CEI 60068-2-2.

4) El documento de armonización HD 323.2.14 incluye A1:1986 a la Norma CEI 60068-2-14.

5) La Norma EN 61010-1 incluye A1:1992 a la Norma CEI 61010-1.

6) Por publicar.

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