

ERRORES MÁS FRECUENTES EN LOS ENSAYOS DE MEDIDA DE FLICKER.

La red eléctrica se puede representar mediante una fuente casi ideal en serie con una impedancia pequeña pero no nula que alimenta a una serie de cargas variables en el tiempo. Cualquier equipo eléctrico consume una intensidad variable según su modo de funcionamiento, pensemos por ejemplo en una batidora de varias velocidades, en un lavavajillas, o en una lavadora con sus distintos programas y ciclos de funcionamiento. Esta intensidad variable provoca también una variación de la tensión de alimentación en la carga, ya que se produce una caída de tensión variable en la impedancia de la fuente.

Las variaciones de tensión provocadas por el funcionamiento de los equipos eléctricos provocan variaciones del nivel de iluminación de las lámparas que a través del ojo son percibidas en el cerebro y que pueden resultar perjudiciales para la salud. En concreto la severidad del flicker o parpadeo de las lámparas depende de la amplitud de las variaciones de la tensión y de su velocidad, los efectos en la salud de las personas dependen de la magnitud de flicker, y pueden oscilar desde un simple aumento de la irritabilidad hasta un riesgo grave para la salud, particularmente para las personas propensas a la epilepsia.

Los equipos eléctricos y electrónicos que se conectan a la red de baja tensión deben superar ensayos de compatibilidad electromagnética que aseguren que las variaciones de tensión que producen en condiciones especificadas por su norma de ensayo sean inferiores a unos límites determinados.

La norma de referencia para los ensayos es la UNE-EN 61000-3-3, que establece como valor límite admisible para la severidad de flicker provocada por los receptores eléctricos un $P_{st}=1$. Esta norma establece también que los medidores de flicker deben cumplir la norma UNE-EN 61000-4-15, "Técnicas de ensayo y medida. Medidor de flicker: especificaciones funcionales y de diseño" de febrero de 2012.

En esta segunda norma se establecen los requisitos de calibración periódica de los medidores de flicker mediante la aplicación de variaciones rectangulares del valor eficaz de la tensión para distintas frecuencias y niveles de fluctuación de la tensión, con objeto de obtener siempre valores de $P_{st}=1$. La forma de onda de modulación empleada es cuadrada, y la columna de interés en España es la de 230 V-50 Hz. En la tabla siguiente se presentan los puntos de calibración.

Variaciones rectangulares por minuto CPM	Fluctuación de tensión %			
	Lámpara de 120 V Sistema de 50 Hz	Lámpara de 120 V Sistema de 60 Hz	Lámpara de 230 V Sistema de 50 Hz	Lámpara de 230 V Sistema de 60 Hz
1	3,178	3,181	2,715	2,719
2	2,561	2,564	2,191	2,194
7	1,694	1,694	1,450	1,450
39	1,045	1,040	0,894	0,895
110	0,844	0,844	0,722	0,723
1 620	0,545	0,548	0,407	0,409
4 000	3,426	No se requiere ensayo	2,343	No se requiere ensayo
4 800	No se requiere ensayo	4,837	No se requiere ensayo	3,263

NOTA 1 1 620 variaciones rectangulares por minuto corresponden a una frecuencia de modulación de onda cuadrada de 13,5 Hz.

NOTA 2 Para los ensayos según esta tabla, la primera variación de tensión se aplica dentro de los 5 s siguientes al comienzo de la evaluación de P_{st} . Los medidores de flicker que tienen un tiempo de pre-ensayo para cargar los filtros deberían indicar el momento de comienzo de la evaluación de P_{st} , de modo que la persona encargada de los ensayos pueda determinar el instante en el que empieza el patrón de modulación rectangular.

Tabla 1. Reproducción de la tabla 5 de la UNE-EN 61000-4-15 de 2012.

El laboratorio de metrología del LCOE en su sede de Getafe fue el primer laboratorio de España y uno de los primeros europeos en obtener la acreditación para calibrar medidores de flicker y fuentes con sus impedancias de referencia para la alimentación de estos sistemas de ensayos de compatibilidad electromagnética. Los puntos habituales de calibración, según el procedimiento del LCOE, son todos los de

la tabla anterior además de algunos adicionales para asegurar el buen funcionamiento del medidor del flicker en un campo amplio de medida.

Variaciones rectangulares por minuto, CPM	$f_{teórica}$ (Hz)	$dc_{teórico}$ (%)	$Pst_{teórico}$
1	0,00833	2,715	1,0000
2	0,01667	0,900	0,4108
2	0,01667	2,191	1,0000
7	0,05833	1,450	1,0000
39	0,32500	0,894	1,0000
110	0,91667	0,722	1,0000
1620	13,50000	0,407	1,0000
1620	13,50000	1,000	2,4570
1620	13,50000	2,500	6,1425
4000	33,33333	2,343	1,0000

Tabla 2. Puntos de calibración de los medidores de flicker en el LCOE.

Es de resaltar que el punto de calibración a frecuencia elevada (4000 CPM-cambios por minuto-), no existía en la versión antigua de la norma UNE-EN 61000-4-15 de 1999, y que por tanto muchos medidores de flicker pueden requerir de una actualización (de software o de hardware, según los equipos) si se quiere asegurar su funcionamiento según las normas actualmente en vigor.

Errores más frecuentes en las medidas de flicker:

- Actualización de software.

En muchos casos, y con objeto de satisfacer las necesidades de medida adicionales de las nuevas normas, los laboratorios de ensayo actualizan su software sin realizar una recalibración completa de todo el sistema de medida.

Esta práctica no es recomendable, ya que tiene en muchos casos consecuencias negativas sobre los ensayos realizados, ya que se puede comprobar posteriormente durante la siguiente recalibración como la modificación del software no resultaba apropiado para un modelo concreto de medidor, generalmente por ser un modelo antiguo, siendo necesaria finalmente, después de realizar muchos ensayos incorrectos, una posterior modificación o adaptación del software para seguir garantizando la exactitud de las medidas.

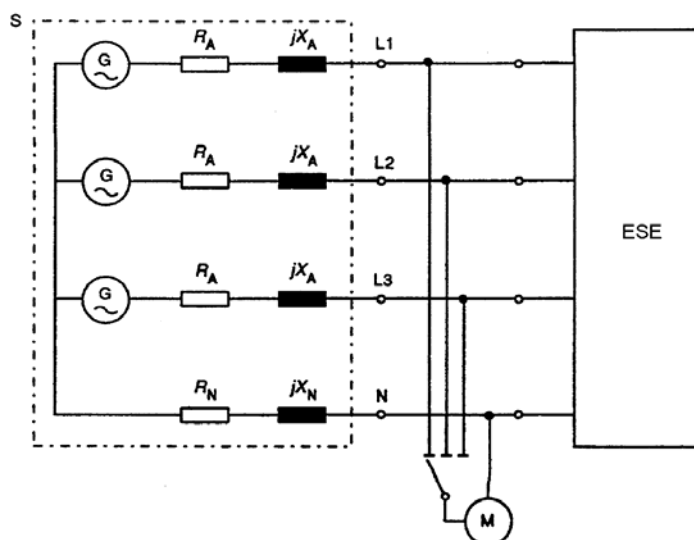
- Valor incorrecto de la impedancia de referencia.

En una instalación de ensayo de flicker, no sólo es necesario que el medidor de flicker esté calibrado, sino que también debe calibrarse el valor de la impedancia de referencia cuyo valor se debe ajustar a lo indicado en la norma UNE-EN 61000-3-3. Si el valor de la impedancia fuera mayor, la fluctuación de tensión y la severidad de flicker obtenida también serían mayores (o lo contrario si fuera menor). Esta impedancia de referencia puede ser electrónica, en cuyo caso va incorporada en la propia fuente de ensayo, o puede ser una impedancia física externa (resistencia + inductancia). Si la impedancia es externa hay que calibrarla junto con los cables de conexión y la propia fuente de alimentación ya que se trata de una impedancia muy pequeña cuyo valor se ve afectado por la propia impedancia interna de la fuente y también por la de los cables de conexión.

La incertidumbre expandida acreditada del LCOE para calibrar la impedancia de referencia es del 1% para la parte resistiva y del 2% para la inductiva.

- Conexión incorrecta del medidor de flicker.

El medidor de flicker es básicamente un voltímetro que se debe conectar en paralelo con el objeto en ensayo (ESE), ahora bien, surge la duda si se debe conectar en bornes de la fuente de alimentación (supuesta que esta fuente incluye la impedancia de referencia) o en bornes del objeto en ensayo, ya que la fuente y el objeto en ensayo están unidos por un cable que puede tener bastante longitud y por tanto una cierta impedancia.



Leyenda:

ESE: equipo sometido a ensayo de medida de flicker.

M: medidor de flicker.

S: fuente de alimentación que consiste en un generador, G, de impedancia despreciable y una impedancia de referencia de valores R_A , X_A , R_N , X_N .

Figura 1. Esquema de una instalación de ensayo de flicker.

El medidor de flicker (M) se debe conectar en bornes de la impedancia de referencia, y no en bornes de la carga. El motivo es simple, ya que si se conectara en bornes de la carga la impedancia del cable de alimentación se sumaría al valor de la impedancia de referencia que es una impedancia muy pequeña, con lo cual la impedancia total sería mayor, la fluctuación de tensión sería mayor y la severidad de flicker medida también mayor, y se podrían llegar a cometer errores muy importantes en el resultado del ensayo (se mediría de más). Según la experiencia del LCOE este fallo es muy común en las instalaciones de ensayo, y hace que el resultado sea incorrecto, aunque el medidor y la impedancia de referencia cumplan con los límites de error establecidos en la norma.

Para cualquier consulta u oferta sobre la calibración de medidores de flicker o armónicos dirigirse a la sede del LCOE situada en la C/ Diesel nº 13, Teléfono 91-6011240. Persona de contacto: Pascual Simón. Email: psimon@ffii.es