

PATRÓN NACIONAL DE CAMPO EMITIDO EN FORMA RADIADA POR CABLES DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DE 30 MHz A 300 MHz

Miguel Angel Muñoz Sancén, Israel García Ruíz
Centro Nacional de Metrología
Carretera a Los Cues Km 4.5, El Marqués Querétaro C.P. 76246, México
52-442-2110500 ext. 3433 y 3471. e-mail: mmunoz@cenam.mx

Resumen: El patrón nacional de campo emitido de 30 MHz a 300 MHz tiene como objetivo dar trazabilidad metrológica a las mediciones del campo eléctrico emitido por aparatos electrotécnicos a través de su cable de suministro eléctrico, realizadas en laboratorios de pruebas acreditados y en la industria mexicana, para demostrar conformidad con las normas de compatibilidad electromagnética. La trazabilidad metrológica a este patrón se realiza a través del servicio de calibración de abrazaderas de absorción de campo emitido.

1. INTRODUCCIÓN

Los equipos o sistemas que operan con energía eléctrica generan y son susceptibles a perturbaciones electromagnéticas. Estas perturbaciones son el resultado de emisiones radiadas que provienen ya sea desde el gabinete de los equipos, o desde los cables que entran y salen de los equipos, a frecuencias a las cuales estos se comportan como una antena eficiente.

La medición de perturbaciones electromagnéticas radiadas a través de los cables de suministro eléctrico de equipos electrotécnicos representa un área de estudio importante de la compatibilidad electromagnética y es posible realizarla por medio de transductores de campo conocidas como abrazaderas de absorción (AC). Este método sirve para determinar el nivel de las emisiones de campo electromagnético radiado en la gama de frecuencias por encima de 30 MHz en la que los cables por su longitud se comportan como una antena eficiente. De la necesidad de medir su intensidad o amplitud con alta exactitud y con trazabilidad a las unidades del SI, surge el Patrón Nacional de Campo Emitido en Forma Radiada por Cables de Suministro Eléctrico de 30 MHz a 300 MHz (PNCE) desarrollado en el Laboratorio de Compatibilidad Electromagnética del CENAM. El patrón tiene entre sus objetivos ser el origen de la trazabilidad metrológica de las mediciones que se realizan en los laboratorios de pruebas acreditados y de la industria en el país y por su alto nivel metrológico fomentar el desarrollo científico y tecnológico de México en el campo de la compatibilidad electromagnética.

2. DESCRIPCIÓN DEL PATRÓN

El PNCE es un sistema conformado por un conjunto de elementos los cuales poseen características específicas necesarias para su adecuado desempeño y sus atributos metrológicos están en

conformidad con la norma internacional CISPR 16-1-3 [1] por lo que además ofrece coherencia y equivalencia en el ámbito internacional. Esta característica es relevante para fabricantes de equipos que acceden a mercados internacionales y que requieren cumplir con sus regulaciones.

El PNCE emplea el llamado método original [1] y posee gran eficiencia, permitiendo la medición del factor de abrazadera (CF) en forma directa. Está conformado por un sitio de referencia (ver figura 1), el cual incluye un riel de desplazamiento de $5.95 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$ de largo y $0.8 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$ de alto colocado sobre un plano de tierra compuesto por un elemento vertical de más de 2 m de ancho \times más de 3 m de alto y otro horizontal de más de 2 m de ancho \times más de 6 m de alto, a lo largo del cual se desplaza un elemento AC juntamente con un dispositivo de absorción secundario (SAD) compuesto de anillos de ferrita. Sobre el riel de desplazamiento se tiende un cable conductor eléctrico denominado cable bajo prueba (LUT) de $7 \text{ m} \pm 0.05 \text{ m}$ de largo, suspendido por un par de dispositivos tensores construidos de un material transparente a las ondas de radio. El LUT debe poseer esta longitud para obtener una distancia de barrido efectivo de 5 m, restando la longitud de los dispositivos de absorción, lo cual permite mediciones a la frecuencia más baja de operación del patrón (30 MHz) en la que media longitud de onda, $\lambda/2$, equivale a 5 m. El LUT se conecta al conductor central de un conector tipo N hembra montado en el plano vertical de referencia a tierra. Este conector coaxial se conecta a uno de los puertos de un analizador de redes desde el cual se proporciona la señal que viaja a través del LUT, convirtiéndose en un generador de señal de RF de alto desempeño anclado en fase a un receptor de medición disponible en el otro puerto del analizador de redes. El puerto de salida de la abrazadera de absorción se conecta al receptor de RF del analizador de redes a fin de obtener una relación salida/entrada mientras los dispositivos de absorción se desplazan a lo largo del riel haciendo un

barrido en frecuencia de 30 MHz a 300 MHz a lo largo del LUT. La imagen del sistema ensamblado se muestra en la figura 1.



Fig. 1. Estructura del PNCE en frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

2.1. Relación entre el Factor de abrazadera y la perturbación emitida por el EBP

La determinación de la potencia de la perturbación generada por el EBP se basa en la medición de la corriente asimétrica, la cual se mide en la entrada de la abrazadera de absorción usando una sonda de corriente. Las ferritas de los dispositivos de absorción alrededor del LUT aíslan el transformador de corriente de perturbaciones no provenientes del generador. La corriente máxima se determina desplazando la abrazadera de absorción a lo largo del LUT tensado, el cual actúa como una antena.

El factor de abrazadera efectivo CF_{act} se refiere a la relación entre la señal de salida de la abrazadera de absorción V_{rec} con respecto a la potencia entregada, esto es, si se calibra el factor de abrazadera, la potencia de perturbación P_{eut} de un equipo bajo prueba (EBP) se determina como se muestra en la ecuación (1) [1].

$$P_{eut} = CF_{act} + V_{rec} \tag{1}$$

donde:

- P_{eut} Potencia de perturbación del EBP [dBpW]
- V_{rec} La tensión medida [dBμV]
- CF_{act} El factor de abrazadera efectivo [dBpW/μV]

3. RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

3.1. Impedancia del sistema

Para calcular la potencia de la señal que viaja a través del LUT es necesario conocer las características de impedancia del sistema con todos sus elementos en cada una de las posiciones de los dispositivos de absorción. Los resultados en algunos puntos en frecuencia se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Impedancia del cable bajo prueba.

Frecuencia [MHz]	Impedancia [ohms]	Incertidumbre [ohms]
30	53.88	±0.07
60	53.84	±0.13
120	53.36	±0.17
300	50.25	±0.12

3.2. Potencia medida con la abrazadera de absorción

Se midió la potencia emitida por el puerto de la abrazadera de absorción por medio del analizador de redes, esta información sirve para determinar la atenuación inicial la cual es la diferencia entre la potencia de RF generada y la potencia medida. En conformidad con la norma internacional CISPR 16-1-3 la diferencia debe estar entre 13 dB y 22 dB. Los datos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Potencia medida con la AC.

Frecuencia [MHz]	Potencia [dBm]	Incertidumbre [dB]
30	-18.18	±0.18
60	-17.68	±0.20
120	-15.46	±0.33
300	-13.20	±0.55

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El PNCE desarrollado en CENAM es un sistema de alto nivel metrológico con características que permiten dar trazabilidad a las mediciones de campo electromagnético emitido por equipo electrotécnico a través de sus cables de suministro eléctrico en el intervalo de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz. En el desarrollo del patrón y en la evaluación de su desempeño se han observado requisitos metrológicos conforme a la norma internacional CISPR 16-1-3, lo cual representa una ventaja de competitividad para la industria mexicana en su acceso a mercados globales, impulsando con ello la calidad y la competitividad de sus productos.

REFERENCIAS

- [1] Norma internacional CISPR 16-1-3, Part 1-3: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Disturbance power.
- [2] The International System of Units (SI), Bureau International de Poids et Mesures, 8th Edición 2006
- [3] JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM. First edition September 2008.