

CALIBRACIÓN DE UN BANCO DE CAPACITORES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DE BAJAS CORRIENTES DEL PATRÓN PRIMARIO DE \dot{K}_a Y PATRONES SECUNDARIOS DE \dot{D}_w PARA LA ENERGÍA DE ^{60}Co

Daniel de la Cruz H. ^{A)}, Raymundo Cabrera V. ^{B)}, José T. Álvarez R. ^{C)},
LSCD, Departamento de Metrología de Radiaciones Ionizantes, ININ,
Carretera Federal México Toluca S/N. La Marquesa, Ocoyoacac, Estado de México, México. C.P. 52750.

A) daniel.delacruz@inin.gob.mx Tel: (52) 5553297255

B) mario.cabrera@inin.gob.mx

C) trinidad.alvarez@inin.gob.mx

Resumen: Se presentan los resultados de la calibración eléctrica de un banco de capacitores en términos de la capacitancia y su incertidumbre combinada relativa ($u_c\%$). Este banco cuenta con 8 capacitores con los valores nominales de capacitancia de: 100, 220, 500, 1000, 2000, 5000, 10 000 y 20 000 pF. De los resultados de dos calibraciones realizadas en los años 2015 y 2016 se concluye que la estabilidad de los capacitores es mejor que 40 partes por 100 000, excepto para el capacitor de 1 000 pF; por otro lado las $u_c\%$'s para todos los valores de las capacitores son del orden 0.022%, que combinadas con la $u_c\%$ de la pendiente dV/dt cuyo orden es de 0.012%, nos permite obtener una $u_c\%$ del 0.018% para corrientes del orden de pA.

1. INTRODUCCIÓN

El Laboratorio Secundario de Calibración Dosimétrica del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (LSCD-ININ) tiene como propósito desarrollar y mantener los patrones nacionales como son: Rapidez de Kerma en aire \dot{K}_a y de Rapidez de Dosis Absorbida en agua \dot{D}_w en la Energía de ^{60}Co , para ello el Departamento de Sistemas Electrónicos del ININ construyó y desarrolló un sistema de medición de bajas corrientes y de magnitudes de influencia: temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, [1].

2. METODOLOGIA

2.1. Modelo Matemático de Medición de bajas corrientes

El modelo matemático que determina la corriente a partir de la derivada de la tensión eléctrica en el tiempo, medida con un electrómetro en modo retroalimentado, está dada por la Ec. (1):

$$I = C \cdot \frac{dV}{dt} \quad (1)$$

Donde:

I , es la Corriente generada por la cámara de ionización, [A];

C , es la Capacitancia del capacitor retroalimentado, [F];

dV , es la diferencial de la tensión eléctrica en el capacitor retroalimentado, [V]

dt , es la diferencial de tiempo de integración, [s].

2.2. Desarrollo Experimental de la calibración de los capacitores

Se establece en el diseño experimental una incertidumbre blanco relativa (target uncertainty, [2]) del 0.022% para los valores de las capacitancias. Para lograr esta incertidumbre blanco en el valor de C tenemos que usar la ecuación (1) y considerar que la incertidumbre combinada relativa $u_c\%$ de la pendiente dV/dt es de 0.012%, por lo tanto la $u_c\%$ correspondiente a la I_{ref} tiene que ser a lo mas del 0.018% sin considerar la propagación de incertidumbres.

Por lo tanto, la calibración de los capacitores se realiza en dos etapas:

a) Primera. Determinar la corriente de referencia I_{ref} y $u_c\%$ mediante un capacitor patrón.

Los tiempos de integración para la carga en el capacitor de referencia se eligen para no superar una tensión eléctrica de 4.5 V, para proteger los conmutadores del electrómetro.

b) Segunda. Determinación de las capacitancias del banco de capacitores.

Aplicando la corriente de referencia obtenida en la etapa a) para cada capacitor, se determina la pendiente y se realiza un análisis, estimando el valor medio y la incertidumbre de la pendiente dV/dt del capacitor C_x , cuyos componentes de incertidumbre

están dados por la tensión eléctrica y el tiempo de integración [3]. Finalmente conociendo la corriente de referencia y las pendientes dV/dt de cada capacitor C_x del banco, se determina el valor de capacitancia de éste.

3. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran los valores de Capacitancia para el banco de capacitores calibrados en Julio del 2015, donde se observa una $u_c\%$ promedio de 0.024 % [4].

También se muestran los valores obtenidos para las capacitancias del banco de capacitores en el mes de Marzo de 2016, donde se observa una $u_c\%$ promedio de 0.021 %.

4. DISCUSIÓN

La determinación de las capacitancias del banco de capacitores es fundamental en el sistema de medición de los patrones nacionales \dot{D}_w y \dot{K}_a , principalmente para determinar la estabilidad de corto y largo plazo; y descartar que las variaciones se deban a el cambio de los valores de capacitancia. En este caso, en la Tabla 1 se muestran las variaciones porcentuales en los valores de los capacitores.

5. CONCLUSIONES

Analizando las $u_c\%$ para los valores de las capacitancias reportados en las Tabla 1, vemos que el valor medio de estas incertidumbres relativas es de 0.024 % y 0.021 %, valores que son consistentes con el valor de la incertidumbre blanco del diseño del experimento.

Sin embargo, en la Tabla 1, también observamos que la estabilidad de los capacitores es mejor que 31 partes por 100 000, que son consistentes con los valores de incertidumbre expandida $U(k=2)$ correspondiente a una variación de 40 partes por 100 000.

Excepto para los capacitores de 1 000 pF; donde sus valores de capacitancia que difieren 58 partes en 100 000, diferencia 3.5 veces mayor que su valor $u_c\%$ y por lo tanto es necesario investigar la causa asignable de variación.

REFERENCIAS

- [1] C. Cabrera C. R., Cruz E., P. y Torres B., M. A., "Procedimiento de Caracterización de Capacitores para la Medición en Picoamperes," Informe Técnico IT-SE(INST)/03/2010, Departamento de Sistemas Electrónicos, ININ. Salazar (2010).
- [2] International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM 3rd edition) JCGM 200, (2012).
- [3] Cabrera C. C. R., 2015, Cruz Estrada P. y Cabrera Vertti M. R., "Determinación de Incertidumbre de los Capacitores del Sistema de Medición 3 del Patrón Primario Procedimiento de Caracterización de Capacitores para la Medición en Picoamperes". OT 2015-0067, IT.SE (INST)/2015, Departamento de Sistemas Electrónicos ININ, Ocoyoacac, México Marzo (2015).
- [4] Cabrera Vertti M. R., "Quinto reporte de resultados para orden de trabajo no. 2015-0011 "apoyo a la operación de patrones primarios y secundarios de kerma en aire \dot{K}_a , y dosis absorbida en agua \dot{D}_w , para servicios de calibración". LSCD, ININ, Ocoyoacac, México Agosto (2015).

Tabla 1. Valores medios de capacitancia y sus $u_c\%$

C nominal /pF	$\bar{C}_{1,i}$ /pF 07/2015	$u_c\%$	$\bar{C}_{2,i}$ /pF 03/2016	$u_c\%$	$R = \frac{\bar{C}_{2,i}}{\bar{C}_{1,i}}$	$\Delta C\% = \frac{(\bar{C}_{2,i} - \bar{C}_{1,i})}{\bar{C}_{1,i}} \cdot 100$
100	100.829	0.029	100.816	0.022	0.99987	0.013
220	223.928	0.024	223.892	0.023	0.99984	0.016
500	510.582	0.019	510.665	0.017	1.00016	0.016
1 000	1005.206	0.019	1004.621	0.018	0.99942	0.058
2 000	2001.174	0.025	2001.962	0.023	1.00039	0.039
5 000	5054.141	0.024	5053.788	0.023	0.99993	0.007
10 000	9934.841	0.024	9937.785	0.022	1.00030	0.030
20 000	20364.272	0.024	20370.649	0.022	1.00031	0.031