

PROCESO SELECTIVO CONVOCADO PARA EL ACCESO, POR EL SISTEMA GENERAL DE ACCESO LIBRE, EN LA ESCALA DE CIENTÍFICOS SUPERIORES DE LA DEFENSA. Resolución 400/38503/2024, de 25 de noviembre (B.O.E. núm. 293 de 05.12.2024).

TRIBUNAL CALIFICADOR Nº 2

Segundo Ejercicio: Supuesto práctico

Área de Especialización:
**METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN EN EL ÁMBITO DE DEFENSA Y
AEROESPACIAL**

- No dé la vuelta a esta hoja del EJERCICIO ni empiece el examen hasta que se le indique.
- Cumplimente y firme la HOJA DE DATOS PERSONALES. Al finalizar el ejercicio, esta hoja, será guardada en un sobre y precintado.
- El EJERCICIO consiste en resolver un supuesto práctico relacionado con el temario específico que figura en el Anexo II de la convocatoria.
- El tiempo máximo de realización de este ejercicio es de **ciento ochenta (180) minutos**.
- El SUPUESTO PRÁCTICO, deberá entregarlo el opositor al finalizar el tiempo.

PÁGINA EN BLANCO

Supuesto práctico 1 (Max. 40 Puntos)

Un laboratorio de calibración está acreditado por ENAC conforme a la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017, entre otros, en el área de Electricidad Alta Frecuencia. Dispone de una capacidad de medida y calibración para la determinación del factor de calibración (FC) de sensores de potencia de tipo termopar.

Para ello tiene establecido un plan de calibración que define para el patrón de trabajo la determinación del FC por el método de comparación contra otro sensor del mismo tipo, calibrado externamente en un Instituto Nacional de Metrología cada 24 meses. En el certificado de calibración externa indican que las medidas se han realizado a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e indican que para uso a otras temperaturas se habrá que añadir un término adicional de incertidumbre de $\pm 0.0005/^{\circ}\text{C}$.

La medida con ambos sensores se efectúa empleando un medidor de potencia, el cual tiene una especificación de linealidad de $\pm (0.1\text{ } \% \text{ de la lectura} + 0.1\text{ } \% \text{ del fondo de escala})$ y una resolución de $1\text{ }\mu\text{W}$ en el campo de 1 mW .

Las condiciones ambientales del laboratorio son de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El procedimiento empleado describe el método de estimación de incertidumbre de medida, aplicando el Método GUM a aplicar. Para ello, ha definido la siguiente función modelo para el FC del sensor bajo prueba, a partir del FC del sensor patrón y de las potencias medidas con ambos sensores:

$$FC_T = \frac{P_{mP}(\text{mW}) \cdot FC_P}{P_{mT}(\text{mW})}$$

Donde:

- FC_T es el Factor de Calibración del sensor bajo prueba, en tanto por uno (adimensional)
- FC_P es el Factor de Calibración del sensor patrón, en tanto por uno (adimensional)
- P_{mT} es la potencia medida por el sensor bajo prueba, en mW
- P_{mP} es la potencia medida por el sensor patrón, en mW

La calibración por comparación ha consistido en la toma de cinco ($n=5$) medidas de potencia en ambos sensores:

Medidas en sensor patrón	Medidas en sensor bajo prueba
$P_{mP(1)} = 0.998\text{ mW}$	$P_{mT(1)} = 1.026\text{ mW}$
$P_{mP(2)} = 0.993\text{ mW}$	$P_{mT(2)} = 1.021\text{ mW}$
$P_{mP(3)} = 0.995\text{ mW}$	$P_{mT(3)} = 1.021\text{ mW}$
$P_{mP(4)} = 0.997\text{ mW}$	$P_{mT(4)} = 1.020\text{ mW}$
$P_{mP(5)} = 0.997\text{ mW}$	$P_{mT(5)} = 1.022\text{ mW}$

El sensor patrón dispone de un histórico de cuatro calibraciones según se indica en la siguiente tabla, para una frecuencia de 1 GHz:

Año de calibración	Factor de Calibración	Incertidumbre ($\pm$)	Factor de cobertura
2018	0.975 0	0.006 0	2.18
2020	0.977 8	0.007 0	2.18
2022	0.980 3	0.005 0	2.14
2024	0.978 3	0.005 0	2.14

- 1) Partiendo de la función modelo, aplicando la ley de propagación de varianzas, desarrolle los coeficientes de sensibilidad del FC con respecto a las potencias medidas con el sensor patrón y con el sensor bajo prueba, así como con respecto al FC del sensor patrón. Defina la incertidumbre típica combinada para la determinación del FC en términos absolutos y relativos, empleando estos coeficientes. **(5 puntos)**.
- 2) En base al histórico de calibración, determine la deriva temporal a dos años y establezca el criterio de aceptación y rechazo por comparación entre dicha deriva temporal y la incertidumbre del último certificado de calibración disponible. **(8 puntos)**
- 3) En base a la dispersión de los resultados de calibración, calcule la incertidumbre debida a esta dispersión y obtenga la incertidumbre por deriva temporal, justificando el método empleado. **(8 puntos)**
- 4) Calcule el valor medio, la desviación típica experimental de las medidas y la desviación típica de la media aritmética para ambos sensores. **(2 puntos)**
- 5) Calcule el término de linealidad de ambos sensores para un fondo escala de 1 mW y el término de incertidumbre debido a la resolución del medidor. **(2 puntos)**
- 6) Calcule el término de incertidumbre debido a la temperatura. **(2 puntos)**
- 7) Calcule el coeficiente de correlación entre las medidas realizadas con el sensor patrón y el sensor bajo prueba. **(5 puntos)**
- 8) En base a todo lo anterior, realice el cálculo de incertidumbre expandida del factor de calibración del sensor bajo prueba, aplicando el Método GUM y exprese el resultado tal y como lo llevaría al certificado de calibración del sensor bajo prueba. **(8 puntos)**

Nótese que en este ejercicio se evaluará el razonamiento empleado en la aplicación de los conocimientos del temario de “METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN EN EL ÁMBITO DE DEFENSA Y AEROESPACIAL”, enumerados al dorso, a una calibración en el ámbito de la acreditación.

Conocimientos aplicables del temario:

- Tema 14. Clases de patrones y jerarquía. Patrones nacionales y patrones de referencia.
- Tema 15. Confirmación metrológica. Patrones primarios y secundarios.
- Tema 17. Métodos de calibración. Fases generales del proceso de calibración por comparación.
- Tema 21. Coordinación del sistema de confirmación metrológica. Plan de calibración.
- Tema 23. Requisitos relativos a los recursos. Criterios de aceptación y rechazo. Factores de corrección.
- Tema 25. Método GUM. Estimación de incertidumbre de medida, incertidumbre típica, incertidumbre combinada, incertidumbre expandida.
- Tema 26. Evaluación de la incertidumbre de medida en las calibraciones.
- Tema 27. Requisitos del proceso. Evaluaciones tipo A y tipo B de la incertidumbre típica. Diferencias y aplicaciones.
- Tema 28. Evaluación de la incertidumbre de medida. Magnitudes de entrada. Estimación de contribuciones.
- Tema 29. Determinación de la incertidumbre de medida. Expresión en informe de resultados.
- Tema 30. Definición y cálculo de los grados efectivos de libertad. Aplicación en laboratorios de calibración.
- Tema 31. Incertidumbre expandida. Determinación de factores de cobertura. Aplicación en laboratorios de calibración.
- Tema 32. Cálculo y determinación de la incertidumbre expandida de medida en la calibración de un patrón de trabajo. Informe de resultados.
- Tema 33. Expresión de la incertidumbre en un certificado de calibración. Interpretación de resultados. Cumplimiento de especificaciones de los instrumentos de medida.
- Tema 34. Determinación de la capacidad de medida y calibración. Alcance de acreditación.
- Tema 44. Competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Intervalos de calibración. Controles entre calibración.