

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 3

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

- No de 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 3

Un servicio proveedor de intercomparaciones de calibración está acreditado por ENAC conforme a la Norma UNE-EN ISO/IEC 17043:2023, "Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud". Ha organizado una intercomparación bilateral entre dos laboratorios acreditados conforme a la norma UNE ISO/IEC 17025:2017 en el área de caudal de gases en el margen de 0.5 L/min a 2 L/min. El patrón viajero es un caudalímetro másico (MFC) con escala de 0-2 L/min. El análisis de resultados se realizará por valor de referencia y la figura de mérito será el error normalizado (E_n) del participante con respecto al valor asignado.

Uno de los dos laboratorios actúa como laboratorio de referencia. La estabilidad del patrón viajero se ha determinado en base al histórico disponible de las cuatro últimas calibraciones. El laboratorio de referencia, en cumplimiento del plan de calibración establecido, ha empleado como patrón un caudalímetro másico del nivel de referencia, de calibración externa. Tiene establecido un intervalo de calibración de 24 meses. La calibración externa que garantiza la trazabilidad metrológica se realiza en todo el margen del caudalímetro y a tres temperaturas (20 °C, 23 °C y 26 °C), para determinar el cociente de temperatura a partir de las curvas de calibración. De los resultados se obtiene que el cociente de temperatura es de $\pm 0.0005/^{\circ}\text{C}$.

La salida de ambos MFC es en tensión continua se realiza con un multímetro digital con una especificación de linealidad de $\pm (0.1 \% \text{ de la lectura} + 0.1 \% \text{ del fondo de escala})$ y una resolución de 0.001 L/min en todo el margen. El fondo de escala equivale a un caudal de 2 L/min.

El procedimiento de calibración 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 instrumento bajo prueba, a partir del FC del caudalímetro patrón y de los caudales medidos con ambos instrumentos:

$$FC_T = \frac{Q_{mP}(\text{L/min}) \cdot FC_P}{Q_{mT}(\text{L/min})}$$

Donde:

- FC_T es el Factor de Calibración del MFC bajo prueba, en tanto por uno (adimensional)
- FC_P es el Factor de Calibración del MFC patrón, en tanto por uno (adimensional)
- Q_{mT} es el caudal medido por el MFC bajo prueba, en L/min
- Q_{mP} es el caudal medido por el MFC patrón, en L/min

La calibración por comparación ha consistido en la toma de cinco ($n=5$) medidas de caudal en ambos MFC a cada valor de caudal nominal. Los resultados en el fondo de escala se indican en la siguiente tabla.

Medidas en MFC patrón	Medidas en MFC bajo prueba
$Q_{mP(1)} = 1.998 \text{ L/min}$	$Q_{mT(1)} = 2.026 \text{ L/min}$
$Q_{mP(2)} = 1.993 \text{ L/min}$	$Q_{mT(2)} = 2.021 \text{ L/min}$
$Q_{mP(3)} = 1.995 \text{ L/min}$	$Q_{mT(3)} = 2.021 \text{ L/min}$
$Q_{mP(4)} = 1.997 \text{ L/min}$	$Q_{mT(4)} = 2.020 \text{ L/min}$
$Q_{mP(5)} = 1.997 \text{ L/min}$	$Q_{mT(5)} = 2.022 \text{ L/min}$

La temperatura durante la calibración fue de $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$:

El MFC de referencia dispone de un histórico de cuatro calibraciones según se indica en la siguiente tabla, para un caudal de 2 L/min a temperatura de 23 °C:

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 los caudales medidos con el MFC patrón y con el MFC bajo prueba, así como con respecto al FC del MFC 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 termohigrómetros. **[2 puntos]**
- 5) Calcule el término de linealidad de ambos MFC para un valor de 2 L/min y el término de incertidumbre debido a la resolución del medidor. **[2 puntos]**
- 6) Calcule el coeficiente de correlación entre las medidas realizadas con el MFC patrón y el MFC bajo prueba. **[5 puntos]**
- 7) En base a todo lo anterior, realice el cálculo de incertidumbre expandida del factor de calibración del MFC bajo prueba, aplicando el Método GUM y exprese el resultado tal y como lo llevaría al certificado de calibración del MFC bajo prueba. **[8 puntos]**
- 8) Enumere los aspectos a tener en cuenta a la hora de elegir un patrón viajero para una comparación bilateral de este tipo. **[2 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 a continuación, 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 35. Proceso de gestión de un servicio proveedor de intercomparaciones.
- Tema 36. Competencia de un servicio proveedor de intercomparaciones. Gestión del patrón viajero.
- Tema 38. Competencia de un servicio proveedor de intercomparaciones. Análisis estadístico de resultados e informes.
- Tema 43. Competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. Aseguramiento de la validez de los resultados.

PÁGINA EN BLANCO