

GUÍA SIM PARA LA CALIBRACIÓN DE DENSÍMETROS DE TIPO OSCILATORIO

Luis Omar Becerra, Luis Manuel Peña,
 Arturo Dauded, César Augusto Mata
 Centro Nacional de Metrología
 km 4.5 Carretera a los Cués, El Marqués, Querétaro, México
 +52 442 211 05 73, lbecerra@cenam.mx

Resumen: En este trabajo se presenta la Guía SIM para la Calibración de Densímetros de Tipo Oscilatorio, documento que ha sido discutido por el Grupo de Trabajo de Masa y Unidades Relacionadas del SIM (SIM-MWG7) con la intención de armonizar los métodos para la calibración de los instrumentos para la medición de densidad de tipo oscilatorio entre los países del SIM (Sistema Interamericano de Metrología). El documento ofrece una guía a las entidades nacionales de acreditación sobre los requerimientos mínimos para la calibración de los densímetros de tipo oscilatorio, y por otro lado, propone procedimientos prácticos para los laboratorios de calibración de densímetros de tipo oscilatorio.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta la Guía SIM para la calibración de densímetros de tipo oscilatorio, fabricados con alcance de medición hasta de 3000 kg m⁻³. La incertidumbre expandida de calibración (k=2) puede ser hasta de 0.02 kg m⁻³, en función de las características propias del instrumento bajo calibración y para un valor de temperatura de 20 °C.

El alcance de calibración de los densímetros de tipo oscilatorio puede variar en función de la disponibilidad de los materiales de referencia.

La Guía Técnica establece los requisitos mínimos para la calibración de densímetros de tipo oscilatorio por el método de comparación contra patrones de medida (Materiales de Referencia Certificados en densidad, MRCs), para garantizar la uniformidad en la estimación de incertidumbre de calibración y la evaluación de la trazabilidad de los patrones de medición de laboratorios en la calibración.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS DENSÍMETROS DE TIPO OSCILATORIO E INCERTIDUMBRE REQUERIDA

De acuerdo a la norma internacional ISO 15212 (*Oscillation-type density meters*), existen dos tipos de densímetros de tipo oscilatorio que pueden ser identificados con claridad:

- Instrumentos de laboratorio

- Instrumentos de proceso para líquidos homogéneos

Los instrumentos, en función de su factor de fabricación y resolución tienen asociado un error máximo permitido, y por consiguiente una incertidumbre máxima (esperada) para su calibración,

Tabla 1. Incertidumbre máxima requerida en calibración de los densímetros de tipo.

Error Máximo Permitido (emp) kg m ⁻³	Resolución kg m ⁻³	Factor	Inc. máx. requerida en calibración, U _{req} , k=2 kg m ⁻³
1.0	0.1	1/10	0.33
0.5	0.1	1/5	0.17
0.20	0.01	1/20	0.067
0.10	0.01	1/10	0.033
0.05	0.01	1/5	0.025

3. PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA CALIBRACIÓN

Los densímetros de tipo oscilatorio de laboratorio pueden ser calibrados tanto en las instalaciones del usuario como en las instalaciones del proveedor del servicio de calibración, por su parte los densímetros de tipo oscilatorio de proceso, pueden ser calibrados en campo, instalados en la línea, o en laboratorio en instalaciones especiales que simulen condiciones de operación en cuanto a flujo, temperatura, presión, y si es el caso viscosidad, etc.

El procedimiento de calibración de los densímetros de laboratorio incluye la comparación de las indicaciones del densímetro contra los valores de densidad de referencia (valores de los MRCs, o medidos por un densímetro de características superiores). La calibración en general se realiza a 20 °C y a presión atmosférica, a excepción de que el usuario acuerde una o varias temperaturas diferentes.

4. MODELO DE MEDICIÓN

Para obtener la corrección de la indicación del densímetro se calcula el promedio de las indicaciones registradas durante la calibración y se calcula la corrección del instrumento según el siguiente modelo matemático:

$$E = I - \rho_{ref} \quad (1)$$

Donde,

E	es el error de indicación del densímetro de tipo oscilatorio, kg m^{-3}
I	es el mejor estimado de la indicación del instrumento, kg m^{-3}
ρ_{ref}	es el valor de referencia de densidad a la temperatura t_x y presión p_x de medición, kg m^{-3}

La unidad de medida es el kilogramo por metro cúbico kg m^{-3} , sin embargo pueden ser utilizados los múltiplos o submúltiplos de la unidad de densidad p.ej. gramo por centímetro cúbico, g cm^{-3} .

5. INCERTIDUMBRE ASOCIADA AL ERROR DE INDICACIÓN

Para la estimación de la incertidumbre del error de indicación, es necesario utilizar el modelo de medición lo más completo posible, de ello depende que la estimación de incertidumbre sea lo más apegada posible a la realidad. Para la estimación de incertidumbre del mensurando (error de indicación), es necesario estimar los valores de incertidumbre de todas las magnitudes de entrada del modelo de medición, así como calcular los coeficientes de sensibilidad correspondientes, para finalmente combinar sus contribuciones en el cálculo de la incertidumbre estándar combinada asociada al error de indicación del instrumento bajo calibración. La incertidumbre asociada al error de indicación, usualmente se informa como una incertidumbre

expandida a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

6. MEDICIÓN DE DENSIDAD DE LÍQUIDOS UTILIZANDO UN HIDRÓMETRO CALIBRADO

En la industria es necesario medir la densidad de fluidos con densímetros de tipo oscilatorio calibrados para la determinación de la densidad de líquidos con la mayor exactitud posible.

En la Guía se presenta el modelo de medición a utilizar en el uso normal de un instrumento calibrado el cual incluye las principales correcciones y fuentes de incertidumbre a considerar.

7. CONCLUSIONES

La Guía SIM para la calibración de densímetros de tipo oscilatorio es un documento original que presenta una propuesta para la calibración de este tipo de instrumentos con la intención de armonizar el método de calibración y ofrecer al usuario la posibilidad de obtener resultados de densidad con trazabilidad e incertidumbre apropiadas a las características del instrumento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] SIM Guidelines on the calibration of oscillation type density meters, SIM MWG//cg-02/v.00 2016, ISBN 978-607-97187-4-9, 978-607-97187-6-3, 978-607-97187-2-5, 978-607-97187-0-1.
- [2] ISO/IEC – Guide to the expression of Uncertainty in Measurements, second edition 1995.
- [3] ISO 15212-1:1998 (E), Oscillation-type density meters. Part 1: Laboratory instruments.
- [4] ISO 15212-2:2002 (E), Oscillation-type density meters. Part 2: Process instruments for homogeneous liquids.
- [5] Luis O Becerra, Luis M Peña, Arturo A Daued – Incertidumbre requerida en la evaluación de la conformidad de instrumentos para la medición de densidad, Octubre 2012, Simposio de Metrología 2012.