

OPTIMIZACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO Y ESTIMACIÓN DE INCERTIDUMBRE EN LA CALIBRACIÓN DE MEDIDORES VOLUMÉTRICOS PARA LA TRANSFERENCIA DE CUSTODIA DE PRODUCTOS LÍQUIDOS

Agustín García-Berrocal Sánchez¹, Pablo Carmona Loeches² y Cristina Montalvo Martín¹¹
Dpto de Energía y Combustibles, ETSI de Minas y Energía, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), C/ Ríos Rosas nº 21, 28003 Madrid
² EXOLUM, C/ Titán nº 13, 28045 Madrid

Desde su publicación por ISO en 1993, el documento GUM se ha constituido en el modelo a seguir para la estimación de la incertidumbre de medida en la industria. Desde un primer momento, el "método GUM" fue criticado por sus limitaciones prácticas, dado que impone ciertas condiciones de linealidad, gaussianidad y correlación estadística. Estas limitaciones impiden optimizar las incertidumbres de calibración de los medidores volumétricos involucrados en los procesos de transferencia de custodia de productos líquidos refinados. Y optimizar la medida en este contexto tiene una gran repercusión económica y legal.

En el presente trabajo se soslayan las debilidades del método GUM sustituyendo la propagación de varianzas por la propagación de funciones de distribución de probabilidad (FDP) del Método de Montecarlo (MMC). Siendo la principal fortaleza del MMC que, para estimar la incertidumbre expandida, evita recurrir al amparo del teorema del límite central, o recurrir a la aplicación de la distribución t de Student con ciertos grados de libertad efectivos, cuando aquel teorema no es aplicable.

Se ha partido del "esquema GUM-S1" del Suplemento 1 del documento GUM, y se proponen innovaciones metodológicas para optimizar la aplicación del MMC, que pueden ser útiles más allá del ámbito de la calibración de medidores o caudalímetros volumétricos. Concretamente, dentro del esquema GUM-S1, se escoge la implementación adaptable del MMC (MMCA) y se proponen las siguientes mejoras. La regulación la convergencia del MMCA aplicando los factores de cobertura de la distribución t de Student (con posibilidad de seleccionar el nivel de confianza). La validación de la repetibilidad y filtrado de valores atípicos, mediante la realización de 50 iteraciones del MMCA para asegurar la estabilidad numérica de los resultados del MMCA dentro de la tolerancia numérica seleccionada. Y la diagnosis de la FDP del mensurando, combinando el análisis de sesgo y curtosis de los resultados del MMCA con la realización de contrastes de normalidad a una muestra de la FDP del mensurando.

Para los medidores volumétricos considerados, los resultados obtenidos con la metodología propuesta, basada en esquema GUM-S1, permiten reducir las estimaciones de incertidumbre en comparación con el método GUM. Además, se ha podido constatar que el método GUM no asigna correctamente la FDP al mensurando; ya que, de la simulación de Montecarlo se deduce que dicha FDP no puede ser ni gaussiana ni una t de Student.