

Memorias del



Simposio
Metrología
2016

Metrología para el bienestar y la competitividad

19 al 23 de septiembre, 2016

Santiago de Querétaro, Qro., México

Edición y compilación

Comité Técnico

Simposio de Metrología 2016

Memorias del Simposio de Metrología 2016

DERECHOS RESERVADOS © 2016, Centro Nacional de Metrología.
Carretera a Los Cués, km 4.5, Municipio El Marqués, Querétaro, México.

Todos los derechos están reservados. Ninguna parte de este documento puede ser reproducida, guardada en algún sistema de recuperación, o transcrita, en ninguna forma o por ningún medio electrónico, mecánico, de fotocopiado, grabado, o algún otro, con fines de lucro sin el previo permiso por escrito del Centro Nacional de Metrología.

Primera edición
Diciembre del 2016

Esta obra fue creada con los trabajos presentados en el Simposio de Metrología 2016 del CENAM con el propósito de difundir la cultura y avances de investigación y desarrollo en Metrología.

Se autoriza la reproducción del contenido de esta obra, siempre y cuando se cite la fuente.

Publicación digital, editada por el Centro Nacional de Metrología, (CENAM), México, 2016
Carretera a Los Cués, km 4.5, Municipio El Marqués, Querétaro, México. C. P. 76246
www.cenam.mx
Correo electrónico: servtec@cenam.mx
Teléfono: 442 211 0500 al 04
Edición: Comité Técnico del Simposio de Metrología 2016

ISBN 978-607-97187-8-7

CUERPO DIRECTIVO

Víctor José Lizardi Nieto
Director General del Centro Nacional de Metrología

César de Jesús Cajica Gómez
Director General de Administración y Finanzas

Yoshito Mitani Nakanishi
Director General de Metrología de Materiales

René David Carranza López Padilla
Director General de Metrología Eléctrica

José Salvador Echeverría Villagómez
Director General de Metrología Física

Ignacio Hernández Gutiérrez
Director General de Metrología Mecánica

Ismael Arturo Castelazo Sinencio
Director General de Servicios Tecnológicos

COORDINADOR GENERAL

Daniel Cárdenas García

COMITÉ TÉCNICO

Melina Pérez Urquiza
Carlos Alberto Galván Hernández
Héctor Alfonso Castillo Matadamas
Felipe León Hernández Márquez
Carlos Andrés Ortiz Cardona

Yadira Guadalupe Maldonado
Roberto Arias Romero
Alfredo Arturo Elías Juárez
Israel García Ruiz
Eduardo de Carlos López

PREFACIO

Cada dos años, desde 2002, el Centro Nacional de Metrología (CENAM) organiza el Simposio de Metrología con el objetivo de proporcionar un foro para la presentación y difusión de los resultados de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico en metrología que se realizan en México y otros países.

En este evento se reúnen miembros de institutos nacionales de metrología, de laboratorios de calibración y ensayos, de la industria, de centros académicos y de investigación y desarrollo, y otros profesionales en metrología, para compartir información sobre sus avances y experiencias en materia de métodos e instrumentos de medición, patrones y materiales de referencia, estadística aplicadas a las mediciones, impacto de la metrología en los sectores productivos, en metrología y salud, cambio climático, nanotecnología y otros temas estratégicos para la comunidad metrológica.

En cada edición del Simposio de Metrología se ha fomentado la participación activa de la comunidad metrológica, así como de todos los profesionales involucrados en las mediciones para que expongan sus contribuciones en las diversas aplicaciones de este importante campo de la ciencia y la tecnología. Por lo anterior, el Simposio de Metrología es uno de los principales foros tecnológicos y de difusión del conocimiento en su género a nivel nacional, e incluso internacional.

El lema de este Simposio fue “Metrología para el bienestar y la competitividad”, ya que desde su establecimiento, el CENAM ha apoyado a los diversos sectores de la sociedad en la satisfacción de sus necesidades metrológicas con el fin de contribuir al bienestar de la población e incrementar la competitividad de las industrias.

Estas memorias contienen los trabajos técnicos que fueron revisados y aprobados para su presentación en el Simposio de Metrología 2016. Estoy seguro que serán de interés para todos aquellos que colaboramos en el trabajo metrológico.

Daniel Cárdenas García

Coordinador General del Simposio de Metrología 2016

CRITERIOS PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LOS MEDIDORES DE FLUJO TIPO LINEAL EN LA DETERMINACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN QUE EMPLEAN UCL

Manuel Antonio Ortiz Montuy Rodríguez, Uriel Inocencio Alegría Rodríguez, Jorge Pérez Vera
CIATEQ A.C.

Av. Del retablo 150, Col. Constituyentes Fovissste, Querétaro, México
manuel.ortizmontuy@ciateq.mx

Resumen: Actualmente la repetibilidad y la linealidad son algunos de los criterios evaluados para determinar la conformidad de los sistemas de medición de hidrocarburos líquidos con medidores de flujo lineal, sin embargo, la linealidad calculada a partir de los factores del medidor que se ingresan a la unidad de control local (UCL), puede llegar a ser insuficiente, debido a que por diversas condiciones, es posible obtener factores del medidor con una relación de linealidad menor a 0.25% y con valores que superan los límites del error máximo permisible establecidos por OIML R117 para un sistema de medición con clase de exactitud de 0.3.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente en México la repetibilidad y linealidad son considerados por los organismos reguladores como los principales criterios para determinar la conformidad de los medidores lineales que emplean unidad de control local (UCL); Aunque la linealidad es ampliamente utilizada y sus definiciones se mencionan en estándares internacionales como API, ISO e ISA, su interpretación suele ser confusa e incluso el cálculo puede llegar a ser complejo.

Se realizó un estudio para determinar el estado metrológico en sistemas de medición con medidores de flujo tipo turbina y desplazamiento positivo utilizados para el llenado y vaciado de contenedores; con la finalidad de conocer y comparar el desempeño de los medidores en un periodo de tiempo aproximado a un año; fue necesario graficar en cartas de desempeño (Meter factor VS Caudal) los factores del medidor (MF) obtenidos de las últimas cuatro calibraciones realizadas a estos sistemas.

El propósito de este trabajo es, justificar el uso del error máximo permisible establecido por OIML R117-1 en conjunto con la repetibilidad y linealidad calculados a partir del Meter factor (MF) como parte de los criterios de aceptación adecuados y necesarios para la evaluación de la conformidad de los sistemas de medición con medidores de flujo lineal que emplean UCL para el cálculo volumétrico.

2.0 DETERMINACIÓN DE LA REPETIBILIDAD Y LA LINEALIDAD

La repetibilidad de un medidor lineal se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{máximoMF} - \text{mínimoMF}}{\text{mínimoMF}} \times 100$$

Esta ecuación aplicada a los factores del medidor (MF) obtenidos de las corridas de calibración.

La ecuación utilizada para calcular la linealidad es la siguiente:

$$\frac{\text{máximoMF} - \text{mínimoMF}}{\text{promedioMF}} \times 100$$

Esta ecuación se aplicó a los factores del medidor (MF) provenientes de los certificados de calibración, debido a que estos resultan más representativos del desempeño del medidor a diferencia de los factores a ingresar a la UCL que se ven afectados por condiciones de reproducibilidad como son (diferentes laboratorios, método de calibración, medidor patrón, personal técnico)

2.1 ERROR MÁXIMO PERMISIBLE

OIML como organismo regulador, en la recomendación 117-1, establece los errores máximos permitidos (EMP) y las condiciones para aplicarlos de acuerdo a la clase de exactitud del sistema, esta clasificación está en función del campo de aplicación y se divide en cuatro grupos (0.3, 0.5, 1.0 y 1.5); para la clase de exactitud de 0.3 (sistemas de medición en tubería recta), el EMP del sistema de medición es de 0.3% y el EMP del elemento de flujo es de 0.2%.

En el estudio realizado se evaluó la conformidad del sistema de medición con el método tradicional (repetibilidad y linealidad del elemento de flujo), sin embargo, se añadió a la carta de desempeño el error máximo permisible del sistema (0.3%), considerando que el factor del medidor relaciona las cantidades

medidas por el elemento bajo calibración y el instrumento de referencia y en su determinación se consideran otras variables de influencia (temperatura y presión).

$$MF = \frac{IV \times CTL_P \times CPL_P \times MF_P}{IV \times CTL_{IBC} \times CPL_{IBC}}$$

2.2 CARTA DE DESEMPEÑO

Para la elaboración de la carta de desempeño se graficaron los factores del medidor obtenidos de la última calibración y tres anteriores, se establecieron límites fijos del error máximo permisible (\pm EMP) y se consideró como valor de referencia el MF 1.0000, (mejor línea recta) el cual es representativo del valor convencionalmente verdadero; se establecieron límites de advertencia superior e inferior (LAS, LAI) y límites de control (LSC, LIC), calculados a partir del promedio de los factores del medidor de la última calibración; se tomó como referencia el valor de linealidad declarado por los fabricantes de los medidores (\pm 0.15%) y el valor típico declarado en la normatividad (\pm 0.25%), para los límites de advertencia y control respectivamente.

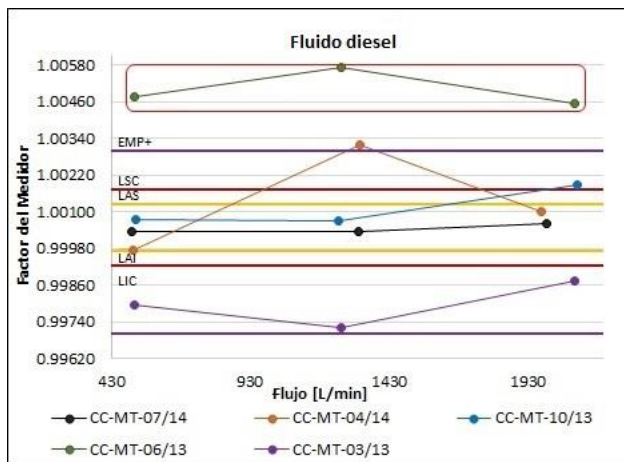


Fig. 1 Carta de desempeño del medidor tipo turbina

3. RESULTADOS

El análisis gráfico de los factores del medidor en las cartas de desempeño permitió conocer el desempeño de los sistema de medición en el periodo de estudio, y en algunos casos se comprobó que a pesar de tener factores del medidor con una repetibilidad y linealidad dentro de los límites establecidos, hubieron factores del medidor que superaron hasta en dos o más periodos consecutivos de calibración los límites del EMP, al no tener considerado el error máximo permisible dentro de los

criterios de aceptación, se corre el riesgo de dar por valido el desempeño del medidor aun cuando este no cumple con la parte de obtener una medición confiable.

4. DISCUSIÓN

La repetibilidad es un indicativo de la precisión del sistema de medición, así mismo como criterio de aceptación la linealidad evalúa el estado del medidor de flujo y de las condiciones de operación en las que se realiza la medición, sin embargo, no son por si solos determinantes en la conformidad de un sistema de medición. La ventaja de aplicar el criterio del error máximo permisible, en una carta de desempeño es que nos permite de manera inmediata observar cuando se están realizando mediciones que aunque son precisas y lineales carecen de la veracidad necesaria para ser consideradas como exactas.

5. CONCLUSIONES

La linealidad en sistemas de medición que implementen unidades de control local (UCL) para cuantificar el volumen, debería ser evaluada utilizando los Factores del Medidor (MF) y no los Factores a Ingresar, los cuales son susceptibles a la influencia de las condiciones de reproducibilidad.

Los factores del medidor (MF) observados en las cartas de desempeño fuera del área de conformidad del error máximo permisible (EMP) se originan por la combinación del método de ajuste empleados por las UCL'S (linealización) más la influencia de las condiciones de reproducibilidad procedentes de los factores a Ingresar a la UCL.

Es conveniente la aplicación de cartas de desempeño empleando la repetibilidad, la linealidad y error máximo permisible para determinar la conformidad de sistemas de medición que emplean UCL.

REFERENCIAS

- [1] International Organization of Legal Metrology, OIML R 117-1. Ed. 2007. Pp 20
- [2] API MPMS, Chapter 4, section 8, "Operation of Proving Systems". Ed. 1995, R. 2007.
- [3] API MPMS, Chapter 5, Section 2, "Measurement of Liquid Hydrocarbons by Displacement Meters", Ed. 2005.
- [4] API MPMS, Chapter 5, Section 3. "Measurement of Liquid Hydrocarbons by Turbine Meters", Ed. 2005, AD. 2009.