

Fundamentos para Instrumentación y Calibración de Equipos en una Batería de Producción

Juan Carlos López M. Ing. de Petróleos. USCO.
Mario Alberto Tovar I. Ing. de Petróleos. USCO.
Jairo Hernández M. Ing. Electrónico. Director de Tesis*. USCO.

Resumen

Este artículo se refiere al proyecto que se presentó al personal que labora en la compañía HYDROCARBON SERVICES LTDA., así como a los contratistas a quienes se suministró la información suficiente acerca de los procedimientos de calibración de los principales instrumentos que se encuentran en una batería. También el proyecto cuenta con una base teórica que provee a los estudiantes de ingeniería de petróleo una excelente guía. Teniendo presente lo anterior, se aclarará la importancia de mantener calibrados los instrumentos de medición y la realización

de calibraciones de carácter preventivo para no sólo garantizar que el proceso se ha llevado a cabo con mediciones precisas sino también para evitar las pérdidas por fallas en los equipos. Al enunciar los requisitos exigidos por la NTC-ISO-IEC 17025 (requisitos generales para el servicio en laboratorios de calibración y ensayo) se muestra cuales son las características con que debe contar un laboratorio que preste los servicios de calibración a los instrumentos patrón, con los cuales se realizarán la calibración de los instrumentos en la batería. Finalmente se cuenta con la descripción de los principales instrumentos con que cuenta una batería y sus procedimientos de calibración conforme a las normas de seguridad y lineamientos del sistema de calidad de la compañía HYDROCARBON SERVICES LTDA.



Abstract

This article reference the project following pretend the that personnel that works in the company HYDROCARBON SERVICES LTDA., and the contractors have the enough information about the procedures of calibration of the principal instruments that are in a battery. Also the project gets a theoretical base that provides the students of engineering of petroleum an excellent guide. Having present the mentioned, this project clear up the importance of maintaining calibrate the mensuration instruments and the realization of calibrations preventive character not alone to guarantee that the process has been carried out with precise mensurations but also to avoid the losses for flaws. When enunciating the requirements demanded by the NTC-ISO-IEC 17025 (*general requirements for the service in calibration laboratories and rehearsal*) it is shown which are the characteristics that should have a laboratory that lends the calibration services to the instruments pattern, which pattern carry out the calibration the place where they are using the instrument. Finally it is described the principal instruments of a battery and their calibration procedures according to the norms of security and system of quality of the company HYDROCARBON SERVICES LTDA.

* Esta tesis fue realizada en colaboración de la compañía HYDROCARBON SERVICES Ltda. y la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA. Con el propósito de prestar una herramienta útil en el desarrollo de las actividades de calibración de los principales instrumentos encontrados en una batería petrolera.

Introducción

En diferentes puntos de una batería se ubican instrumentos, que permiten el control y medición de caudal, presión, temperatura y nivel, por ejemplo, el separador posee controladores de presión y nivel, medidores de caudal como el porta orificio o la turbina, medidores de temperatura y sistemas de seguridad en los que se cuentan con alarmas, válvulas y discos de ruptura. Todos los instrumentos hacen que el tratamiento del crudo en el separador, cuente con una supervisión y control previo a su llegada al tratador y a sí mismo los instrumentos ubicados en el tratador supervisen las condiciones del crudo antes de llegar a los tanques.

4

Ingeniería 3 Región

Para el correcto funcionamiento de los instrumentos de control y medición es necesario darse cuenta de la importancia de realizar un programa de mantenimiento y calibración; y conocer que los resultados de las calibraciones deben realizarse con patrones calibrados en laboratorios que cumplan los requisitos de la guía NTC-ISO-IEC 17025.

El presente artículo además de lo anterior contiene información acerca de los principales instrumentos que se emplean en una batería y los procedimientos de mantenimiento y/o calibración, con el propósito de brindar una herramienta útil al personal que se encuentra en una batería.

Finalmente los autores esperan que este artículo contribuya a despertar interés en el campo de la instrumentación y el control, un área que día a día innova en tecnología y cuyo campo laboral es muy amplio.

Metrología

La metrología es la ciencia de las medidas; de los sistemas de unidades y de los instrumentos usados para efectuarlas e interpretarlas. Esta comprende los aspectos teóricos y prácticos de las mediciones y su incertidumbre en los campos de aplicación científico, legal e industrial. Esta ciencia trata del estudio y aplicación de todos los

medios propios para la medida de magnitudes, tales como longitudes, presiones, masas, tiempos, velocidades, potencias, temperaturas, etc.

Medir es una técnica por medio de la cual se le asigna un número o un valor a una propiedad física como resultado de la comparación de dicha propiedad con otra similar tomándola como patrón, la cual se ha adoptado como unidad.

La metrología constituye uno de los vastos campos científicos en los que está basada gran parte de la tecnología e industria moderna, con el fin de asegurar la optimización de los procesos. Por esto su relevancia para la calidad del proceso es evidente:

- Mayor rentabilidad. Con una medida y tratamiento adecuado del producto (petróleo) se obtiene un mayor control de la producción y de la calidad.
- Mejores productos finales. Ejecutando acciones preventivas para el aseguramiento de la calidad mediante la aplicación de programas para calibración de los instrumentos que actúan en el proceso.
- Disminución de rechazos. Una baja exactitud de las mediciones del producto en el control de procesos es frecuentemente responsable del no cumplimiento de las especificaciones.



- Disminución de pérdidas. Trabajar con instrumentos calibrados para medir con exactitud lo que se produce y lo que se vende.
- Aumento en la productividad. No se desperdicia productos para el tratamiento del crudo, invirtiéndose estrictamente lo necesario para el tratamiento, gracias a mediciones entregadas por instrumentos calibrados.

Calibración de Instrumentos. El comportamiento de los equipos de medición y ensayo pueden cambiar con el paso del tiempo o por influencia ambiental, es decir, el desgaste natural, la sobrecarga o por un uso inapropiado. La exactitud de la medida dada por un instrumento necesita ser comprobada con base en un programa de calibración.

La calibración de instrumentos se puede definir como el ajuste de la salida de un instrumento a valores deseados dentro de una tolerancia especificada para valores particulares de la señal de entrada, de acuerdo a un patrón de referencia reconocido, y que este patrón sea trazable a los patrones estandarizados.

La calibración y/o ajuste incluye procedimientos de simulación en banco de pruebas de la variable del proceso, inyección de señal de entrada a instrumentos, ajuste de señal de salida según los datos del instrumento, ajuste de acción de control, ajuste de carrera en instrumentos de posición, verificación de condición de falla y cualquier otro procedimiento que implique ajuste de las condiciones de funcionamiento de un instrumento a un rango preestablecido o a condiciones de proceso dadas.

Los instrumentos industriales pueden medir, transmitir y controlar las variables que intervienen en un proceso. En la realización de cada función del proceso, existe una relación entre la señal de entrada de la variable y la de salida del instrumento. Siempre que el valor representado corresponda exactamente al de la variable de entrada el instrumento estará efectuando una medición correcta. En la práctica, los instrumentos determinan en general unos valores

inexactos en la salida que se apartan en mayor o menor grado del valor verdadero de la variable de entrada, lo cual constituye el error de la medida.

El tener un instrumento calibrado significa que la diferencia entre lo que el instrumento indica y lo que debe indicar es conocida. Por lo tanto en principio es posible trabajar con un instrumento que presente grandes errores, y corregir las indicaciones de acuerdo a lo establecido en el certificado de calibración.

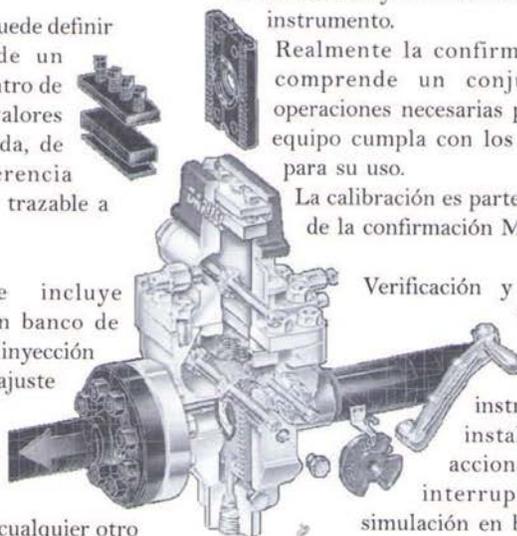
Un instrumento es confiable o sus indicaciones son exactas solamente si el instrumento ha sido calibrado y anexado su Certificado de Calibración. La calibración debe efectuarse periódicamente a intervalos que debe definir el usuario de acuerdo a la frecuencia y condiciones de utilización del instrumento.

Realmente la confirmación Metrológica comprende un conjunto de pasos y operaciones necesarias para asegurar que el equipo cumpla con los requisitos exigidos para su uso.

La calibración es parte esencial del proceso de la confirmación Metrológica.

Verificación y chequeo. La verificación incluye un chequeo funcional de los instrumentos antes de la instalación (por ejemplo accionamiento manual de interruptores) así como simulación en banco de pruebas de condiciones de funcionamiento.

Generalmente la verificación es el chequeo interno entre calibraciones, o las pruebas para comprobar el correcto funcionamiento de un equipo después de un ajuste o un periodo prolongado de uso. Estas comprobaciones pueden ser realizadas por el usuario, siempre que éste cuente con los conocimientos y los elementos técnicos necesarios, y serán tal vez de utilidad para su proceso de control estadístico, para establecer o modificar los intervalos entre calibraciones, o para establecer el tipo de trabajo para el cual el instrumento resulta apropiado.



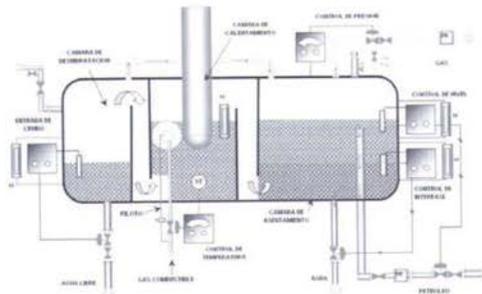


Figura 1. Tratador.

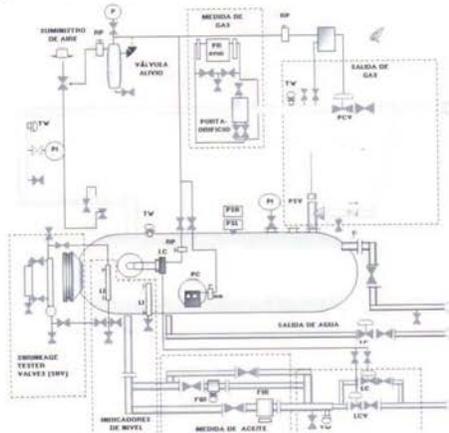


Figura 2. Separador.

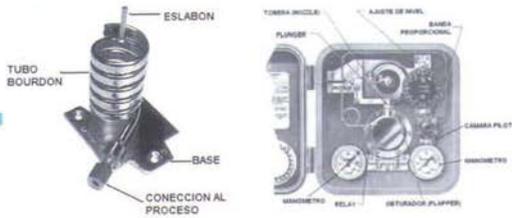


Figura 3. Bourdon helicoidal.

Figura 4. cn3.

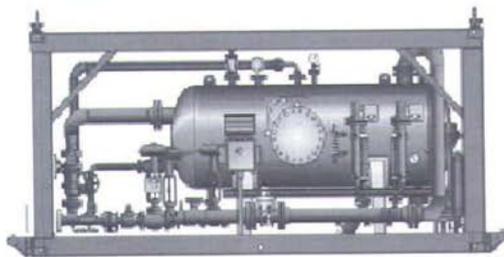


Figura 5. Separador.

Calibración en la Industria Petrolera. La calibración y trazabilidad son cruciales para una empresa petrolera, principalmente en las actividades de producción. Analicemos algunas razones:

Repetibilidad del proceso. La calibración de los instrumentos se puede ver alterada por muchas causas, incluyendo inicialización inadecuada por configuración o instalación inapropiada, contaminación, daños físicos, o deriva en el tiempo. Algunas veces esta alteración en la calibración provoca pérdidas en la calidad del producto o servicio. Esta declinación en la calidad puede ser advertida mediante rutinas de calibración, protegiendo así la repetibilidad del proceso.

Transferencia de procesos. La variación en las mediciones debido a la descalibración de instrumentos puede afectar seriamente la calidad en el proceso de producción de la batería. La capacidad de transferencia es también importante cuando se va de un sistema de producción al siguiente. Un proceso puede trabajar muy bien en una máquina de producción, pero reproducir esto en otra máquina puede ser difícil.

Intercambio de instrumentos. La habilidad para actualizar o reemplazar un instrumento dentro de la ruta de producción sin afectar el proceso es esencial. Algunas veces los instrumentos llegan a dañarse y deben ser reemplazados. Igualmente es importante actualizar la instrumentación a medida que nuevas tecnologías son desarrolladas, para mantenerse competitivo.

Incremento del tiempo efectivo de producción. Un proceso puede ser interrumpido por cualquier cantidad de razones, algunas de las cuales están fuera de control. Asegurando la calibración de los instrumentos, se puede minimizar el error de los instrumentos como causa de paro.

Un programa de calibración no sólo incrementará los tiempos efectivos de producción mediante la predicción y la prevención, además permitirá descubrir

problemas de instrumentación antes de que causen una falla completa.

Cumplimiento del sistema de calidad. Muchas compañías buscan la certificación ISO 9000:2000, la cual demanda la documentación del proceso, y dado que los parámetros instrumentales del proceso son aspectos críticos de la documentación, es crucial asegurar que estos parámetros sean correctos y trazables:

Los servicios de calibración, trazables a patrones nacionales, son la única manera para asegurar que las mediciones requeridas en el proceso sean correctas, documentadas y en cumplimiento con las normas y recomendaciones nacionales e internacionales del sistema de calidad.

Control del proceso en el sistema de calidad. A continuación se describen los requisitos que se deben cumplir para el control de un proceso según el sistema de calidad:

1. Identificar los pasos del proceso de producción en una batería.
2. Asegurar que las variables del proceso se lleven a cabo en condiciones controladas.
3. Suministrar instrucciones por escrito para aquellos trabajos que tengan efecto sobre la calidad.
4. Monitorear los procesos.
5. Dar mantenimiento y calibración a los equipos, para garantizar la calidad del proceso.

La adecuación del control del proceso de producción debe tomar en cuenta la adecuación de los procesos de medición y control.

La compañía debe incorporar un programa de mantenimiento, definir las actividades de acuerdo con el nivel que corresponda a las habilidades y a la capacitación que haya recibido el personal de mantenimiento y llevar un registro del trabajo realizado. Deben señalarse los casos en el que el mantenimiento sea correctivo "el equipo funciona".

También se deben señalar los casos de mantenimiento preventivo "mantenimiento de rutina".

Los requisitos correspondientes a la exactitud de las pruebas, a la calibración del equipo, al manejo del mismo y a la documentación de los procedimientos de verificación y chequeo, son los siguientes:

1. Identificar las mediciones necesarias, la exactitud exigida y el equipo adecuado para la inspección, la medición y las pruebas.
2. Identificar, calibrar y ajustar todo el equipo.
3. Establecer, documentar y mantener procedimientos de calibración.
4. Garantizar que el equipo sea capaz de lograr la exactitud y la precisión estipuladas.
5. Identificar el equipo a fin de indicar el estado de calibración.
6. Mantener los registros de calibración.
7. Evaluar y documentar la validez de los resultados de las inspecciones y pruebas anteriores cuando el equipo se encuentre descalibrado.
8. Garantizar que existan las condiciones ambientales adecuadas para la calibración, la inspección, la medición y las pruebas.
9. Garantizar la exactitud y la adecuación para el uso cuando se maneje, preserve y almacene el equipo.

El objetivo es atender la necesidad de dar mantenimiento preventivo a todo el equipo, así como también la necesidad de incluir la calibración de los dispositivos de medición y control que forman parte de un proceso.

Control del equipo de inspección medición y pruebas

A continuación se describen los requisitos que se deben cumplir para el control de los equipos de medición y pruebas según el sistema de calidad:

Fundamentos para instrumentación y calibración de equipos en una batería de producción

1. Establecer y mantener procedimientos documentados de control y calibración.
2. Utilizar el equipo calibración y prueba de tal manera que se garantice la incertidumbre de la medición y que ésta sea consistente con la capacidad de medición estipulada.
3. Verificar una y otra vez la capacidad de cualquier software y hardware de prueba que se utilice como forma de inspección.
4. Tener a la mano los datos técnicos que correspondan a los dispositivos de medición siempre que el cliente lo solicite.

Procedimientos de calibración. Un procedimiento es un documento que debe reflejar con exactitud la operación que describe, quién es responsable de las actividades y cuales son los registros que surgen de dichas actividades. Los procedimientos son parte importante en un sistema de calidad en el cual se emplean para lograr lo siguiente:

1. Actuar como punto de referencia para el personal nuevo y disminuir la necesidad de capacitación verbal.
2. Definir las responsabilidades y la autoridad.
3. Ayudar a identificar el por qué se cometieron errores.
4. Evitar que se cometan errores al modificar el procedimiento.
5. Estipular la creación de registros de las actividades descritas.

Los procedimientos son herramientas vitales y útiles, para garantizar su credibilidad es imprescindible que se revisen con frecuencia para ser actualizados.

Conclusiones

La utilización del manual como herramienta guía y las posteriores revisiones que de este se hagan, optimizan el desempeño de los instrumentos de control por parte de los trabajadores en una batería.

La revisión del manual debe ser una tarea rutinaria por parte de los trabajadores encargados de la calibración y mantenimiento de los instrumentos de control de una batería, pues son quienes están en contacto diario con ellos.

El desarrollo de un manual con sistemas totalmente automatizados será necesario y acorde a las necesidades de la industria.

El manual es un instrumento práctico que permite al estudiante de Ingeniería de Petróleos un acercamiento práctico a los procedimientos de calibración de los instrumentos de control para una batería.

La instrumentación, control y calibración es de gran importancia en las operaciones de una estación, por tal razón, es necesario conocer e identificar la función que cada instrumento desempeña dentro del proceso de control de la operación, diferenciar cada uno de sus instrumentos y su finalidad.



Recomendaciones

El mantenimiento y la calibración de los instrumentos encargados del control y la medición en una batería, debe ser una operación preventiva y no correctiva; esto con el fin de evitar pérdidas económicas al detener el transcurso normal de las operaciones por fallas en un equipo.

Las actividades que involucra un procedimiento deben tener un soporte por técnico escrito, con el cual se pueda mejorar continuamente la actividad al

verificar y corregir este documento; y así obtener los mejores resultados.

Emplear de este manual como instructivo para nuevo personal hará parte de la empresa para facilitar la actividad de introducción. Las revisiones de los manuales integrales deben ser una tarea rutinaria por parte de operadores y supervisores de las baterías, pues son quienes se encuentran en contacto diario con equipos e instalaciones.

Referencias Bibliográficas

1. ALARCÓN ORTIZ, José Alberto y BARRERA BERMÚDEZ, Juan Cristóbal. Manual de Operaciones – Estación de Producción Yaguará - Tomo 2. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1991, p. 9-16.
2. Manual de Operaciones – Estación de Producción Yaguará. Tomo 3. Neiva: Universidad Surcolombiana, 1991, p. 21-31.
3. ASHCROFT, Instruments division, Pressure gauge installation, operation and maintenance, Part 250-1353J. 1994, Section 1.
4. FISHER-ROSEMOUNT, 2680-268T series liquid level controllers, instruction Manual from 5372. 1999, p. 8-11.
5. AMETEK, Handbook. Mansfield & green type "R", N° 68-24. 1997, p. 24.
6. BORDÓNS ALBA, Calos. Tecnología del Control (publicación Web). Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática. Septiembre 2000.
7. BRUNSWIS COMPANY. Pump catalog & part list, Gas or air powered chemical injector serie 3700. 1988, p. 8.
8. CARRASCO SANTAMARÍA, José Eduardo. Evaluación y optimización del uso de medidores de coriolis para la medición de la producción de un sistema bifásico agua-aceite. Neiva: Universidad Surcolombiana. 1997, p. 52-54.
9. CREUS SOLE, Antonio. Instrumentación industrial. 6 ed. Santafé de Bogotá: Alfaomega, 2000. 750 p.
10. FISHER. 2500 and 2503 Level-trol controller/transmitters, instruction manual from 1013. 1980, p 4,5,14-19.
11. FISHER-ROSEMOUNT. 4150K AND 4160K series WIZARD II, pressure controllers and transmitters, form 5177. 1999, p. 8-12.
12. GARCÍA MUÑOZ, Celso Omar y MORALES DÍAZ, Mónica Andrea. Manual de procedimientos para las operaciones de la planta de inyección de agua del campo río ceibas. Neiva: Universidad Surcolombiana; 2002. p. 304-309.
13. GONZÁLEZ CERQUERA, Benjamín. Tecnología de Producción Petrolera – Tratamiento de Emulsiones, Fase 1. NEIVA. 1991, p. 2.
13. GREENE W. Richard. Válvulas selección, uso y mantenimiento. México: Mc. GRAW – HILL. 1992; p. 275.
14. HALLIBURTON SERVICES. Flow analyzer model MC -II, Instruction Manual N° 991.43407. Oklahoma: 1985. p. 6-19.
15. <http://uvirtual.uninorte.edu.co/catalogoweb/ingenierias/EspIngdeProcesos/InstrumentacionIndustrial.htm>.
16. ICONTEC. Norma técnica colombiana NTC-ISO-IEC 17025, Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayo y calibración. Bogotá: 2001. p. 40.
17. ITT CORPORATION. Barton model 242E (Temperature & Pressure, Recorder-Receiver), installation and operation manual N° 94A1. CA 91745. 1994, p. 1-3.
18. KENKO, engineering. Liquid level gauges. Catalogo de ventas, 3 p.
19. NATIONAL INSTRUMENTS. The measurement and automation. Catalog 2004, p. 824.
20. NOSHOK, pressure gauges, Serie 400/500. Catálogo de ventas, p. 19.
21. PEACH, Robert W. Manual DE ISO 9000, 3 ed, México: Mc Graw Hill; 1999, 34 p.
22. MÉNDEZ, Carlos E. Metodología de Investigación, 2 ed, Bogotá: Mc Graw Hill; 1996, 25 p.
23. SCHLUMBERGER, PEPTEC EXPERT - TRAINING PROGRAM FOR W&T FIELD TECHNICIANS. Version 1.0. February 1999.
24. THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. Testing and analysis of safety/relief valve performance. New York: 1983, p 19.
25. TRAINING CORPORATION. Instrumentación y Control – Sistemas de control electrónicos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1990.
26. www.emersonprocess.com/daniel: Fundamentals of Orifice Meter Measurement, Measurement and Control. Western Hemisphere, P.O.Box 19097, Houston, Texas 77224 U.S.A. Phone: (713) 467-6000 Fax: (713) 827-3880.