

AP 1022:

Requerimientos para la calibración y pruebas funcionales (Bump Test) para monitores portátiles para gas de lectura directa

Fabricantes y agencias regulatorias están de acuerdo con que la aproximación más segura y conservativa es llevar a cabo una prueba funcional por medio de la exposición del detector de gas a un gas de prueba antes de uso diario.

La deficiencia de oxígeno, atmósferas explosivas y la exposición a gases tóxicos y vapores causan lesiones a cientos de trabajadores todos los días. Las condiciones atmosféricas que dan paso a estos accidentes y fatalidades son usualmente invisibles para los trabajadores que están involucrados. La única manera de asegurar que las condiciones atmosféricas son seguras es mediante el uso de un monitor de gases. La única forma para conocer si un instrumento es capaz de tener un desempeño adecuado es exponerlo a un gas de prueba. Exponer el instrumento a una concentración conocida de un gas de prueba verifica que ese gas está siendo hábil para alcanzar los sensores y ser detectado de forma correcta. Esto verifica el desempeño correcto de las alarmas del instrumento, y (Si el instrumento es equipado con un display en tiempo real), que las lecturas son precisas. La omisión de hacer una prueba periódica y documentar el desempeño de sus monitores atmosféricos puede llevarlo a citaciones regulatorias o multas, así como incrementar su responsabilidad en el evento en que un trabajador resulte lesionado en un accidente.

Nunca ha habido un consenso entre los fabricantes respecto a que tan frecuentemente los detectores portátiles de lectura directa deben ser calibrados. Sin embargo, los fabricantes si están de acuerdo que la manera más segura y conservativa es verificar el desempeño del instrumento exponiéndolo a gas de prueba antes de su uso de manera diaria. Llevar a cabo una prueba funcional “Bump Test” es muy simple y requiere solamente de unos pocos segundos. No es necesario hacer una calibración y ajuste al menos que las lecturas se encuentren por fuera de los límites de precisión establecidos. Los estándares regulatorios que gobiernan la entrada a espacios confinados y otras actividades que incluyen el uso de instrumentos de lectura directa están de acuerdo con esta aproximación.

Sin embargo, la definición de prueba funcional “Bump Test” ha sido siempre un tema resbaladizo. Algunos fabricantes difieren entre una prueba funcional que provee una evaluación cualitativa de la habilidad del instrumento para detectar gas y una verificación de calibración “calibration check” que verifica

que la respuesta del sensor(es) cuando esta expuesto a concentraciones conocidas de gas de prueba está cumpliendo con los requerimientos de precisión del fabricante. Todos los fabricantes están de acuerdo que el instrumento que falla bien sea una prueba funcional o una verificación de calibración deben someterse a una calibración completa antes de su uso.

ISEA - Declaración de validación de las operaciones para monitores portátiles de lectura directa

La Asociación Internacional de Equipos de Seguridad (ISEA por sus siglas en inglés) es la organización internacional que lidera la seguridad de los equipos de la mayoría de los fabricantes, incluyendo instrumentos para monitoreo ambiental. La ISEA se dedica a proteger la salud y seguridad de los trabajadores a través del desarrollo de estándares y la educación de los usuarios en prácticas seguras de trabajo y prevención a la exposición.



Figura 1: Llevar a cabo una prueba funcional “Bump Test” mediante la exposición del instrumento a gas de prueba toma solo unos cuantos segundos en ser terminada.



GfG Instrumentation

94 Oak Valley Drive, Suite 20, Ann Arbor, Michigan 48108 USA
800-959-0329 • 734-769-0573 • 734-769-1888 Fax

Worldwide Manufacturer of Gas Detection Solutions

www.goodforgas.com



En el 2010 la ISEA actualizó su protocolo para la “validación de procedimiento de las operaciones para monitores portátiles de lectura directa” para clarificar las recomendaciones de la asociación para los procedimientos utilizados para verificar la correcta operación y precisión de las lecturas.

El protocolo fue designado para enfatizar los estándares de la OSHA, así como de otros organismos en la importancia de la verificación de la calibración de los instrumentos utilizados para monitorear las atmósferas en locaciones potencialmente peligrosas, para clarificar las diferencias entre una bump test (Prueba funcional), Calibration check (Verificación de calibración) y full calibration “Calibración completa”. El protocolo aplica para todos los sensores instalados en un detector de gas de lectura directa, no solamente para el sensor de gases combustibles. La última versión de este protocolo también incluye una lista expandida de condiciones y circunstancias que requieren una re verificación del desempeño del instrumento antes de su próximo uso.

En Estados Unidos un gran número de estados y agencias federales, incluyendo la Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), han desarrollado guías e instrucciones de las mejores prácticas basadas en el protocolo de la ISEA. En algunas jurisdicciones llevar a cabo una prueba funcional antes del uso diario del instrumento no es obligatorio, pero en todas las jurisdicciones están de acuerdo tanto las agencias regulatorias como la guía de los fabricantes, que la forma más segura de acción es llevar a cabo un bump test que incluya la exposición del sensor en el instrumento a gas de prueba antes de su uso diario.

¿Qué causa que un instrumento pierda precisión?

Instrumentos de un solo sensor están diseñados para enfocarse en un solo contaminante tóxico o una condición de riesgo (como H₂S o deficiencia de O₂), o la presencia de alguna clase de peligro atmosférico (como la presencia de un gas combustible). Instrumentos de un solo sensor “Libres de mantenimiento” pueden o no incluir un medidor para la pantalla o lectura directa, y estos pueden o no ser capaces de llevar a cabo un ajuste de calibración mientras son expuestos a un gas de prueba con concentraciones conocidas. Los instrumentos para espacios confinados y otro tipo de instrumentos multigas incluyen diferentes tipos de sensores. El tipo de sensor instalado depende de la aplicación específica de monitoreo.

La atmósfera en la cual el instrumento será utilizado puede tener un efecto en el sensor. Cada tipo de sensor utiliza un principio de detección ligeramente diferente. Los sensores pueden ser envenenados o sufrir una degradación en su desempeño si son expuestos a ciertas sustancias.



Figure 2: The only way to know whether an instrument is capable of proper performance is to expose it to test gas.

Los tipos de condiciones que afectan la precisión de los sensores varían de un tipo de sensor al siguiente.

Mientras que los sensores electroquímicos utilizados para medir gases tóxicos como Monóxido de Carbono y Sulfuro de Hidrogeno no saldrán de uso o serán consumidos por la exposición a CO o H₂S, estos deben ser eventualmente reemplazados cuando no siguen siendo hábiles de detectar el gas. Aunque los sensores de CO y H₂S pueden durar por muchos años sin pérdida significativa en sensibilidad, la pérdida de sensibilidad al final de su vida útil puede ser repentina. La exposición accidental a otras sustancias puede también reducir su sensibilidad. Por ejemplo, muchos sensores electroquímicos son permanentemente afectados por la exposición a solventes orgánicos y alcoholes. La exposición a metanol es muy reconocida por afectar potencialmente el desempeño de los sensores de CO y H₂S.

El más común de los sensores de oxígeno que utiliza una celda de combustible se consume a sí mismo durante la vida útil del sensor, y necesitara eventualmente ser reemplazado. Un sensor de Oxígeno defectuoso o funcionando de manera incorrecta debe ser reemplazado pronto.



Los sensores de oxígeno cerca del final de su vida útil desarrollan otro tipo de problemas de desempeño, como una respuesta anormalmente lenta. Por estas razones llevar a cabo una prueba funcional en el sensor de Oxígeno es particularmente importante.

Los sensores combustibles están predispuestos a ser dañados dada la exposición a sustancias que inhiben la respuesta del sensor al gas combustible. Los sensores combustibles pueden ser afectados por la exposición a siliconas volátiles, Solventes clorados (como Metileno de Cloro), Sulfuros (como H₂S), híbridos (como Fosfinas o arsina, o incluso a exposición a altas concentraciones del gas combustible. Los sensores pueden también sufrir pérdida de sensibilidad dado a envejecimiento, daño mecánico por caídas o inmersiones, o pérdida de sensibilidad dado por otras causas.

Incluso si un sensor se encuentra saludable en su interior, si el gas no es capaz de propagarse en el interior del sensor porque hay alguna obstrucción o fuga en la bomba o el sistema de muestreo, o porque el filtro externo se ha contaminado, el sensor no responderá de forma adecuada. Incluso los sensores “Libres de mantenimiento” de un solo gas deben ser expuestos periódicamente a gas de prueba para asegurar que el instrumento es capaz de responder adecuadamente. Incluso si el sensor responde y las lecturas son correctas, si las alarmas no se activan de forma correcta, o si el instrumento falla en operar correctamente en otras formas cuando es expuesto al gas, el instrumento debe ser llevado a servicio para reestablecer su funcionamiento apropiado antes de que pueda ser utilizado.

¿Qué dicen las regulaciones al respecto?

OSHA 1910.146 “Ingreso con permiso requerido a espacios confinados” en su parágrafo ©(5)(ii)(C) establece de manera explícita que, “antes de que un empleado ingrese al espacio, la atmosfera interna debe ser monitoreada, con un instrumento de lectura directa debidamente calibrado”. La directiva de la OSHA CPL 2.100 “Estándar para la aplicación del permiso requerido para espacios confinados (PRCS), 29 CFR 1910.146” explica que se refiere por “Calibrado”:

“Un instrumento de pruebas calibrado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante cumple con este requisito. La mejor manera de un empleado para verificar la calibración es a través de la documentación”

En otras palabras, los usuarios de los instrumentos son responsables de calibrar y/o probar el desempeño de sus instrumentos de acuerdo con las instrucciones del manual del fabricante del equipo. OSHA espera que el usuario del instrumento este en capacidad de documentar que sus procedimientos que coincidan con los requerimientos enlistados.

Las instrucciones, precauciones y alertas listada en el manual de operaciones están gobernadas no por la OSHA, pero si por la filosofía del fabricante, la evaluación de las características del producto, y los estándares externos para los cuales en instrumento está clasificado, listado o demarcado por laboratorios de pruebas nacionalmente reconocidos o por la asociación canadiense de estándares® (CSA®)

Los instrumentos usados en ambientes caracterizados por tener una potencial presencia de gases inflamables o combustibles usualmente tienen una certificación de seguridad intrínseca. Los dispositivos certificados como “Intrínsecamente Seguros” previenen explosiones en locaciones peligrosas mediante un diseño eléctrico que elimina cualquier fuente de ignición. La certificación de intrínsecamente seguro está basada en el desempeño del instrumento cuando es probado en una atmosfera inflamable específica. El instrumento va a tener el logo de laboratorio que realizo la prueba e hizo la respectiva evaluación, así como los grupos específicos de riesgo o zonas para que su clasificación de intrínsecamente seguro aplicaría.

La mayoría de los fabricantes que venden su instrumentación de espacios confinados en norte América tienen que someter sus diseños para pruebas de acuerdo con los criterios de



Figura 3: Las estaciones automáticas de prueba para “Bump test” son compactas, automáticas, efectivas en costo y muy fácil de usar.



desempeño tanto de Estados Unidos como de Canadá. Una pequeña “c” incluida en la clasificación indica el cumplimiento con los criterios de desempeño de Canadá.

La asociación de estándares canadiense C22.2 NO. 152-M1984 (R2001), “Detección de gas combustible” es el estándar CSA que cubre los detalles de construcción, desempeño, y procedimientos de prueba para instrumentos portátiles usados para detectar o medir gases combustibles en locaciones peligrosas caracterizadas por la presencia o potencial presencia de gas combustible. La sección 5.3, “Manual de instrucciones” enlista la mínima información y alertas que deben ser incluidas en el manual de operaciones para que el detector de gas cumpla con este estándar. El párrafo (k) requiere que el manual incluya las siguientes declaraciones:

CAUTION: BEFORE EACH DAY'S USAGE SENSITIVITY MUST BE TESTED ON A KNOWN CONCENTRATION OF _____ (SPECIFY GAS) EQUIVALENT TO 25-50% OF FULL SCALE CONCENTRATION. ACCURACY MUST BE WITHIN -0-+20% OF ACTUAL.

En otras palabras, para cumplir con los requerimientos canadienses, el desempeño del sensor para gases combustibles debe ser verificado por la exposición a una concentración conocida de gas combustible antes de su uso diario. El fabricante es libre de especificar una tolerancia para el desempeño deseada. El estándar no requiere que el instrumento sea ajustado antes de su uso diario, solo que se verifique que este está en capacidad de detectar gas combustible de acuerdo con las tolerancias enlistada en el manual de instrucciones. El estándar es mudo respecto al desempeño de otros tipos de sensores que pueda incluir un instrumento. El único requerimiento es para la verificación de desempeño del sensor combustible.

Los usuarios de los instrumentos que operan y mantienen sus instrumentos de acuerdo con regulaciones en americanas (USA) y no las canadienses tienen más margen para determinar el intervalo de tiempo entre calibraciones y verificaciones.

Validación de la operatividad

El texto completo de la Asociación Internacional de Equipos de Seguridad (ISEA) en cuanto a la validación de la operación para monitores portátiles de gas de lectura directa puede ser descargado de la página de la ISEA en el siguiente link:

https://safetyequipment.org/wp-content/uploads/2015/09/calibration_statement-2010-Mar4.pdf

La última versión del documento de la ISEA aplica para todos los detectores de gas portátiles de lectura directa, no solo para instrumentos destinados a entrada de espacios confinados. El protocolo de la ISEA ha sido adoptado ampliamente por la

comunidad de fabricantes de equipos portátiles para detección de gas, incluso por fabricantes que no son miembros de la asociación.

The ISEA protocol begins by clarifying the differences between a “bump test”, a “calibration check” and a “full calibration”:

A “bump test” (function check) is defined as a qualitative check in which the sensors are exposed to challenge gas for a time and at a concentration to activate all of the alarms to at least the lower alarm settings. It is important to understand what a qualitative test of this kind does not do. The test confirms that the gas is capable of reaching the sensors, that when they are exposed to gas the sensors respond, the response time (time to alarm) after gas is applied is within normal limits, and that the alarms are activated and function properly. However, a qualitative function test does not verify the accuracy of the readings or output of the sensors when exposed to gas.

A “calibration check” is a quantitative test using a traceable source of known concentration test gas to verify that the response of the sensors is within the manufacturer’s acceptable limits. For instance, a manufacturer might specify that readings in a properly calibrated instrument should be within $\pm 10\%$ of the value of the gas applied. If this is the pass / fail criterion,



Figure 4: Docking Stations are designed to automatically perform functional bump tests and calibrations, and automatically store test results.



when 20 ppm H₂S is applied to the instrument, the readings must stabilize between 18 ppm and 22 ppm in order to pass the test. It should be stressed that these pass / fail criteria are manufacturer guidelines. Different manufacturers are free to publish different requirements.

A “full calibration” is defined as the adjustment of an instrument’s response to match a desired value compared to a known traceable concentration of test gas. Once again, the calibration procedure, including the concentration of gas applied, method used to apply gas, and method used to adjust the readings are determined by the manufacturer.

The statement goes on to recommend the frequency for validation of the instrument’s operability:

A “bump test” (functional test) or “calibration check” of direct reading portable gas monitors should be made before each day’s use in accordance with the manufacturer’s instructions using an appropriate test gas.

Any instrument that fails the test must be adjusted by means of a “full calibration” procedure before further use, or taken out of service. If environmental conditions that could affect instrument performance are suspected to be present, such as sensor poisons, then verification of calibration should be made on a more frequent basis.

A “full calibration” should be conducted as required by the manufacturer. However, as discussed above, a “full calibration” should be conducted whenever testing indicates that adjustment is required. Even if the instrument is not yet “due” for a “full calibration”, if the instrument fails a “bump test” or “calibration check” it must be calibration adjusted before further use.

According to the ISEA Protocol, even daily testing may sometimes not be enough

Certain conditions and events have the potential to adversely effect the performance of the sensors and/or the entire instrument. Sometimes the damage and effect on performance is immediate. Sometimes the underlying damage is chronic in nature, and occurs over time. However, when the instrument stops working properly, it can happen very quickly.

The ISEA Protocol provides a list of conditions that can adversely affect the sensors and trigger a need for more frequent validation:

- i. Chronic exposures to, and use in, extreme environmental conditions, such as high/low temperature and humidity,

and high levels of airborne particulates.

- ii. Exposure to high (over range) concentrations of the target gases and vapors.
- iii. Chronic or acute exposure of catalytic hot-bead LEL sensors to poisons and inhibitors.
- iv. Chronic or acute exposure of electrochemical toxic gas sensors to solvent vapors and highly corrosive gases.
- v. Harsh storage and operating conditions, such as when a portable gas monitor is dropped onto a hard surface or submerged in liquid. Normal handling/jostling of the monitors can create enough vibration or shock over time to affect electronic components and circuitry.
- vi. Change in custody of the monitor.
- vii. Change in work conditions that might have an adverse effect on sensors.
- viii. Any other conditions that would potentially affect the performance of the monitor.

Lengthening the interval between bump test or calibration tests

Federal OSHA as well as a number of State Occupational Safety and Health administrations have in the past posted instructional letters to identify circumstances under which it may be appropriate to lengthen the interval between verification checks. The latest version of the ISEA Protocol no longer acknowledges or references these procedures to lengthen the interval between tests, and the most recent versions of the instructional letters posted on government websites have been updated to remove these procedures as well. If you decide to perform bump tests less frequently, remember that you, and your company, are making a decision to take on additional responsibility for ensuring that your procedures are valid. Make very sure you have comprehensive documentation to support the validity of your decisions and procedures. If the rules in your jurisdiction still permit testing the instrument less frequently, lengthening the interval between performing a bump test should only be considered if the following criteria are met.

- i. During a period of initial use of at least 10 days in the intended atmosphere, calibration is verified daily to be sure there is nothing in the atmosphere which is poisoning the sensor(s). The period of initial use must be of sufficient duration to ensure that the sensors are exposed to all conditions that might have an adverse effect on the sensors.



- ii. If the tests demonstrate that it is not necessary to make adjustments, then the time interval between checks may be lengthened but should not exceed 30 days.
- iii. The history of the instrument since last verification can be determined by assigning one instrument to one worker, or by establishing a user tracking system such as an equipment use log.
- iv. Any conditions, incidents, experiences, or exposure to contaminants that might adversely affect the calibration should trigger immediate verification of calibration before further use. Most importantly, if there is any doubt about the calibration of the sensors, expose them to known concentration test gas before further use.

Docking stations make CS instruments even easier

to use and maintain

Given the requirement for documentation, the capability of instruments to log or automatically retain calibration information is highly desirable. Most data logging confined space instruments automatically update and store dates and other calibration information. Even non-data logging instruments usually include the date, or number of days since the last time the instrument was calibrated.

Most leading manufacturers of confined space gas detectors now offer automatic calibration or “docking” stations that can automatically calibrate and store instrument calibration records. Docking stations that include fully automatic calibration are redefining the way that users with large numbers of direct reading instruments deal with maintenance and calibration issues. Instead of technicians or instrument specialists laboriously calibrating instruments one at a time, instrument users simply drop the gas detector into the docking station. The docking station automatically bump tests or calibrates the instrument, then updates and stores the test results. Use of automatic calibration stations makes it possible to verify the accuracy of confined space instruments on a much more frequent basis. Docking stations are also able to transparently improve the quality of bump test and calibration checks. Many docking station systems verify not only the final stable reading of the sensor, but the time it takes to reach the desired output level, as well as the shape of the sensor response curve, which can provide important diagnostic information on the health of the sensor.

The prices for automatic calibration stations are beginning to drop in the same way that prices for instruments have been dropping. In the past, it might take forty or more instruments to justify the expense of investing in a docking station. As prices continue to drop, customers with only a few instruments are finding that investing in an automatic calibration station makes very good sense.

Direct reading gas detectors are designed to help keep workers safe in potentially life threatening environments. Verifying the proper performance of your gas detectors is a mandatory part of every program that requires their use. But more importantly, it’s an essential part of keeping your workers safe.

