

PROCEDIMIENTO PARA CALIBRAR VÁLVULAS DE SEGURIDAD EN GENERADOR DE VAPOR DE LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA ANTONIO GUITERAS.

PROCEDURE TO CALIBRATE SAFETY VALVES IN THE STEAM GENERATOR OF THE ANTONIO GUITERAS THERMOELECTRIC PLANT.

Nombres y apellidos de los autores (máximo cuatro autores): Nelson Santiago López Ripoll ⁽¹⁾, Mario Daniel Williams Rey ⁽²⁾, Roberto Vizcón Toledo ⁽³⁾

Identificador ORCID: ⁽¹⁾ 0000-0003-0642-1474; ⁽²⁾ 0009-0008-7603-6073, ⁽³⁾0000-0002-5406-5390

Grado científico, título académico, categoría docente y/o investigativa: ⁽¹⁾ MsC, profesor asistente; ⁽²⁾ Ing., ⁽³⁾DrC., profesor titular

Centro de trabajo o estudio: ⁽¹⁾ CTE Antonio Guiteras. Matanzas. Cuba; ⁽²⁾ CTE Antonio Guiteras. Matanzas. Cuba, ⁽³⁾ Universidad de Matanzas, Facultad de Ciencias Técnicas

Ocupación laboral: ⁽¹⁾ Ingeniero; ⁽²⁾ Ingeniero, ⁽³⁾ Profesor.

Cargo: ⁽¹⁾ Especialista A en mantenimiento Industrial (EP); ⁽²⁾ Especialista A en mantenimiento Industrial, ⁽³⁾Profesor jefe de disciplina tecnología energética

Dirección postal: ⁽¹⁾ 40100; ⁽²⁾ 40100, ⁽³⁾ 4010

Correo electrónico: ⁽¹⁾ nslrddi64@gmail.com; ⁽²⁾ mdwrey@gmail.com.cu ⁽³⁾ roberto.vizcon@umcc.cu

RESUMEN

Con esta investigación se logró elaborar un procedimiento para calibrar las válvulas de seguridad del generador de vapor de la central termoeléctrica Antonio Guitera en su sitio, manteniendo las presiones en el sistema iguales o inferiores a su valor de operación. Se realizó un análisis de las fuerzas que actúan sobre el asiento de la válvula cuando se alcanza la condición de apertura por el incremento de presión en el sistema y cuando se alcanza dicha condición ejerciendo una fuerza con un dispositivo de levante de carga axial en sentido contrario a la fuerza ejercida por el resorte de la válvula, demostrando que existe una relación lineal entre la presión de aceite en el pistón y la presión del sistema para alcanzar la condición de apertura. Este análisis constituye la base teórica del procedimiento de calibración elaborado que también cumple los requisitos establecidos en el código ASME PTC 25 y en el sistema de gestión de calidad de la empresa.

PALABRAS CLAVE

Calibración, dispositivo de levante, Válvulas de seguridad.

ABSTRACT

With this research, it was possible to develop a procedure to calibrate the safety valves of the steam generator of the Antonio Guitera thermoelectric plant in place, maintaining the pressures in the system equal to or lower than its operating value. An analysis was carried out of the forces that act on the valve seat when the opening condition is reached due to the increase in pressure in the system and when said condition is reached by exerting a force with an axial load lifting device in the opposite direction. to the force exerted by the valve spring, demonstrating that there is a linear relationship between the oil pressure in the piston and the system pressure to reach the opening condition. This analysis constitutes the theoretical basis of the elaborate calibration procedure that also meets the requirements established in the ASME PTC 25 code and in the company's quality management system.

KEYWORDS

Calibration, lifting device, Safety valves.

I. INTRODUCCIÓN

En la industria se utilizan equipos y sistemas que operan a presiones superiores a la atmosférica, los cuales pueden verse sometidos a presiones superiores a la de diseño con el consiguiente riesgo de explosión, pudiendo causar graves daños tanto para las personas como para las instalaciones cercanas. Cuando esto sucede y no actúan adecuadamente los sistemas alivio de presión las consecuencias son desastrosas.

Las válvulas de seguridad están diseñadas para abrir automáticamente, sin la ayuda de ninguna energía distinta a la del fluido del sistema y aliviar el exceso de presión de los recipientes o equipos; posteriormente cierran y evitan una mayor liberación de fluido después de que se hayan restablecido las condiciones.

Las válvulas de alivio de presión son una línea de defensa fundamental para la protección de recipientes a presión en la industria energética. Las instalaciones de generación en todo el mundo dependen de estos dispositivos para detectar y aliviar rápidamente las condiciones de sobrepresión para evitar daños catastróficos durante las alteraciones del proceso. Para garantizar que estas válvulas funcionen como se espera, los organismos reguladores nacionales e internacionales exigen que las válvulas se prueben de forma rutinaria.

Por ejemplo en Cuba la Resolución No. 47/2014 (MINDUS). Reglamento de seguridad para la instalación, explotación y mantenimiento de las calderas de vapor en su ARTÍCULO 59 establece:

Las válvulas de seguridad se desmontan, revisan y se les da mantenimiento en cada parada que para la inspección interior anual realiza la Inspección Nacional del Trabajo. (Ministerio de Industria (MINDUS), 2014)

En algunas instalaciones de la industria energética como los generadores de vapor de las centrales termoeléctricas es casi imposible en la práctica desmontar las válvulas de seguridad para realizar la comprobación y ajuste de la presión de apertura en bancos de prueba.

Problema:

¿Cómo calibrar las válvulas de seguridad del generador de vapor de la CTE Antonio Guiteras con presiones en el sistema iguales o inferiores a su presión de operación sin desmontarlas de su lugar de operación?

Hipótesis:

A partir de la revisión bibliográfica y la experiencia de especialistas de la CTE y de otras entidades es posible elaborar el procedimiento que dé respuesta al problema planteado.

Objetivo

Elaborar un procedimiento que permita calibrar las válvulas de seguridad del generador de vapor de la CTE Antonio Guiteras en su sitio con presiones en el sistema iguales o inferiores a su presión de operación.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Métodos para la calibración de válvulas de seguridad en Generadores de Vapor en servicio. (ASME PTC 25, 2001)

— Prueba con la presión del sistema: Se eleva la presión en el sistema hasta accionar la válvula, observando directamente la presión de apertura. Este método no requiere dispositivo especial de calibración y permite determinar la presión de cierre de la válvula, pero tiene como inconveniente que es necesario someter al sistema a las presiones de apertura de las válvulas tantas veces como válvulas existan y cuantas correcciones se realicen, requiere un gasto de energía adicional para alcanzar los parámetros de apertura y parte de las pruebas es necesario realizarlas con válvulas de seguridad bloqueadas.

— Pruebas con dispositivos auxiliares de asistencia de elevación: Este método permite realizar la calibración con presiones en el sistema iguales o inferiores a su presión de operación, no se requiere un gasto de energía adicional para alcanzar los parámetros de apertura y no es necesario bloquear el resto de las válvulas de seguridad del sistema. Tiene como inconveniente que se requieren dispositivos especiales de calibración y no permite determinar la presión de cierre de la válvula.

Par explicar el principio en que se basa este método en la figura 1 se muestra que cuando se alcanza la condición de apertura de la válvula, durante el funcionamiento de la instalación, se igualan las fuerzas del resorte y la ejercida sobre el asiento móvil por la presión del vapor que es en esta condición la presión de apertura de la válvula (ecuación 1).

Cuando el sistema trabaja con una presión inferior a la de apertura la válvula puede llevarse a la condición de apertura ejerciendo una fuerza adicional en el mismo sentido de la fuerza ejercida por el vapor, en esta condición se igualan la fuerza del resorte y la suma de las fuerzas ejercidas por el vapor y por el dispositivo de elevación (ecuación 2).

Finalmente, con estas dos ecuaciones se obtiene la ecuación que permite calcular la presión de apertura de la válvula a partir de valores de presión de vapor en el sistema, área efectiva del asiento de la válvula y el área efectiva y la presión en el cilindro del dispositivo de elevación.

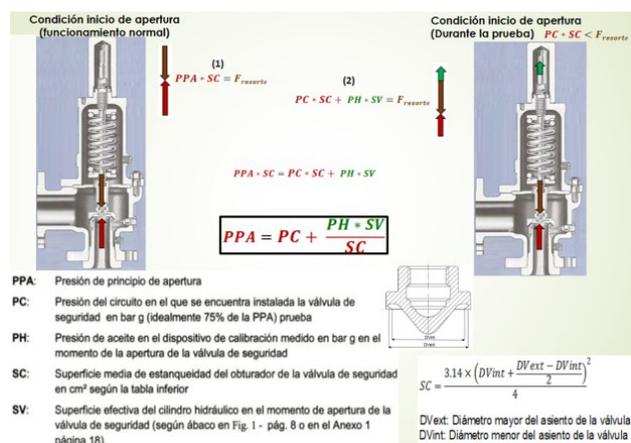


Figura 1: esquema de fuerzas que actúan sobre los asientos de las válvulas de seguridad en la condición de inicio de la apertura.

Basado en estos principios se elaboró un procedimiento para realizar la calibración de las válvulas de seguridad en la CTE Antonio Guiteras.

III. RESULTADOS

El procedimiento elaborado (TG-PM 0102 Pruebas y ajustes de la presión de apertura en válvulas de seguridad del generador de vapor de la CTE Antonio Guiteras) cumple con los requisitos de formato y contenido establecidos en el manual de procedimientos del sistema de gestión de la calidad de la CTE Antonio Guiteras por lo que tiene definido: objetivo, alcance, definiciones, referencias, anexos, responsabilidades, prerrequisitos, pasos para la preparación del dispositivo de calibración, para determinar la presión de apertura de la válvula de seguridad y para ajustar dicha presión de apertura si es necesario. Finalmente establece un modelo para realizar el informe de los resultados de la calibración. (Manual de procedimientos CTE Antonio Guitera. Procedimiento TG-PC 0101 Gestión de la Información documentada.)

A continuación, se exponen los pasos para ejecutar la calibración de las válvulas que están contenidos en el epígrafe 7 del procedimiento elaborado TG-PM 0102.

7.1 Prerrequisitos

7.1.1 Antes de comenzar las pruebas debe contarse con la información del estado de los componentes de la válvula en la última intervención de mantenimiento. Registro MU-PE 2298 A2. (DRESSER Europe S.A. Industrial specialty Products. , 1987) (General Electric Company., 2017)

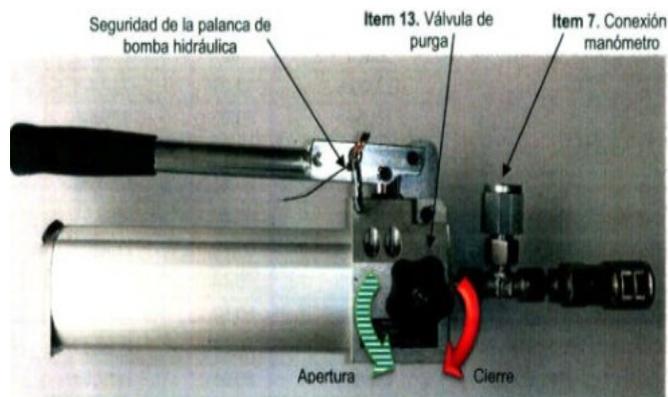
7.1.2 Para realizar las pruebas es necesario que la instalación donde está montada la válvula tenga una presión mínima entre el 75 y 80 % de la presión de trabajo de la instalación donde está montada la válvula.

7.1.3 Debe constarse con el Certificado de calibración del manómetro de la bomba del dispositivo de calibración.

7.1.4 Durante las pruebas debe garantizarse la comunicación con el BTG para mantener la presión de vapor requerida para la prueba y tomar las lecturas establecidas en este procedimiento.

7.2 PASOS PARA LA PREPARACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CALIBRACIÓN

7.2.1 Retirar la tapa instalada sobre el adaptador $\frac{1}{2}$ gas cilíndrico en la salida de la bomba hidráulica prevista para el manómetro (Item7) e instálelo con su junta de cobre sin apretar la tuerca de conexión.



7.2.2 Cierre la llave de purga (Item13) de la bomba hidráulica. Para ello, gire la válvula en el sentido de las agujas del reloj.

7.2.3 Libere la seguridad de la palanca de la bomba hidráulica y accione la palanca hasta purgar la conexión (Item7) del manómetro.

7.2.4 Apriete la conexión $\frac{1}{2}$ gas del manómetro (Item7).

7.2.5 Acople el flexible a la salida de la bomba hidráulica.

7.2.6 Acople el otro extremo del flexible al cilindro hidráulico.

7.3 PASOS PARA LA DETERMINAR LA PRESIÓN DE APERTURA DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD.

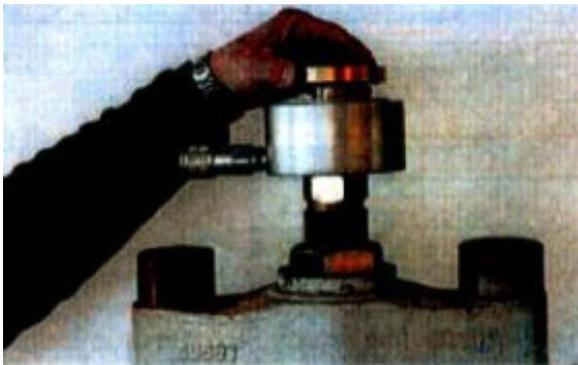
7.3.1 Colocar el pistón en su condición inicial de trabajo, para ello abra la válvula de purga de la bomba hidráulica (Item13) en sentido contrario a las manecillas del reloj y ejerza presión sobre el pistón del cilindro hidráulico hasta que llegue a su posición más baja.

7.3.2 Retirar la tapa superior que cubre el vástago de la válvula de seguridad.

7.3.3 Instalar el disco de base correspondiente al tipo de válvula de seguridad sobre la tuerca de compresión en el extremo superior del vástago.



7.3.4 Colocar el cilindro hidráulico sobre el disco base en el extremo superior del vástago.



7.3.5 Enroscar la tuerca de tracción en el vástago hasta que la tuerca entre en contacto con la superficie superior del pistón del cilindro hidráulico, después desenroscar un cuarto de vuelta y montar un indicador de carátula para ver el desplazamiento del vástago durante la prueba.



7.3.6 Accionar la bomba manual para incrementar lentamente la presión en el pistón hasta alcanzar la condición de inicio de la apertura de la válvula.

La condición de inicio de apertura de la válvula se identifica por:

El sonido que emite la fuga de vapor en la válvula de seguridad cuando empieza a abrirse Por el desplazamiento entre 0.7mm y 1 mm del vástago.

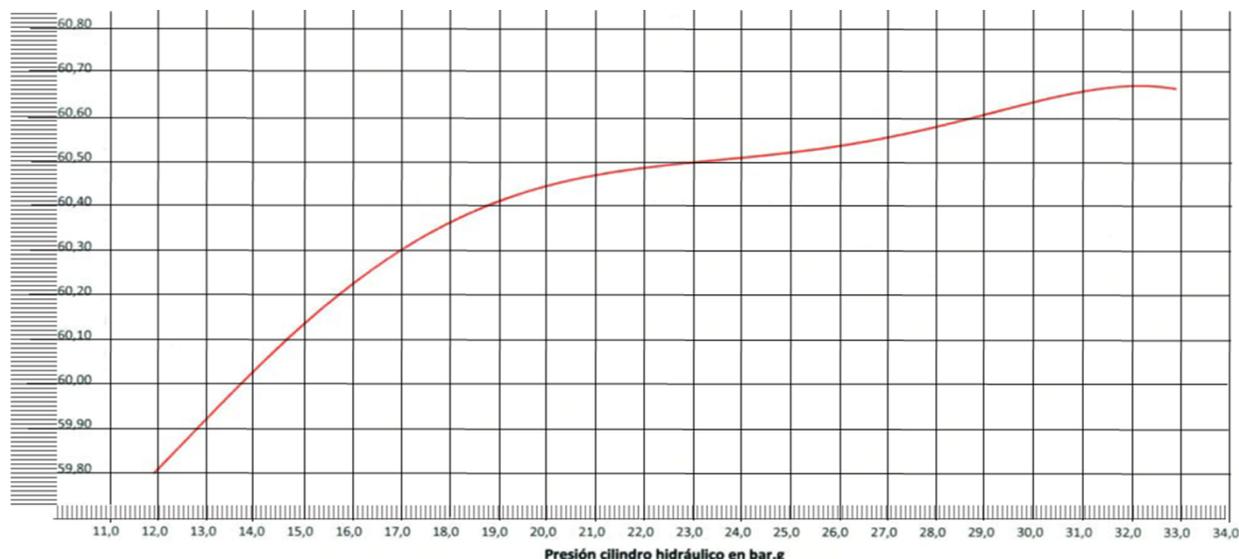


7.3.7 En la condición de apertura de la válvula anote la presión que indica el manómetro del dispositivo de calibración (PH) y la presión en el circuito donde está instalada la válvula de seguridad (PC)

7.3.8 Abrir la llave de purga de la bomba hidráulica en sentido contrario a las manecillas del reloj.

7.3.9 Desenroscar la tuerca de tracción y retirar el cilindro hidráulico y llevar el pistón a su posición inicial de trabajo según 7.3.1.

7.3.10 Determinar la sección eficaz del cilindro hidráulico en función de la presión que indicó el manómetro del dispositivo de calibración (PH) en la condición de apertura de la válvula. Utilice del Abaco de transmisión de fuerza. (Ver Anexo TG-PM 0102.A2).



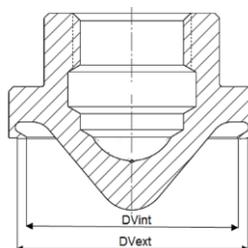
$$PPA = PC + \frac{(PH \times SV)}{SC}$$

- PPA:** Presión de principio de apertura
- PC:** Presión del circuito en el que se encuentra instalada la válvula de seguridad en bar g (idealmente 75% de la PPA) prueba
- PH:** Presión de aceite en el dispositivo de calibración medido en bar g en el momento de la apertura de la válvula de seguridad
- SC:** Superficie media de estanqueidad del obturador de la válvula de seguridad en cm² según la tabla inferior
- SV:** Superficie efectiva del cilindro hidráulico en el momento de apertura de la válvula de seguridad (según ábaco en Fig. 1 - pág. 8 o en el Anexo 1 página 18).

$$SC = \frac{3,14 \times \left(DV_{int} + \frac{DV_{ext} - DV_{int}}{2} \right)^2}{4}$$

DV_{ext}: Diámetro mayor del asiento de la válvula

DV_{int}: Diámetro menor del asiento de la válvula



(CENIM, 2020)

7.3.12 Repetir dos veces más los pasos 7.3.3 al 7.3.11

7.3.13 Calcular el promedio de los tres valores de apertura obtenidos. Si el valor promedio de presión de apertura de la válvula obtenido en la prueba está en el rango $\pm 3\%$ de presión de apertura establecida por el fabricante para esta instalación la prueba ha concluido, si no se cumple esta condición hay que ajustar la presión de apertura de la válvula. (DRESSER Europe S.A. Industrial specialty Products. , 1987)

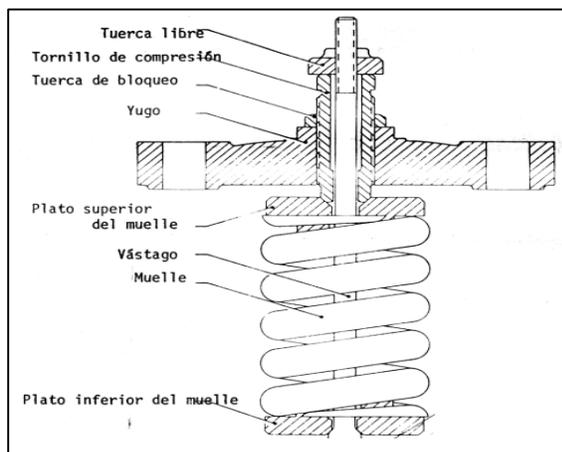
7.4 PASOS PARA AJUSTAR LA PRESIÓN DE APERTURA DE LA VÁLVULA DE SEGURIDAD. (DRESSER Europe S.A. Industrial specialty Products. , 1987)

7.4.1 Liberar la tuerca de bloqueo girándola en sentido contrario a las manecillas del reloj.

7.4.2 Girar la tuerca de compresión:

Para Incrementar presión de apertura: Girar hacia la derecha (sentido de las manecillas del reloj)

Para disminuir presión de apertura: Girar hacia la izquierda (sentido contrario a las manecillas del reloj)



7.4.3 Apretar la tuerca de bloqueo girándola en sentido de las manecillas del reloj.

7.4.4 Repetir los pasos 7.3.1 al 7.3.13

7.4.5 Elaborar el Informe de resultados de pruebas y ajuste de presión de apertura de válvulas de seguridad. (Ver Anexo TG-PM 0102.A1).

Empresa:			
Fecha:			
Código de la válvula:			TIPO:
Presión de apertura nominal (bar):			Orificio: #
Procedimiento utilizado:	TG-PM 0102 Rev.00 Calibración válvulas de seguridad		
Equipo utilizado:	Dispositivo para calibrar válvulas de seguridad. CNIM BACBCK SERVICES		
Clase del manómetro:			
Fecha de calibración del manómetro:			
Prueba inicial	Presión de vapor (PC) bar	Presión del cilindro (PH) bar	Presión de apertura (PPA) bar
1			
2			
3			
Promedio			

Prueba después de ajuste	Presión de vapor (PC) bar	Presión del cilindro (PH) bar	Presión de apertura (PPA) bar
1			
2			
3			
Promedio			
Comentarios:			
Ejecutado por:			
Supervisado por:			

IV. CONCLUSIONES

1. El procedimiento fue utilizado durante la calibración y regulación después del Mantenimiento de las 6 válvulas de seguridad de entrada y salida del recalentador de vapor de la caldera de la CTE Antonio Guiteras
2. El procedimiento puede ser utilizado para cualquier válvula de seguridad instalada en equipos sometidos a altas presiones de vapor.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASME PTC 25. (2001). Pressure relief devices. Performance Test Codes.

CENIM. (2020). Manual técnico de dispositivo para calibrar válvulas de seguridad.

DRESSER Europe S.A. Industrial specialty Products. . (1987). Instrucciones para la instalación y mantenimiento de las válvulas de seguridad MAXIFLOW CONSOLIDATE con cierre compensado por presión y suplemento. .

General Electric Company. (2017). *Consolidated 1700 Series Maxiflow Safety Valves Maintenance Manual*. Obtenido de

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjvayj3z4OFaxXySzABHaQ4BKIQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.valvenco.com%2Fcontent%2Ffiles%2F1700-series-safety-valve-iom-gea19551d.pdf&usg=AOvVaw0sQmyksnAe3HzaRvj2Wzgf&opi=89978449>

Manual de procedimientos CTE Antonio Guitera. Procedimiento TG-PC 0101 Gestión de la Información documentada. (s.f.).

Ministerio de Industria (MINDUS). (26 de Junio de 2014). RESOLUCIÓN No. 47/2014 REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS CALDERAS DE VAPOR. *Gaceta Oficial de la Republica de Cuba No. 30 Extraordinaria*. doi:ISSN 1682-7511

