

Medición, Control y Seguridad



Definiciones: medición, control y seguridad

Medición: La función de los elementos de medición es **informar sobre el estado del parámetro de interés**. En base a esto, el operario puede verificar el correcto funcionamiento del sistema de control y tomar decisiones de operación.

Control: Son dispositivos que permiten la regulación manual o automática de la operación del equipo, que permiten mantenerlo operando en condiciones normales. El objetivo es que el equipo suministre el vapor requerido: **cierta producción a una presión y temperatura**, operando en condiciones de eficiencia.

Seguridad: Dispositivos de **protección y bloqueo** del Generador de Vapor o de algún sistema de este para minimizar riesgos. Actúan cuando las condiciones de operación se apartan de los valores normales. El objetivo es **evitar accidentes**.



Accidentes

1- Explosiones del lado de humos

- Ignición brusca de mezcla de:
 - gases combustibles y aire
 - vapores combustibles no quemados y aire
 - hollín con aire
- Rotura simultánea de varios tubos: agua que pasa al circuito de humos y se transforma instantáneamente en vapor.



Hospital policial 2021

Accidentes

2- Explosiones del lado del agua

- Disminución del espesor de los materiales
 - erosión (del lado de humos)
 - corrosión (del lado del agua)
- Disminución de la resistencia de los materiales debido a sobrecalentamiento.
- Aumento de presión por falla de elementos de control, de seguridad o error de operación.

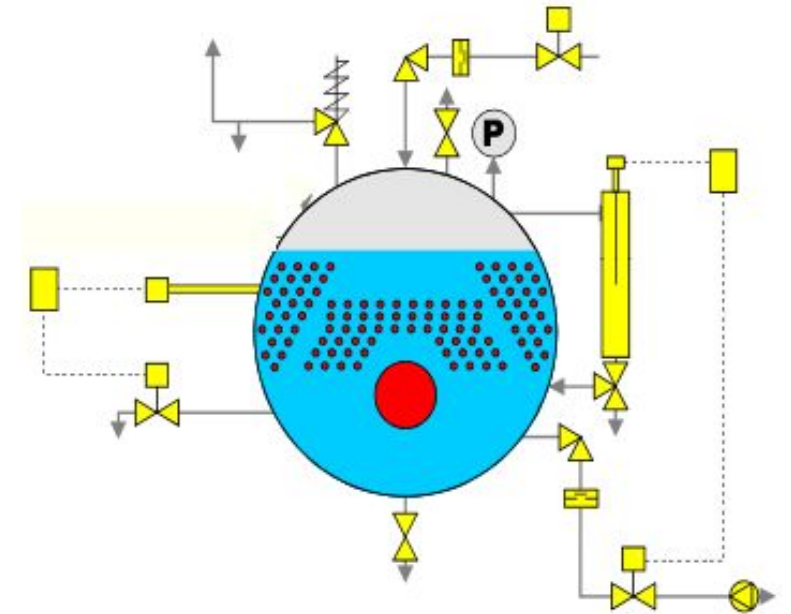


Parámetros a medir/controlar en un generador de vapor

Los parámetros críticos que intervienen en el correcto funcionamiento de un generador de vapor son:

- **Presión de la mezcla bifásica**
- **Nivel de agua**
- **Estado de la combustión o llama en el hogar**

Además de su importancia para la producción del vapor, son parámetros que se deben **mantener dentro de las condiciones de diseño** para garantizar la seguridad, como ya se mencionó anteriormente.

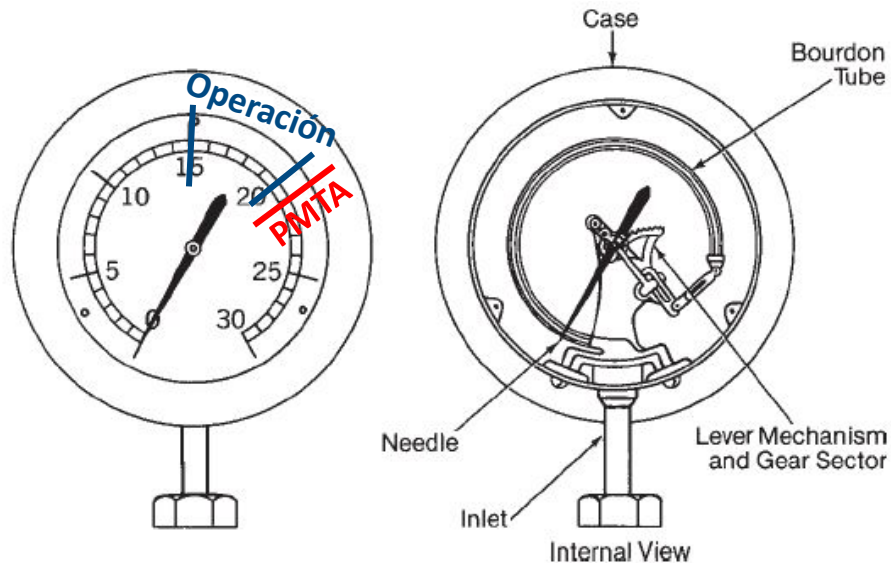


1) Presión de la mezcla bifásica

Medición de la presión de la mezcla bifásica

Manómetro: El manómetro es probablemente el primer instrumento en utilizarse en la operación de un generador de vapor, y hoy en día sigue siendo utilizado para medir la presión.

El más comúnmente utilizado es el Manómetro de Bourdon, que está compuesto por un tubo metálico de bronce o latón de sección elíptica y curvado en forma de circunferencia. El fluido ingresa al tubo, que tiene un extremo cerrado, y la presión interior del tubo hace que éste se desarrolle. El movimiento de la deformación es amplificado y transmitido mecánicamente a una aguja (sistema de palancas y engranaje).



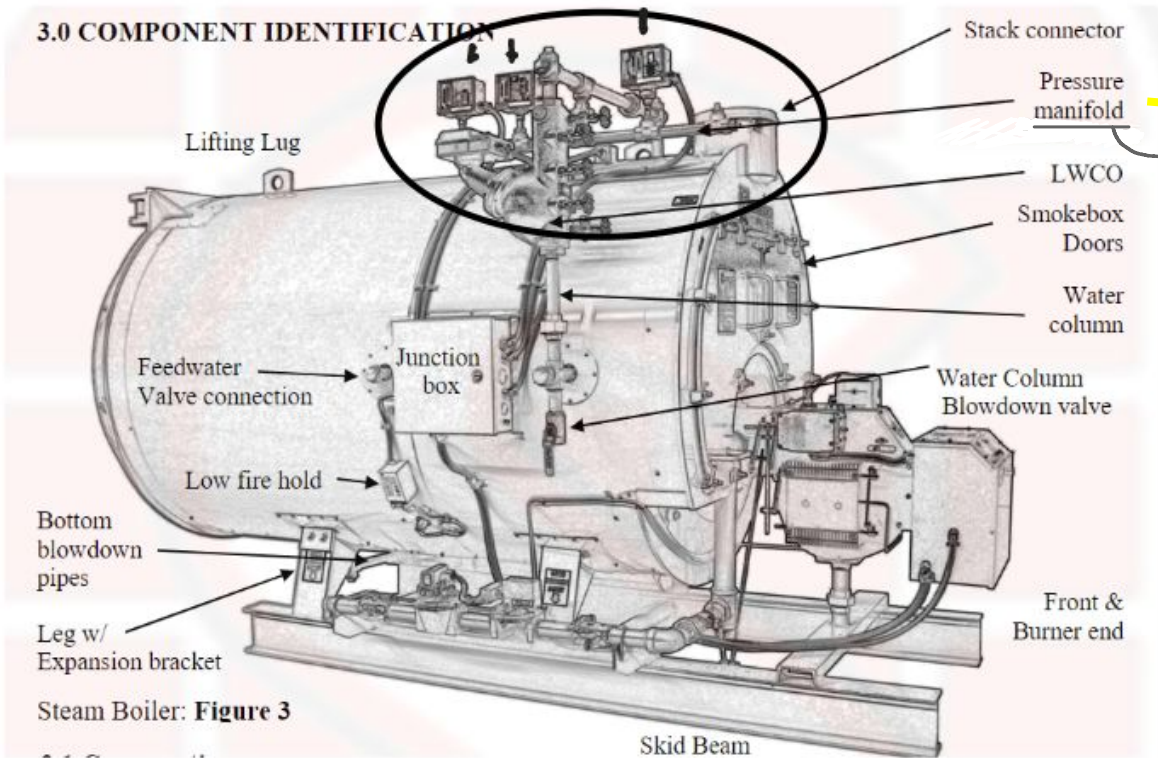
Se exige por reglamento que haya uno.

- El reglamento exige que la PMTA sea cercano a $2/3$ del fondo de escala y que esté marcado en rojo en el instrumento.
- El fondo de escala debe estar entre 1,5P y 2P
- Debe estar calibrado

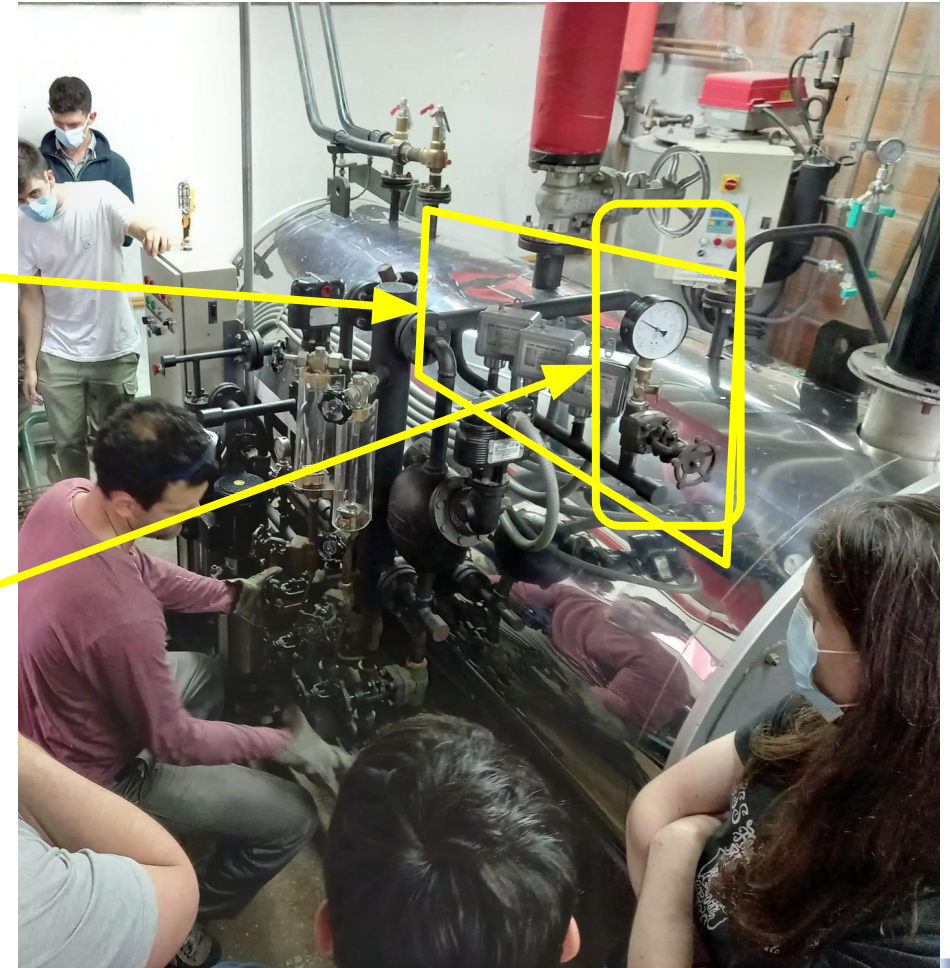
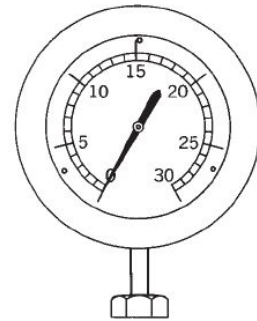


Presión de la mezcla bifásica

Medición de la presión de la mezcla bifásica



COLECTOR DE PRESIÓN



Presión de la mezcla bifásica

Control de la presión de la mezcla bifásica.

¿Qué genera el calor de la mezcla bifásica?

Cuando se produce más vapor que el demandado está aumentando el volumen específico, lo que genera el aumento de la presión. Por lo tanto es el aporte de calor lo que genera el aumento de presión.

El **control actúa** entonces **sobre el aporte de calor**, o sea, la combustión.

En quemadores de combustibles líquidos y gaseosos el sistema de control de presión enciende y apaga (o modula) la llama según lo requerido. En los sistemas de combustión de biomasa puede requerirse también actuar sobre el flujo de aire, ya que se tiene acumulación de combustible en el hogar.

Algunas de estas acciones pueden ser:

- Encendido, apagado y/o modulación de llama en quemadores.
- Encendido, apagado y/o modulación de la velocidad de ventiladores.
- Apertura y cierre de registros de aire/humos.
- Inyección, corte o regulación de velocidad de ingreso de combustible

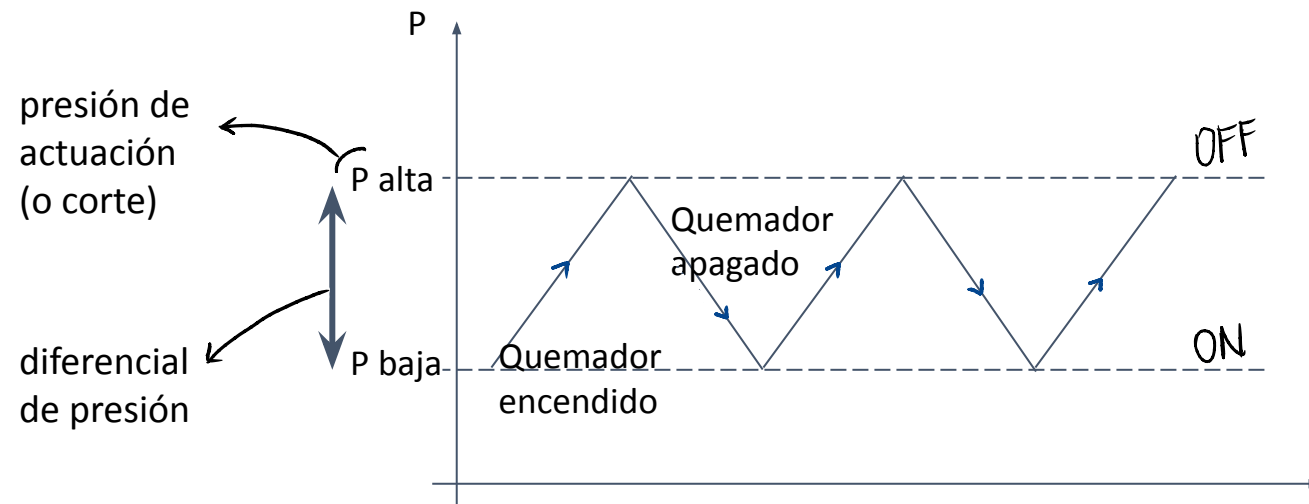
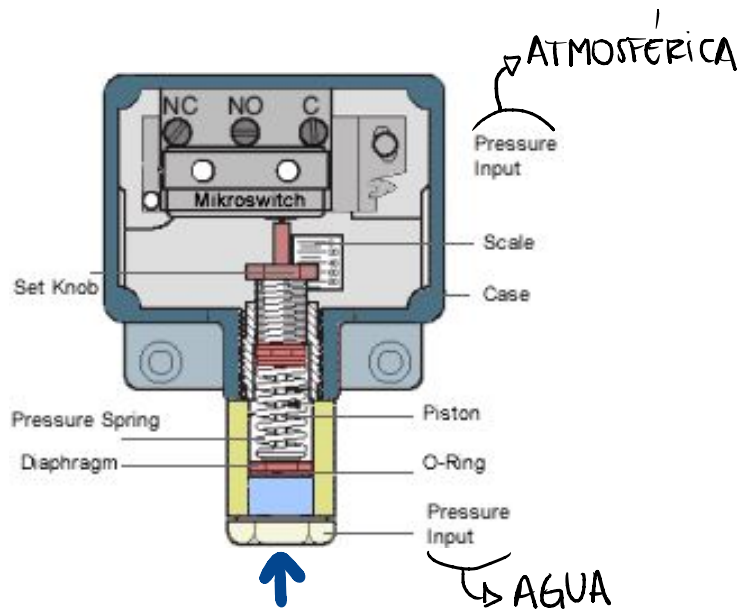


Presión de la mezcla bifásica

Instrumentos de control de la presión de la mezcla bifásica

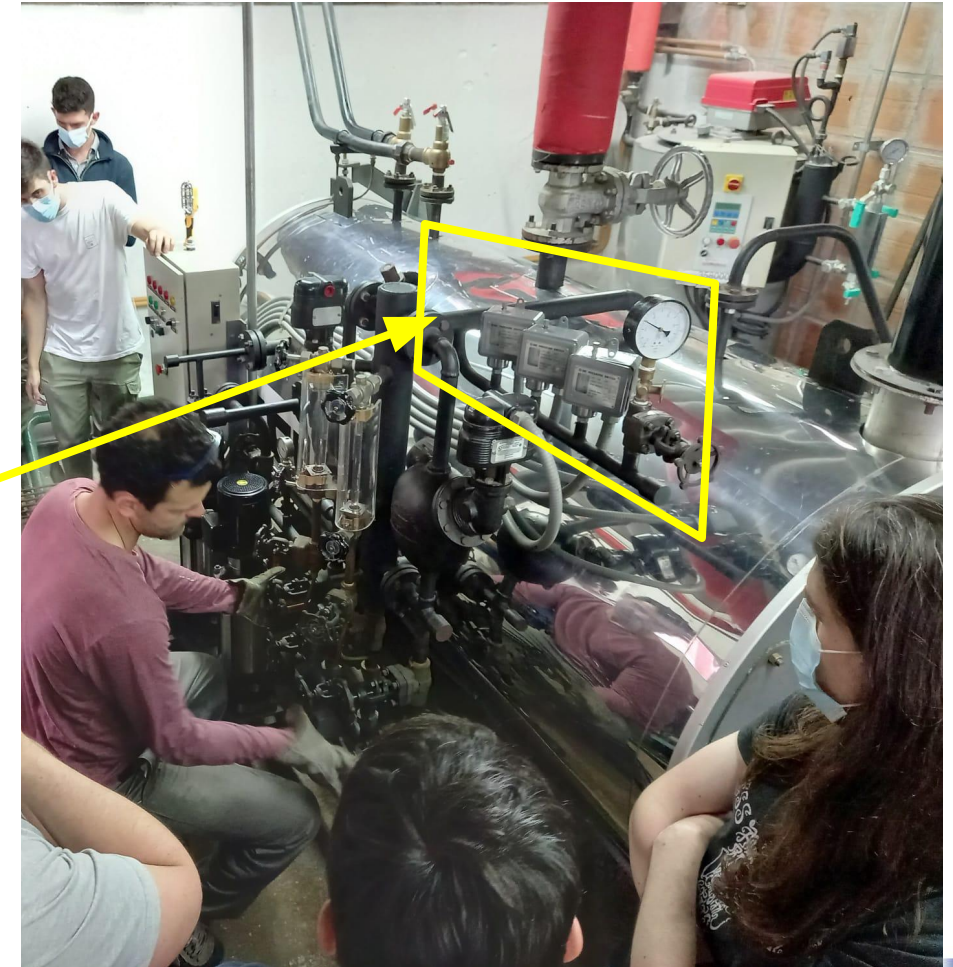
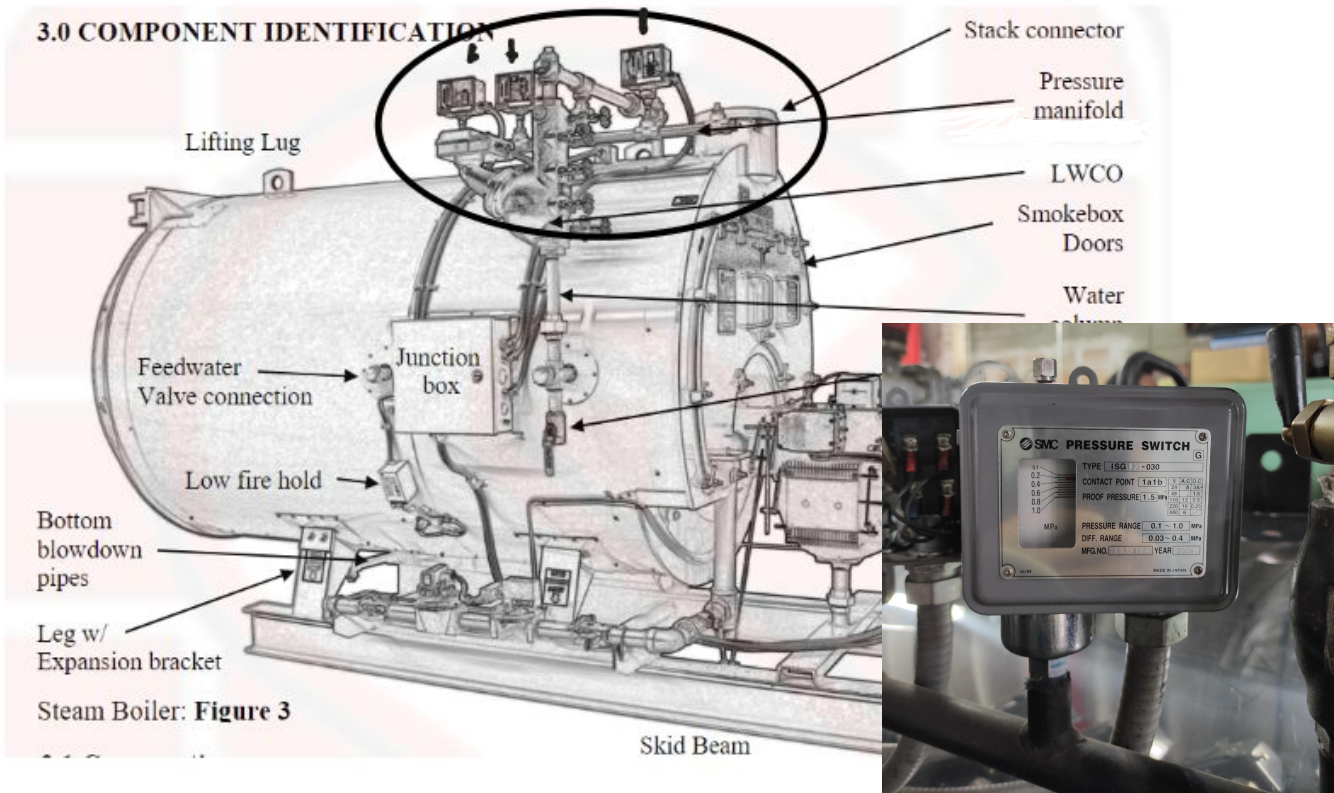
Presostatos: Instrumentos destinados a controlar la presión, al que se le puede asignar una presión de actuación (o corte) y un diferencial de presión que restablezca el estado original del sistema. Ambos valores de presión son regulables.

El elemento que recibe la presión del vapor es un fuelle, que actúa sobre un resorte. Con la variación de presión, la deformación del fuelle es transmitida por un sistema de varillas para accionar los contactos eléctricos.



Presión de la mezcla bifásica

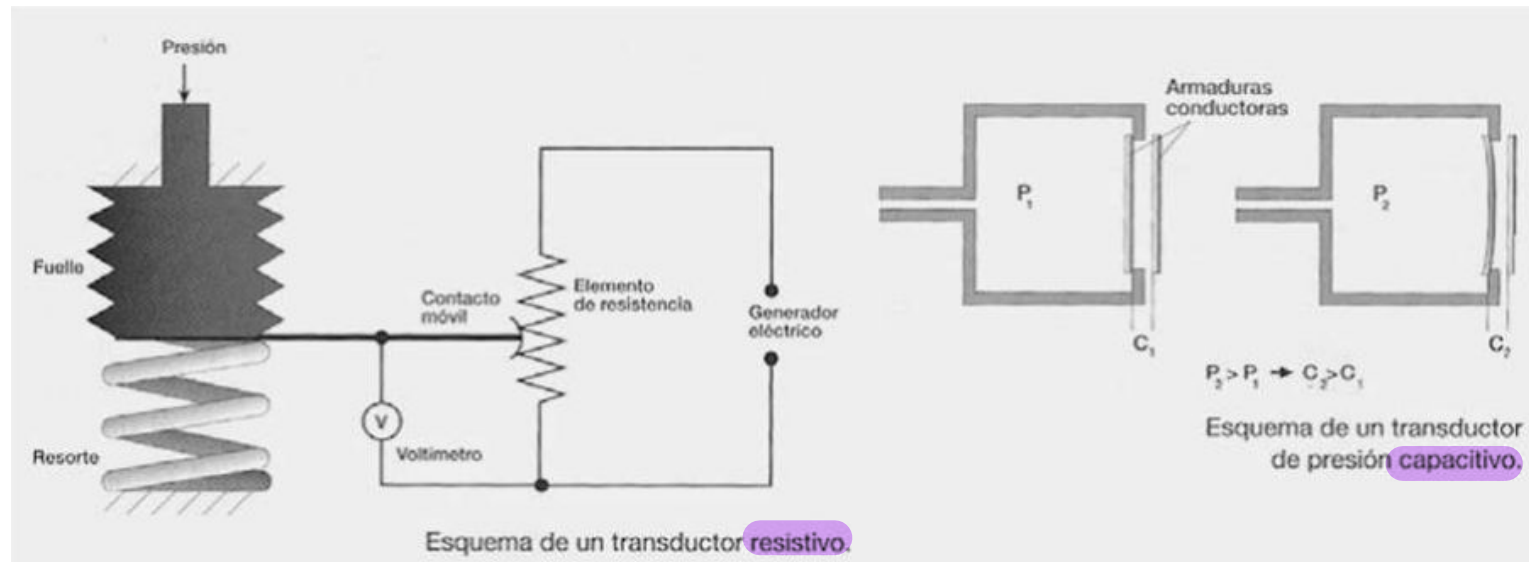
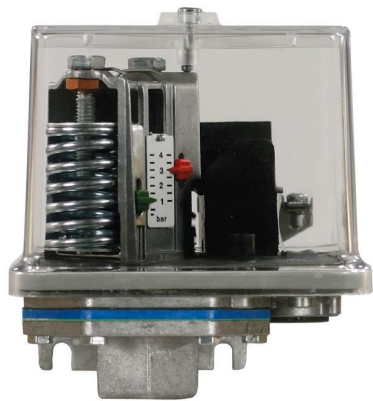
Control de la presión de la mezcla bifásica



Presión de la mezcla bifásica

Instrumentos de control de la presión de la mezcla bifásica

Transmisor/transductor de presión: La señal eléctrica obtenida en este instrumento, puede ser utilizada en sistemas de control (usualmente controles modulantes).



Presión de la mezcla bifásica

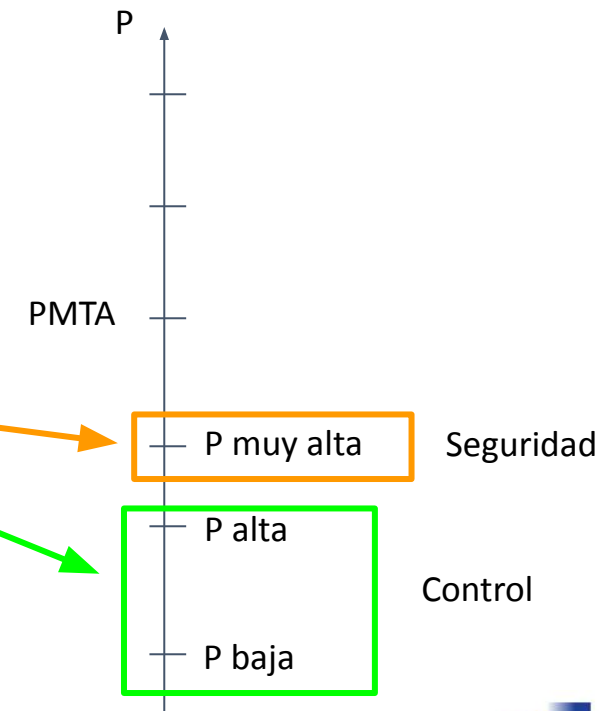
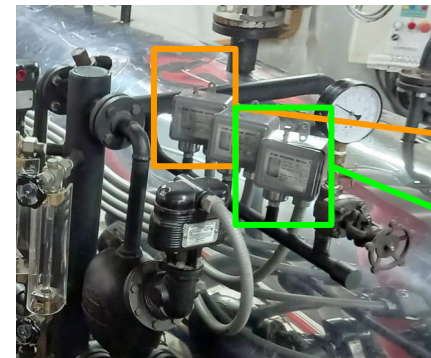
Seguridad

Enclavamiento por presión - Bloqueo por Muy Alta Presión

El Reglamento de Generadores de Vapor exige la instalación de un Bloqueo por Muy Alta Presión, **adicional e independiente al corte por alta presión de trabajo**, que como mínimo debe efectuar las siguientes acciones:

- *Corte de suministro de combustible*
- *Activación de alarma sonora*
- *Activación de señal lumínica en el tablero de control indicando "Muy Alta Presión"*
- *Apagado de ventiladores (si corresponde)* → @BIOMASA
- *Cierre de registros de aire de entrada y puesta en posición mínima de los registros de ventilador de tiro inducido (si corresponde)*

Requiere un **sensor independiente al o los de control**, por ejemplo otro presostato. → @BIOMASA



Válvulas de Seguridad



Es una válvula que **automáticamente**, sin ayuda de ningún aporte de energía excepto el del fluido en cuestión, descarga una cantidad de fluido al superar cierto valor de presión y que se cierra también automáticamente cuando la presión vuelve a valores normales.

Su función es **mantener la presión en el interior de la caldera por debajo de un valor de operación seguro**. Es decir que protege a la caldera de presiones excesivas. Es el **último elemento de seguridad** que se tiene ante un aumento excesivo de la presión en el interior de la caldera.

 **MANTENIMIENTO!** Ej: obturador pegado



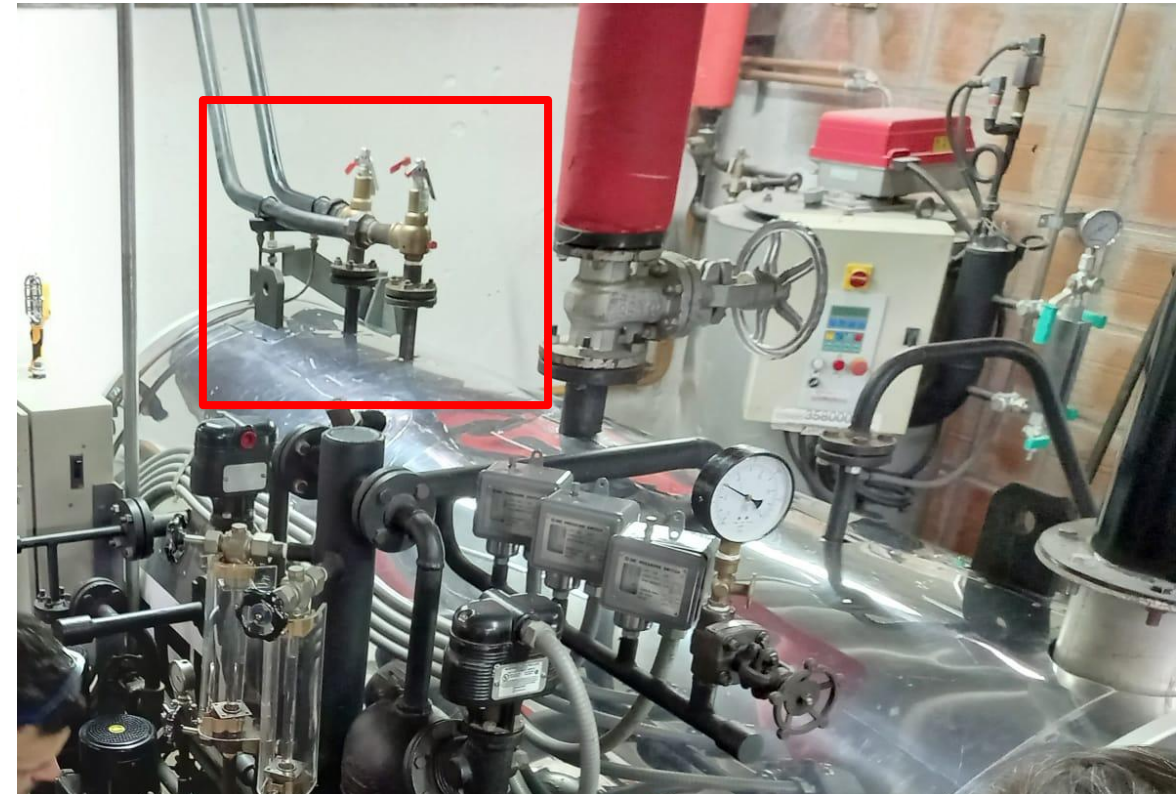
Válvulas de Seguridad

Deben actuar cuando se supere cierto valor de presión, y luego cerrarse cuando la presión caiga por debajo de dicho valor.

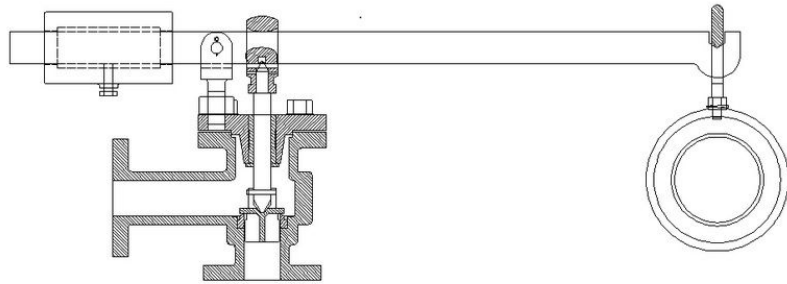
A diferencia de las válvulas de alivio son válvulas de apertura rápida con un diferencial ajustable entre la presión de apertura y la presión de cierre (puede estar en torno a 1 bar)

Solo actúan en caso de emergencia y deben ser probadas con cierta frecuencia. La calibración debe hacerse anualmente.

Dado que generalmente la calibración en banco se hace en frío, es necesario probar la presión de apertura de la válvula una vez que ésta fue instalada en el equipo ya que puede variar. En ocasiones se requiere ajustar al momento de la prueba.



Válvulas de Seguridad



Antiguamente se usaban válvulas donde el elemento de cierre consistía en una palanca con pesas. Cuando la presión de vapor supera la presión de seteo la fuerza ejercida es suficiente para que la válvula abra.

Estos sistemas ya no están permitidos.

Válvulas de Seguridad - Definición y función del equipo



DIN



ASME

Actualmente, en todos los casos se usan **válvulas de resorte**. Un vástago con un resorte mantiene la válvula cerrada. El vapor ejerce una fuerza en la parte inferior del vástago, proporcional a su presión.

Cuando se supera la presión máxima de seteo, la fuerza ejercida supera la del resorte y se produce la apertura, permitiendo que escape el vapor.

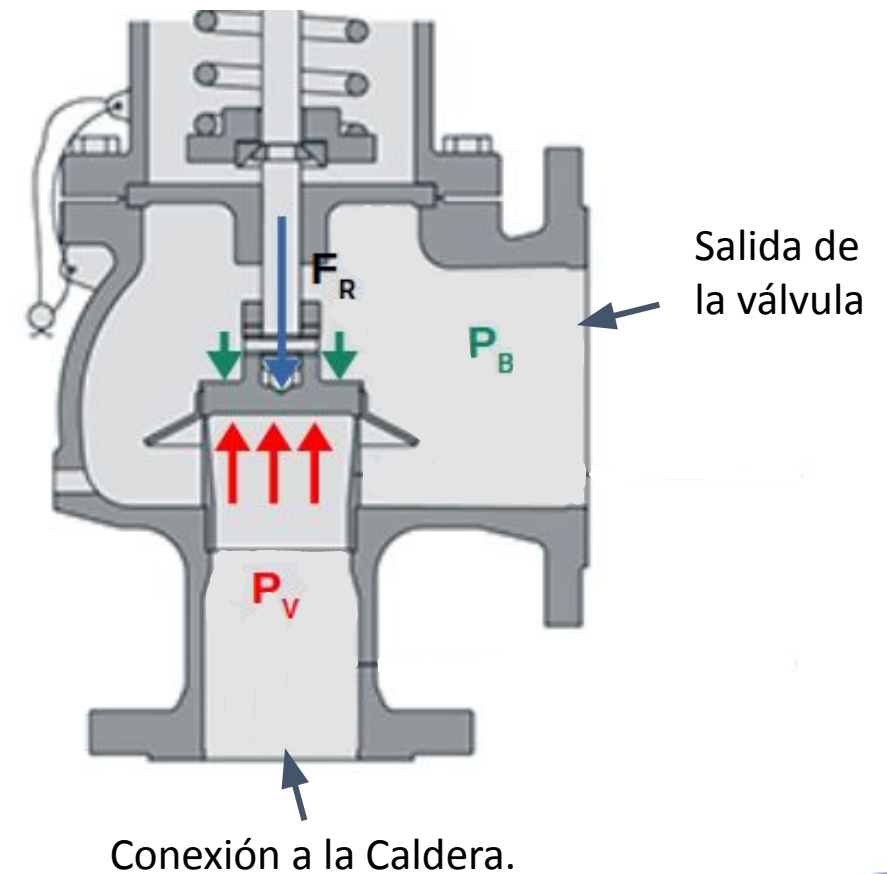
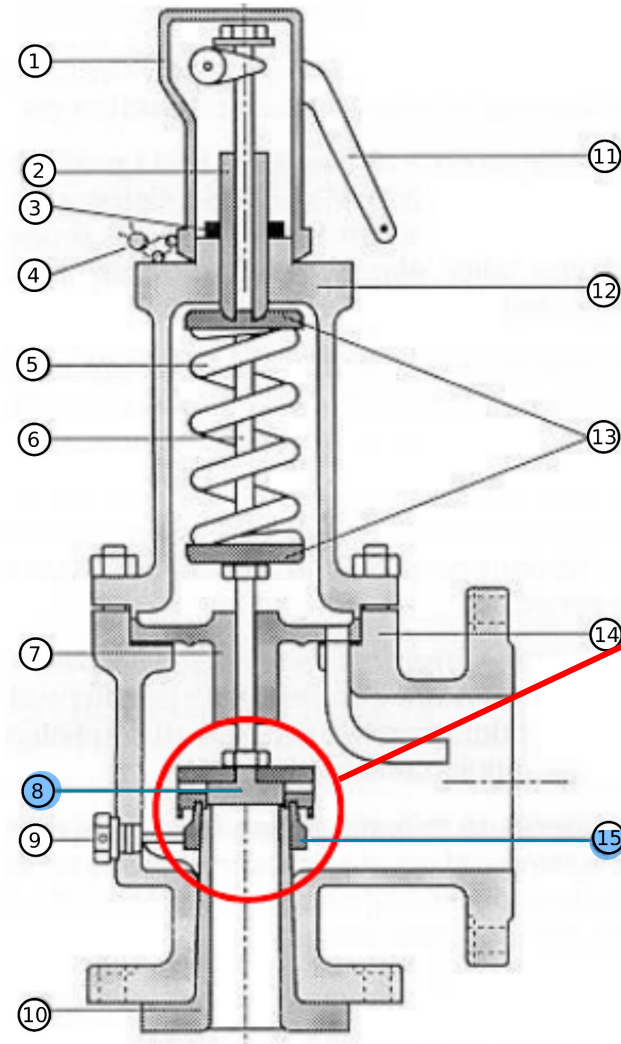


Válvulas de seguridad cargada con resorte



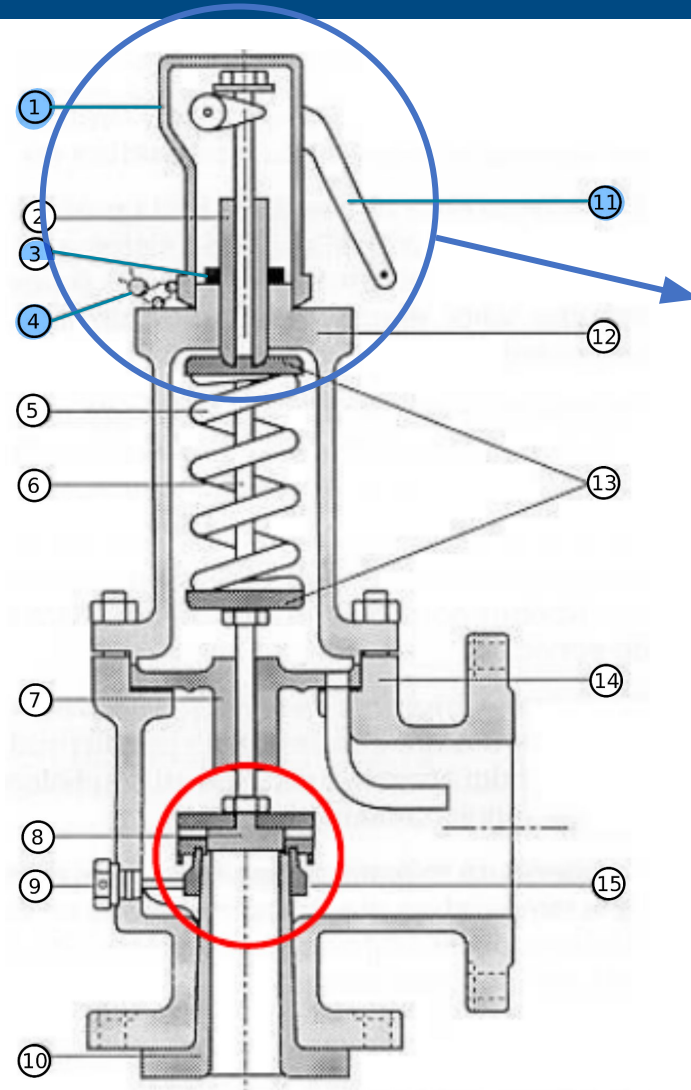
Válvulas de Seguridad - Definición y función del equipo

1. Capuchón.
2. Tensor.
3. Tornillo para regulación del resorte.
4. Precinto.
5. Resorte.
6. Vástago.
7. Tapa guía.
8. **Disco de cierre u obturador.**
9. Tornillo de fijación del anillo de ajuste.
10. Tobera de entrada,
11. Palanca de apertura manual.
12. Cúpula o arcada.
13. Placas resorte.
14. Cuerpo.
15. **Anillo de ajuste o regulación (asiento).**



Válvulas de Seguridad - Definición y función del equipo

1. Capuchón.
2. Tensor.
3. Tornillo para regulación del resorte.
4. Precinto.
5. Resorte.
6. Vástago.
7. Tapa guía.
8. Disco de cierre u obturador.
9. Tornillo de fijación del anillo de ajuste.
10. Tobera de entrada,
11. Palanca de apertura manual.
12. Cúpula o arcada.
13. Placas resorte.
14. Cuerpo.
15. Anillo de ajuste o regulación (asiento).



El tornillo (3) permite regular la fuerza que hace el resorte. Una vez regulado se cubre con un capuchón (1) y se precinta (4).

La Palanca (11) permite **probar de manera manual que el obturador no esté pegado al asiento** (para calderas no muy grandes). Al accionar la palanca se vence la fuerza del resorte. El foguista debe realizar esta comprobación de manera periódica.

* En HT $\rightarrow P \sim 7 - 10 \text{ kg/cm}^2$
En AT \rightarrow SISTEMA AIRE COMPRIMIDO



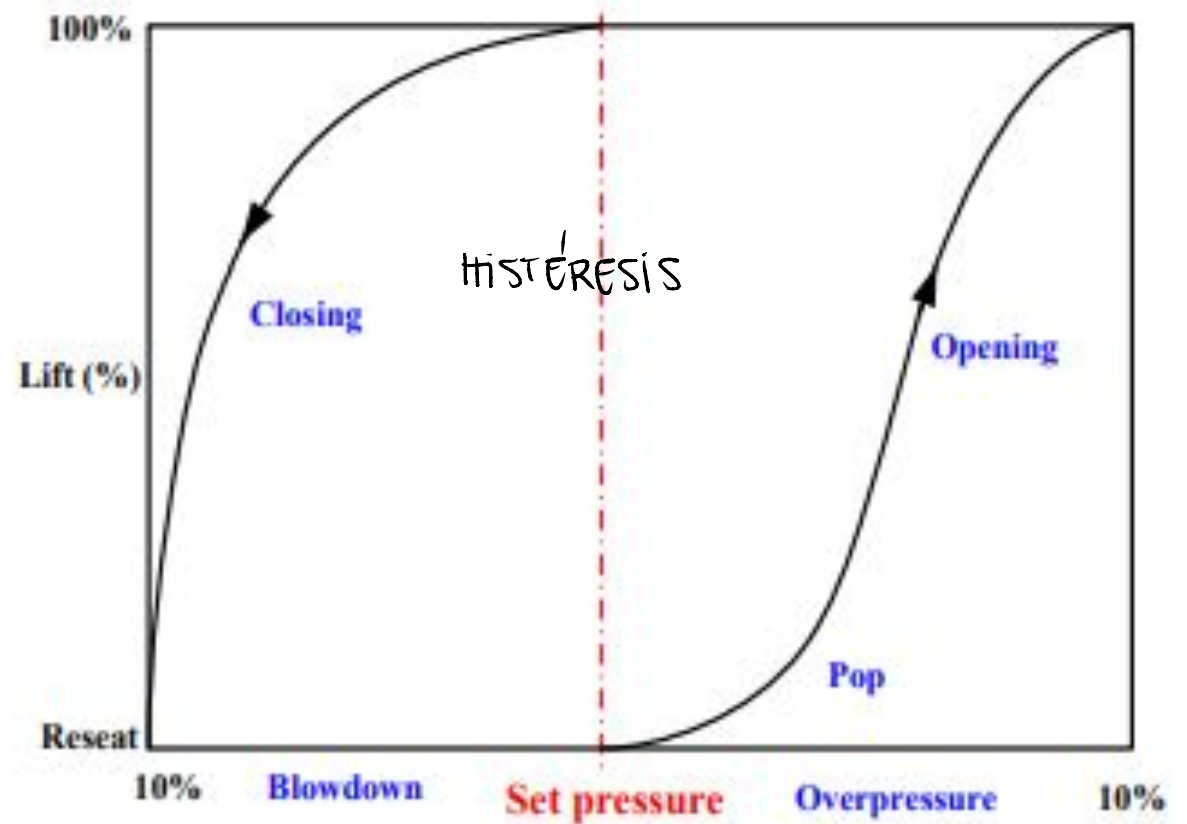
Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

1. Apertura (Lifting)

Cuando se supere cierto valor de presión (presión de seteo).

2. Cierre (Reseating)

cuando la presión caiga por debajo de un valor menor a la de seteo (blowdown)



$$P \leq 1,06 \times P_{MTA}$$

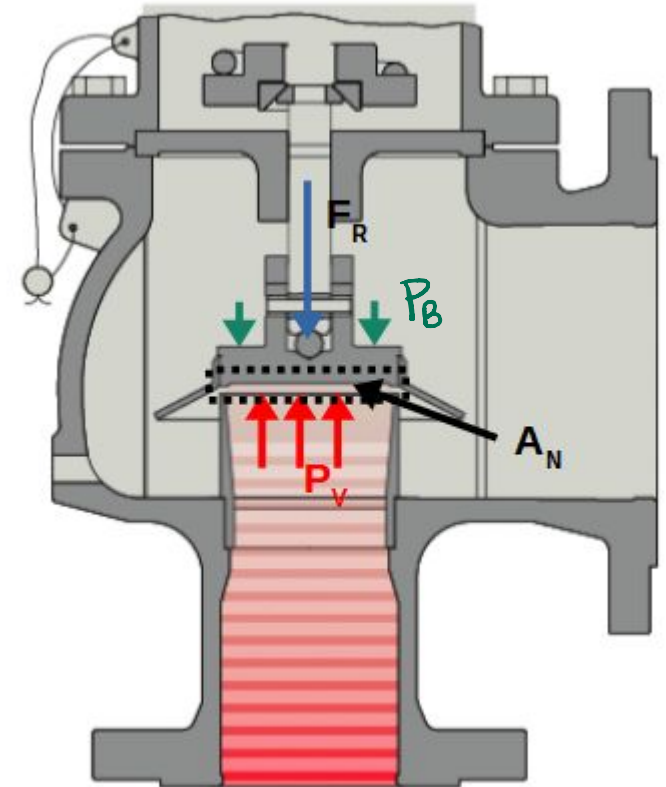
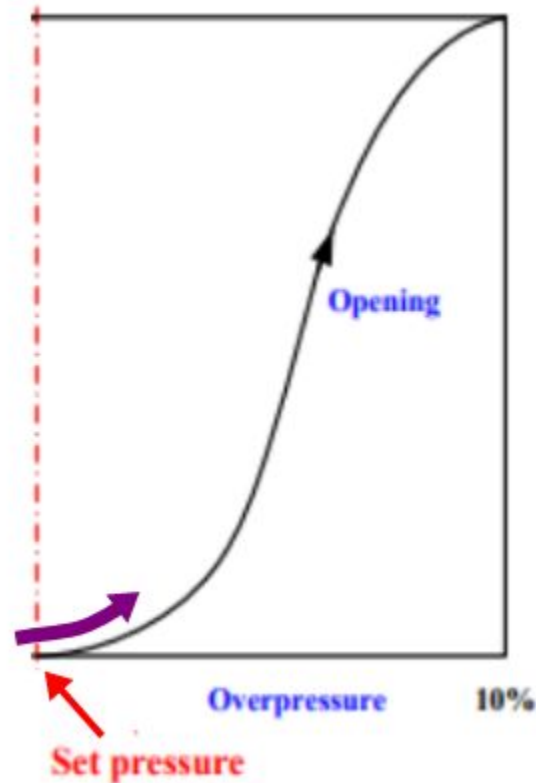


Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

Apertura (Lifting)

$$P_V \cdot A_N > F_R + P_B \cdot A_N \quad (1)$$

Cuando la presión supere el valor seteado el disco comenzará a elevarse. Cuando eso ocurre la fuerza ejercida por el resorte aumenta, por lo que para que el disco siga subiendo se necesita que siga aumentando la presión, y se de un flujo significativo de vapor.

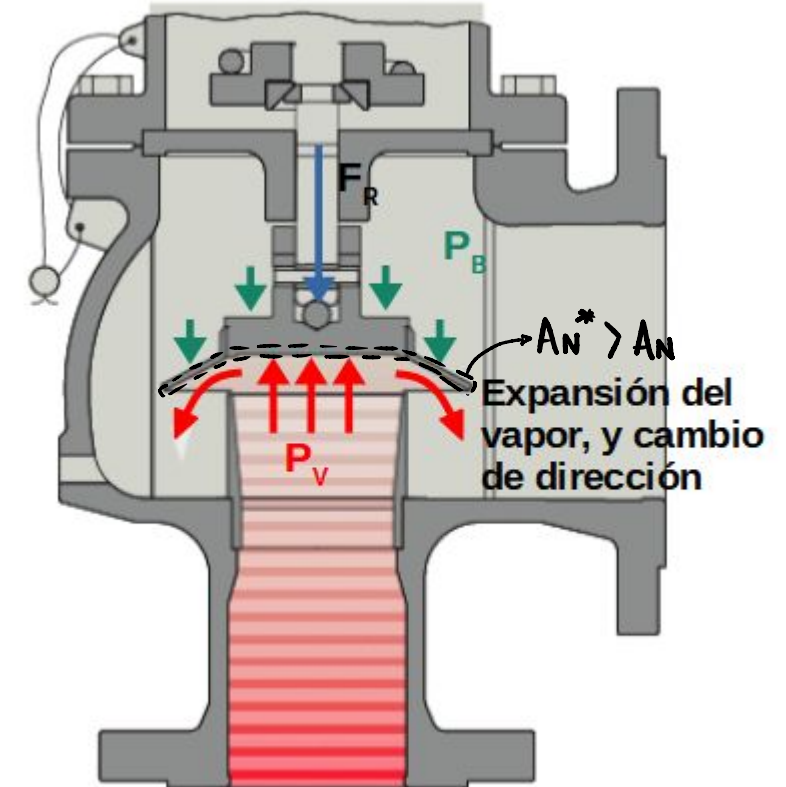
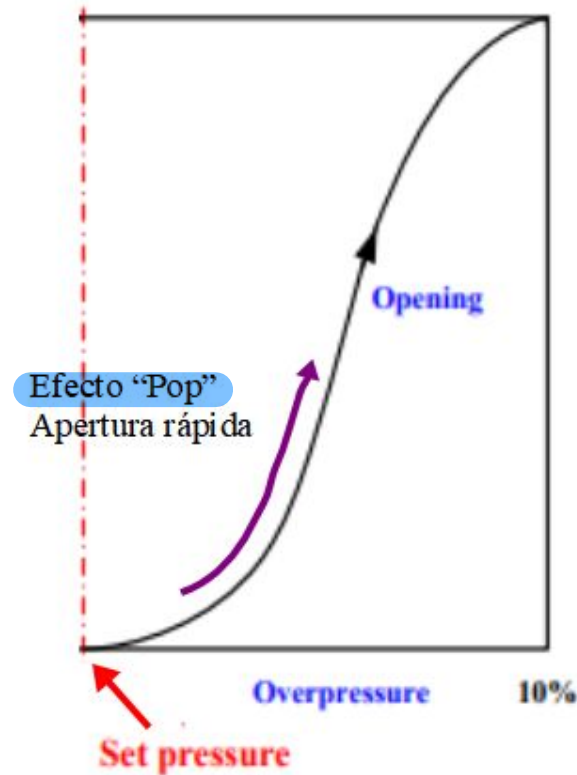


Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

Apertura (Lifting)

Si se llega a esa sobrepresión se dará una **apertura rápida (efecto pop)** gracias al diseño del disco. El incremento del área expuesta a la alta presión combinado con el cambio de sentido del flujo que se descarga y su expansión resultan en un incremento de la fuerza ejercida, lo que compensa el aumento de la resistencia del resorte permitiendo ese aumento rápido.

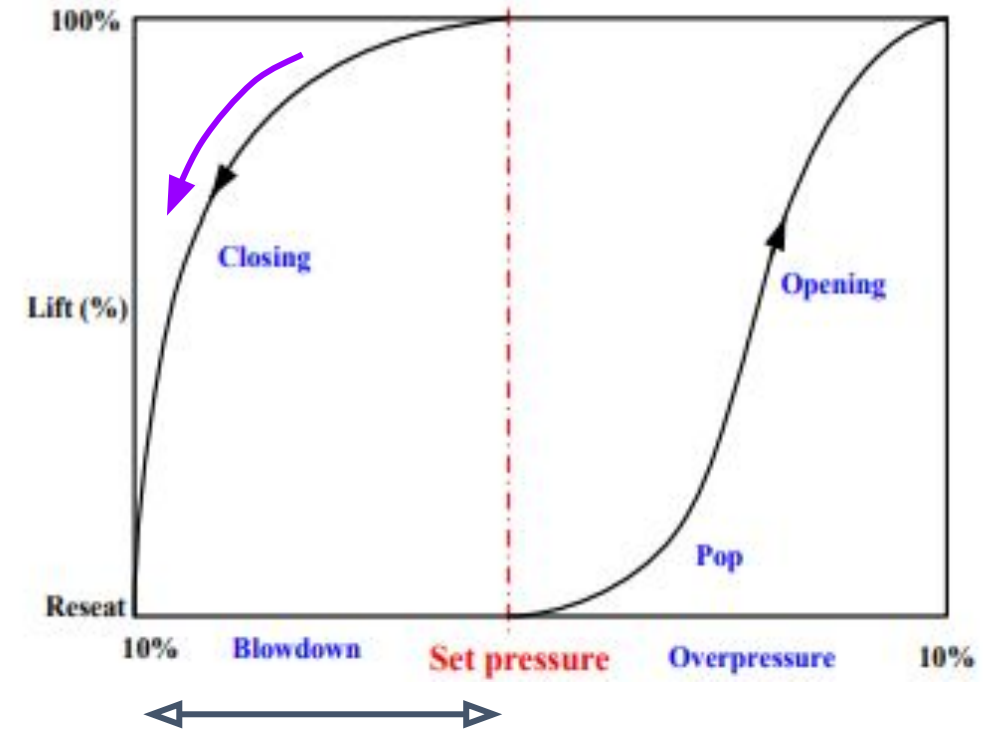
A_N^*



Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

Cierre (Reseating)

Una vez se vuelva a la condición de operación segura la válvula debe cerrarse y evitar una descarga excesiva de vapor. Esto ocurrirá cuando la presión caiga por debajo de cierto valor, menor a la presión de seteo. La **diferencia de presión entre el valor de seteo y a la cual ocurre el cierre** se conoce como **“blowdown”** y se expresa como un porcentaje del valor de seteo.



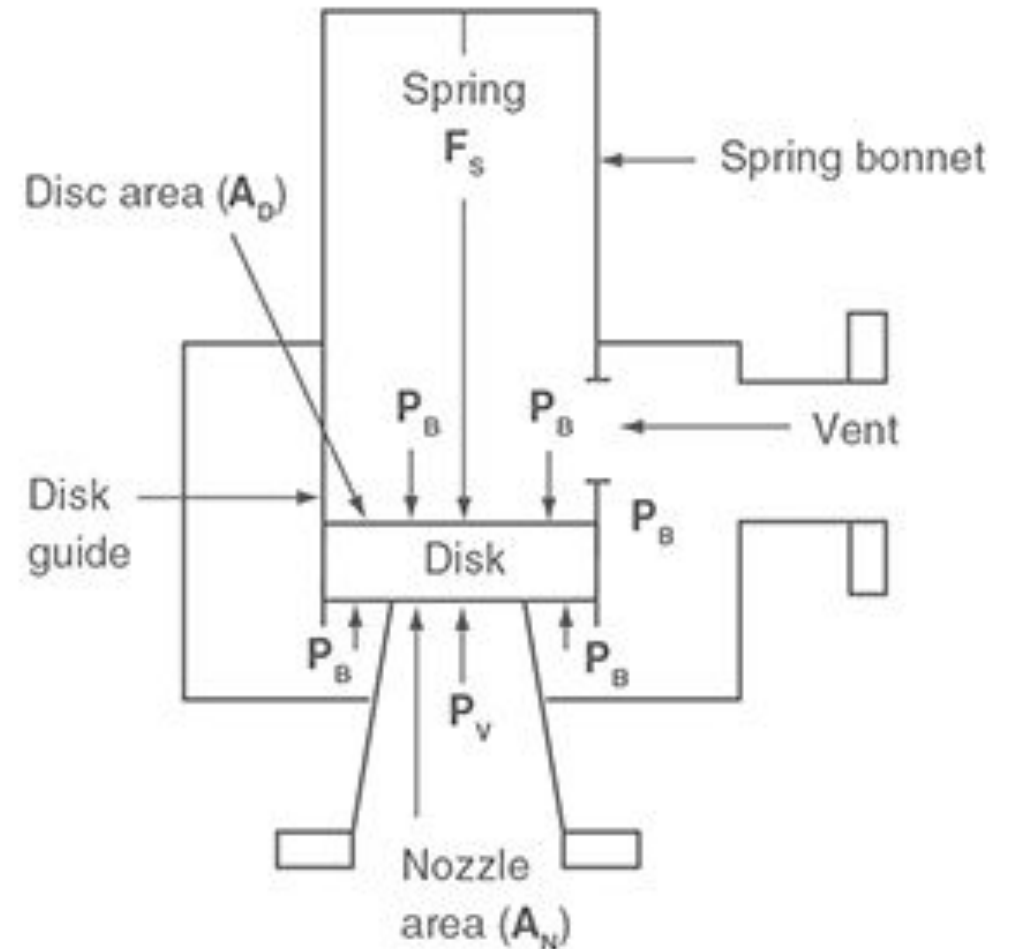
Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

Back-Pressure

Es la presión a la salida de la válvula (P_B). Las válvulas que descargan a la atmósfera o por ductos cortos no están expuestas a altos valores de P_B .

Impuesta (superimposed): Es el valor de presión del lado de la descarga cuando la válvula está cerrada.

Generada (built-up): Es la sobre-presión que se genera del lado de la descarga cuando la válvula está abierta.

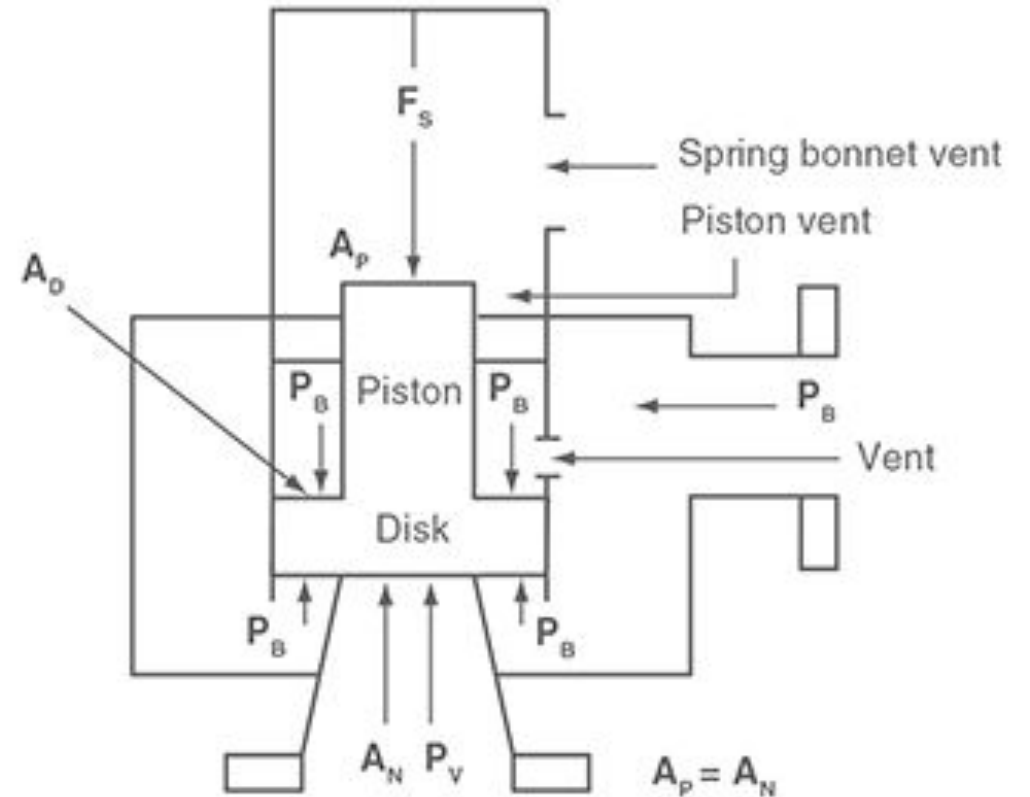


Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

Back-Pressure

Debe considerarse su efecto en el comportamiento de la válvula y en su capacidad de descarga.

En la mayoría de las aplicaciones la back-Pressure se mantiene dentro de valores pequeños gracias a una buen dimensionamiento de las cañerías de descarga. Pero si no se pudiera, debe ser balanceada.



Válvulas de Seguridad - Funcionamiento

Fugas por el asiento

Otro elemento importante en el diseño de las válvulas de seguridad son las fugas de fluido por el asiento. Estas fugas además de ser una pérdida pueden dañar progresivamente el asiento de la válvula. Fugas altas pueden ocasionar una apertura temprana de la válvula. Los valores de fugas admisibles en válvulas de seguridad son algunos ordenes de magnitud más exigentes que para otro tipo de válvulas.

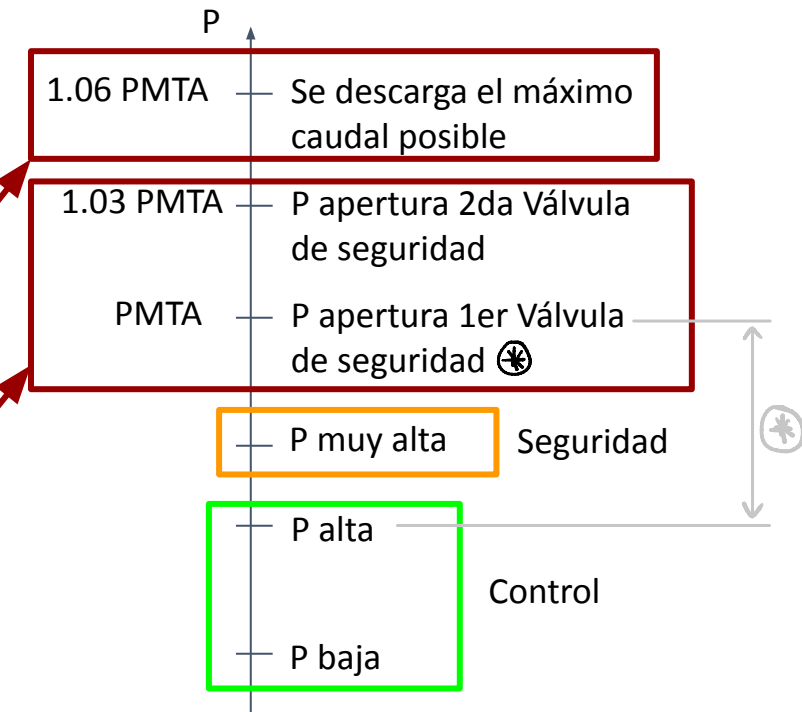
El reglamento establece que se debe evaluar la fuga de asiento y su valor debe ser aceptable de acuerdo al Código original de Construcción de la Válvula.



Válvulas de Seguridad - Regulación de la válvula, validez y agentes habilitados

El reglamento de URSEA establece los requerimientos que deben cumplir las válvulas de seguridad del generador de vapor. Se establece:

- La cantidad mínima de acuerdo a sus características. El reglamento establece el **número mínimo de válvulas de seguridad** que debe tener el Generador de Vapor según sus características:
 - Todo Generador de Vapor debe tener **al menos una válvula de seguridad**.
 - Si el **área de calefacción supera los 47m²** se deben tener **al menos dos válvulas de seguridad**. A excepción de los generadores combinados (con superficie de calefacción humo y acuo-tubular), en estos casos se requieren al menos dos válvulas si la generación de vapor excede los 1.800kg/h.
 - Los Generadores de vapor eléctricos (categoría E3) que su potencia de alimentación supere los 1.175kW deberán tener al menos dos válvulas de seguridad.
- La **capacidad de descarga del conjunto de las válvulas de seguridad**.
- Valores de **Presiones de seteo** de la o las válvulas
- Donde se deben ubicar y cómo se deben instalar.
- Las pruebas operacionales que se deben realizar a las válvulas de seguridad y quienes pueden realizarlas. Se definen los Agentes Vinculados categoría "Servicios de válvulas de Seguridad", para los cuales se establecen los requisitos y se lleva el registro de los Agentes habilitados.



⊛ Como máximo la PMTA

⊛ Calderas P y M → 10% de PMTA
" " " " → 7% de PMTA

Válvulas de Seguridad - Regulación de la válvula, validez y agentes habilitados

Comentarios

1. Entre la válvula de seguridad y el cuerpo de la caldera no debe haber ningún otro elemento. Conexión corta y válvulas verticales.
2. No deben haber válvulas entre la tubería de descarga de vapor y la válvula de seguridad.
3. Si hay un codo después de la válvula se instala un drenaje para que el condensado que se forme al probar u operar la válvula no retorne y quede sobre el asiento.
4. Descarga de las válvulas alejadas de zonas de circulación de personas.
5. Al menos una válvula debe tener como presión de apertura la PMTA o una presión menor.
6. La mínima capacidad de descarga tiene que ser mayor o igual a la máxima capacidad de generación a la PMTA.

