

8-Medición, Control y Enclavamientos

Docente(s) | Montevideo, Uruguay



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



UCU

Universidad
Católica del
Uruguay

Contenido

Contenido

- Definiciones
- Parámetros a medir y/o controlar en un generador de vapor
- Medición, Control y enclavamiento por presión
- Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua
- Medición, Control y enclavamiento por presencia de llama
- Medición y control de otros parámetros.

Definiciones: medición, control y enclavamientos

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.

Enclavamiento: *“Son dispositivos de protección y bloqueo del Generador de Vapor o de algún sistema de este, cuyo objetivo es minimizar riesgos” (URSEA).*

Parámetros a medir/controlar en un generador de vapor

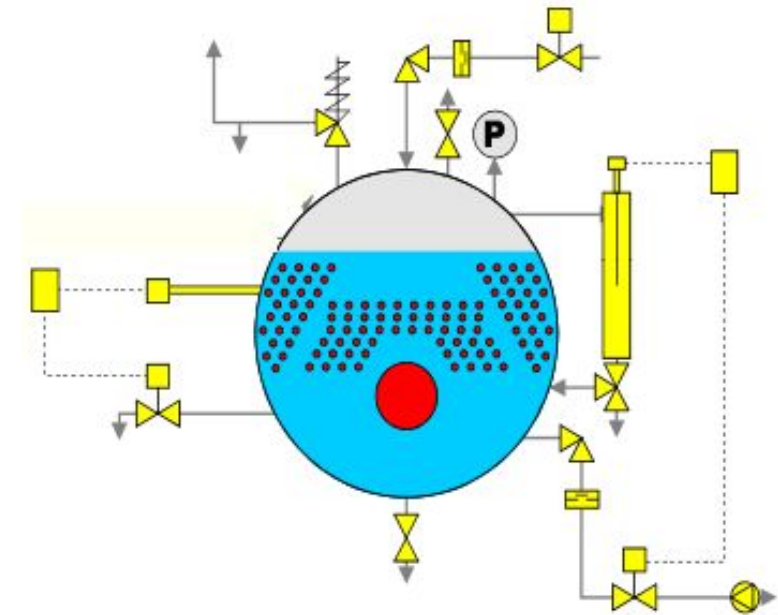
Los parámetros críticos que intervienen en el correcto funcionamiento de un generador de vapor son:

- **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.

Adicionalmente, el Reglamento de Generadores de Vapor de URSEA, exige la medición de la presión de agua de alimentación y, en ciertas categorías de generadores de vapor, también exige la medición de la temperatura de chimenea.

Otros parámetros que suelen ser medidos son la concentración de humos en la chimenea, el caudal de agua/vapor, presión en el hogar, línea de alimentación de agua y combustible, etc.



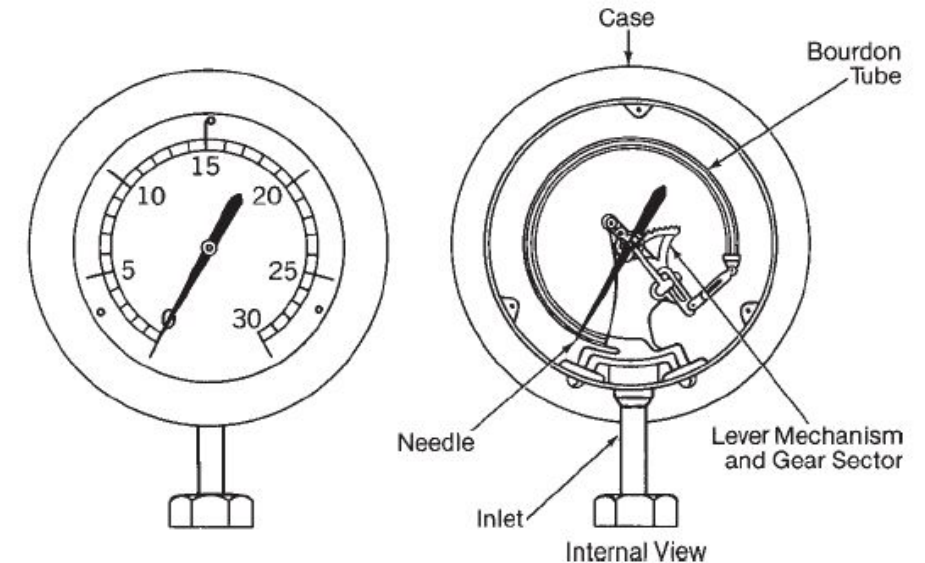
Medición, control y enclavamiento por presión

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).

Transmisor/transductor de presión: Es un elemento que convierte la presión en una señal eléctrica analógica. Los más comúnmente utilizados son aquellos basados en un sistema de diafragma y extensómetro, donde al generar una tensión mecánica sobre un diafragma se genera una tensión eléctrica a través del extensómetro.



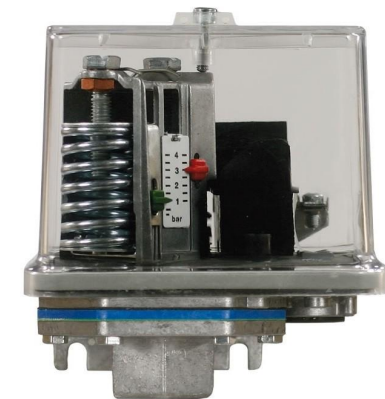
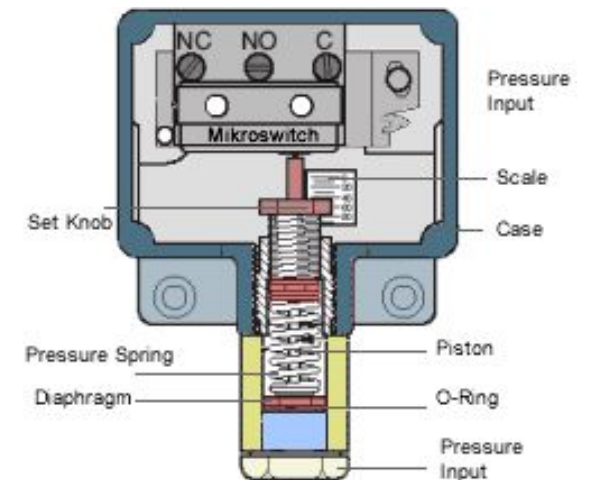
Medición, Control y enclavamiento por presión

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 (que pueden ser NA o NC). También existen presostatos que pueden enviar una señal continua de presión (mediante un reóstato). La regulación de la presión de actuación se tiene modificando la tensión del resorte.

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



Medición, Control y enclavamiento por presión

Acciones de control sobre la presión de la mezcla bifásica

Usualmente, los instrumentos de control actúan sobre los parámetros vinculados a la combustión.

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

Medición, Control y enclavamiento por presión

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)*
- *Cierre de registros de aire de entrada y puesta en posición mínima de los registros de ventilador de tiro inducido (si corresponde)*

Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Medición del nivel de agua

Indicadores de nivel visual: Tienen la finalidad de exponer visualmente el nivel al que se encuentra el agua dentro de la caldera.

Tubo de nivel de vidrio: Es el instrumento más utilizado. Consiste en un tubo de nivel de vidrio vertical, que se conecta en su extremo superior a la cámara de vapor y su extremo inferior a la cámara de agua. Éstos deben ser instalados con una válvula de cierre en sus extremos (para evitar fugas en caso de rotura) y con una válvula inferior que permita purgarlo. Además, deben contar con una protección de acrílico u otro material transparente, para evitar golpes y proteger a operarios en caso de rotura.

Nivel Klinger: Están conformados por un cristal plano en su cara frontal que tiene estrías en su cara interior, las que producen un efecto óptico que oscurece al agua respecto al vapor (mejora su distinción).

Otros: Existen variantes de indicadores de nivel visual, donde en algunos son útiles cuando se necesita obtener un mejor contraste entre el agua líquida y el vapor, por ejemplo los tipo bicolor o reflex. También hay variantes para altas presiones, como los tipo ojo de buey o los magnéticos.



Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Medición del nivel de agua



**Tubular Type
Level Gauge**



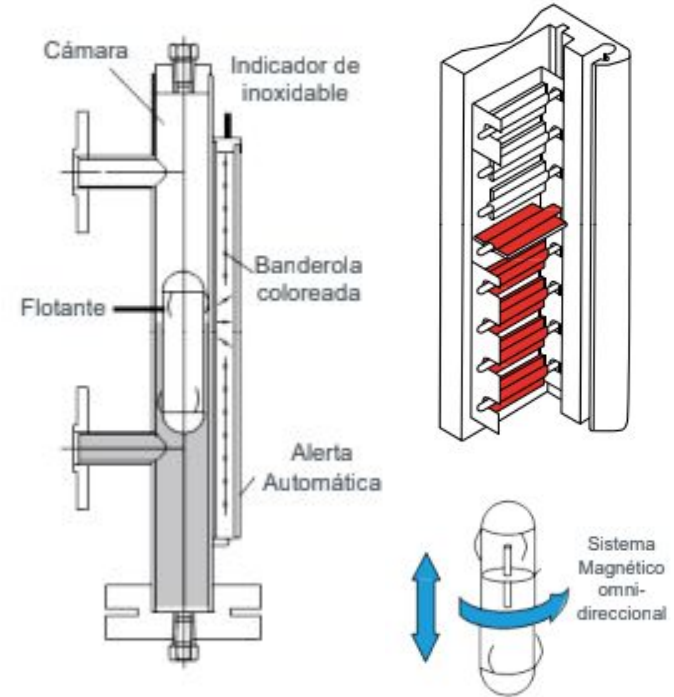
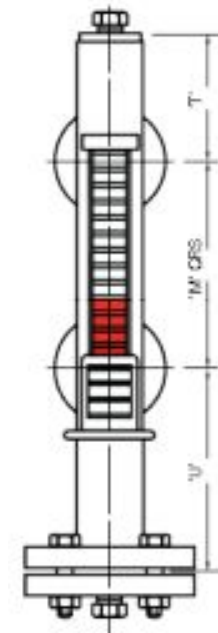
**Reflection Type
Level Gauge**



**Transparent Type
Level Gauge**



**Multi-Port Type
Level Gauge**

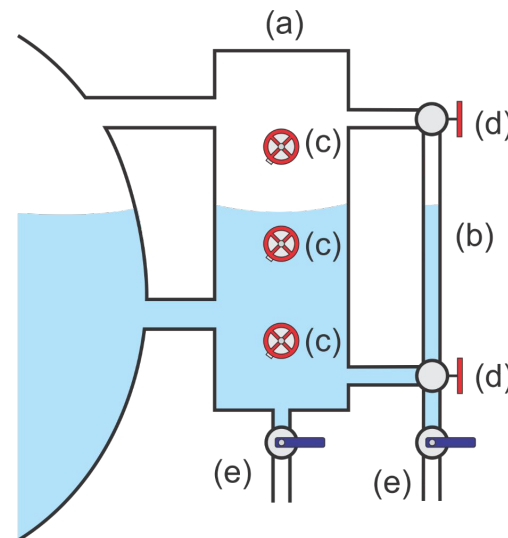
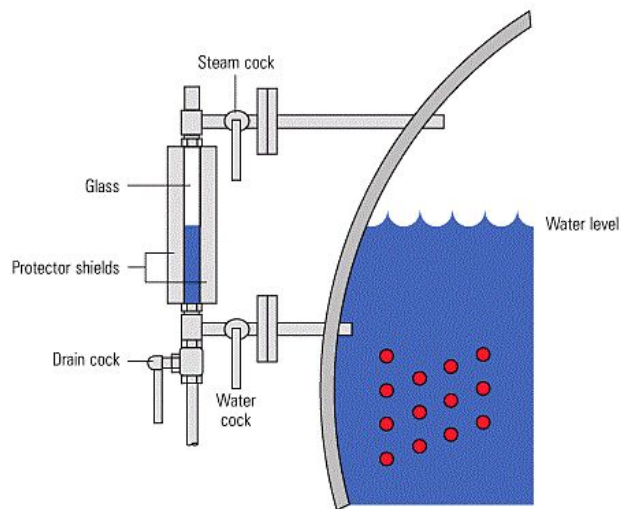


Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Medición del nivel de agua

Columna de nivel: Los instrumentos de medición y control de nivel suelen instalarse en una columna de nivel, que es un recipiente intermedio (conectado a la cámara de agua y a la de vapor) que sirve para amortiguar las oscilaciones del nivel; aunque también pueden encontrarse conectados directamente al cuerpo de presión.

En las columnas de nivel, además del indicador visual, se suelen instalar grifos de prueba a la columna de nivel, que son utilizados para la verificación del nivel en caso de rotura del tubo de vidrio. Suelen ser 3 grifos: el del medio se instala en el nivel normal del generador de vapor, el superior en el nivel máximo y el inferior en el nivel mínimo.



- (a) Columna de nivel
- (b) Indicador de nivel visible
- (c) Grifos de prueba de nivel
- (d) Grifos del indicador de nivel
- (e) Válvulas de purga



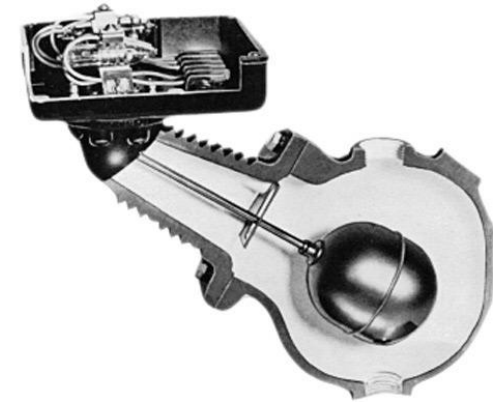
Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Instrumentos de control del nivel de agua

Mc Donnell & Miller: Instrumento de control basado en flotación de una boya y el movimiento de un mecanismo. Consiste en una cámara metálica conectada a la cámara de vapor y a la cámara de líquido de la caldera, donde dentro está ubicada una boya que sube y baja con el nivel unida a un vástago, que pivotea en un punto.

En el modelo tradicional, en el otro extremo del vástago hay una ampolla con mercurio líquido y varios contactos metálicos insertos en el vidrio. Al variar la posición de la ampolla el mercurio va cubriendo los distintos contactos metálicos, con lo que se obtienen distintas señales eléctricas.

En modelos más nuevos se sustituye la ampolla de mercurio por elementos metálicos que presionan microinterruptores al variar el nivel de agua.

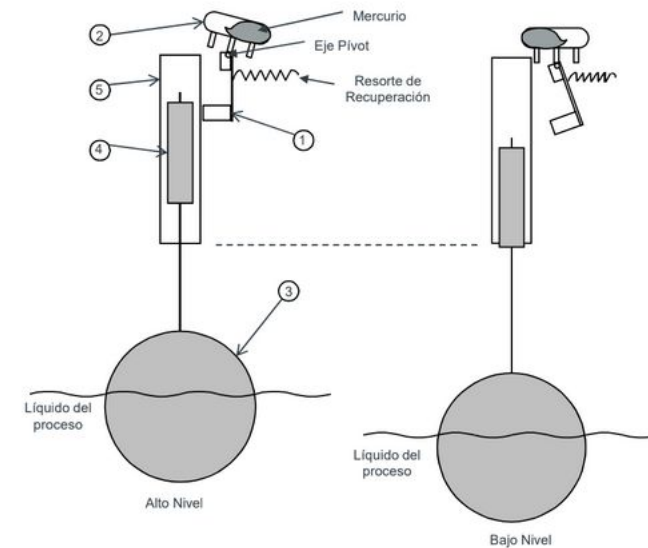


Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Instrumentos de control del nivel de agua

Magnéticos: Basado en la flotación de una boya esférica y accionamiento de contactos mediante imanes.

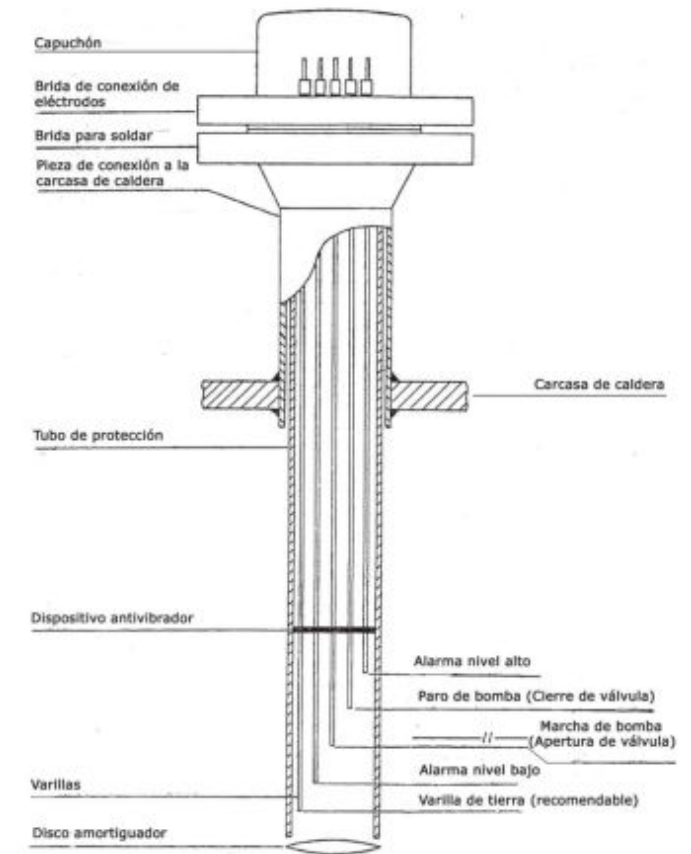
La variación del nivel de agua mueve un vástago verticalmente con una camisa metálica que, sin hacer contacto directo, atrae un imán en el mecanismo del interruptor obligándolo a dispararse. El interruptor vuelve a cambiar de estado cuando la camisa metálica sale del campo magnético del imán.



Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Instrumentos de control del nivel de agua

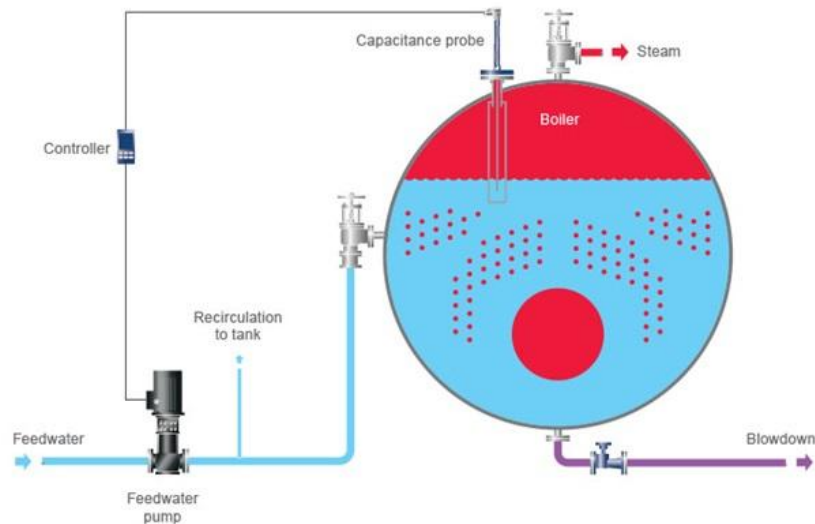
Electrodos: Electrodo o varillas, de distintos largos, colocados en una cámara. Un electrodo actúa como tierra, mientras que los restantes tienen asignados distintas acciones. Cuando están sumergidos, el circuito eléctrico se cierra gracias a la conductividad del agua; pero cuando un descenso del nivel deja al descubierto una varilla, se abre el circuito correspondiente.



Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Instrumentos de control del nivel de agua

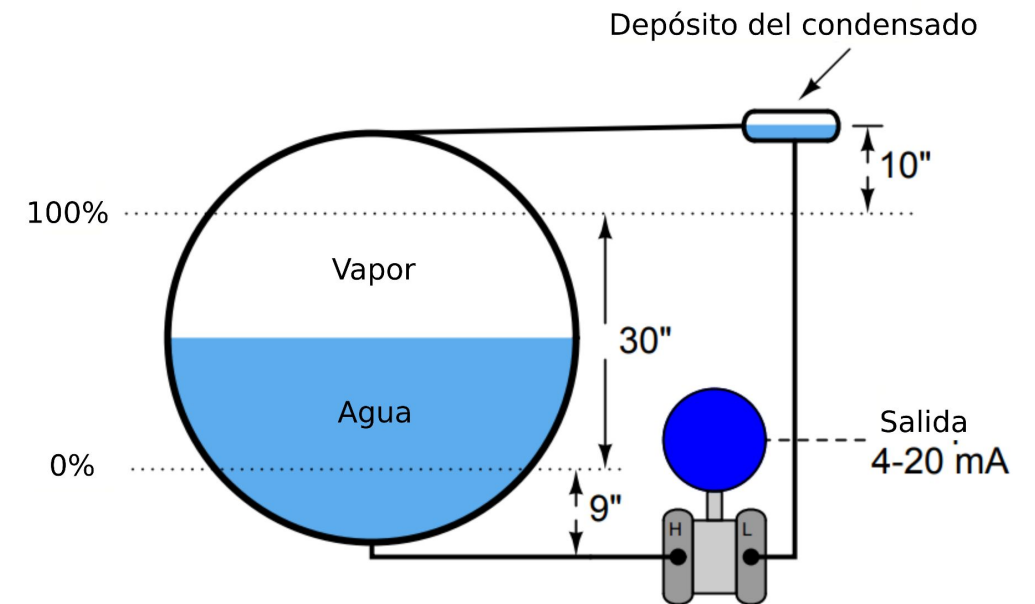
Capacitivos: Consisten en dos placas de condensador, actuando el agua entre ellas como dieléctrico. Al variar el nivel del agua cambia la capacidad del condensador, saliendo una señal eléctrica proporcional.



Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Instrumentos de control del nivel de agua

Presión diferencial: El dispositivo obtiene el valor del nivel del agua mediante la diferencia de presión entre un punto de la cámara de vapor y uno de la cámara de agua, lo que se traduce en la altura de la columna de agua que hay por encima del punto de de la cámara de agua sensado.



Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Acciones de control sobre el nivel de agua

La acción de control sobre el nivel de agua medido es únicamente el encendido, apagado y/o modulación de las bombas de alimentación de agua.

El sistema de control del ingreso de agua puede ser:

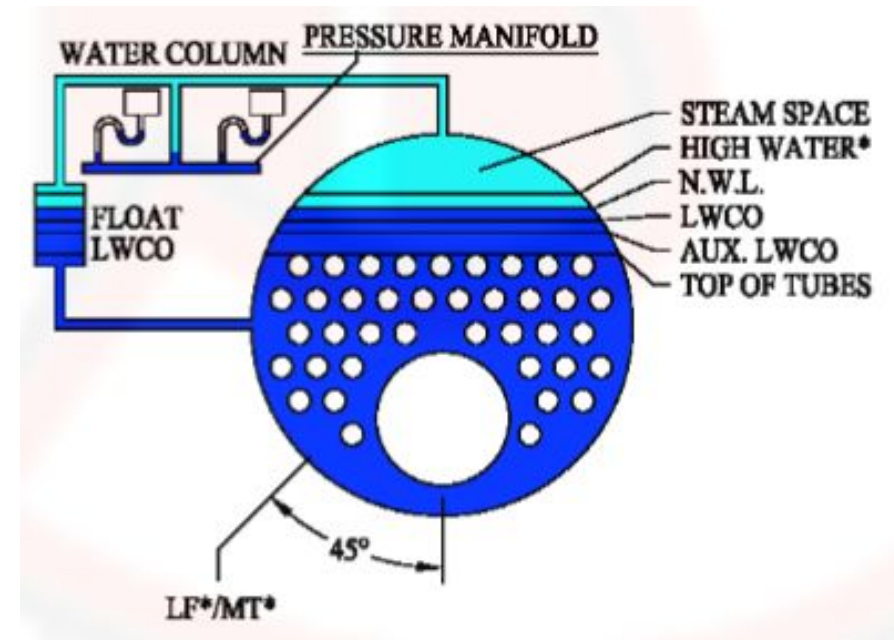
- ON / OFF - En un nivel enciende la bomba y en otro apaga (discreto)
- Modulante - Regula la frecuencia de las bombas de alimentación según set point (continuo)

Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Enclavamientos por nivel de agua - Bloqueos de Bajo Nivel y Muy Bajo Nivel

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 deben efectuar las siguientes acciones:

- *Corte de suministro de combustible*
- *Activar alarma sonora*
- *Activación de señal lumínica en el tablero de control indicando “Bajo nivel” / “Muy Bajo Nivel”*
- *Apagado de ventiladores (si corresponde)*
- *Cierre de registros de aire de entrada y puesta en posición mínima de los registros de ventilador de tiro inducido (si corresponde)*

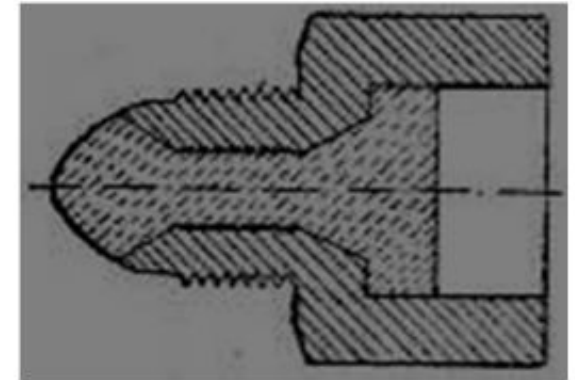


Medición, Control y enclavamiento por nivel de agua

Tapón fusible

El tapón fusible es un un tapón roscado de bronce, que en su centro cuenta con un núcleo de otro material que tiene una temperatura de fusión baja (estaño puro o con una pequeña proporción de plomo). Si el tapón fusible deja de estar refrigerado por el agua líquida, este material se funde y permite el paso de vapor hacia el exterior, cumpliendo con la función de alertar que el agua alcanzó un nivel crítico (por debajo del Bloqueo de Muy Bajo Nivel). Es un respaldo de origen mecánico a los enclavamientos.

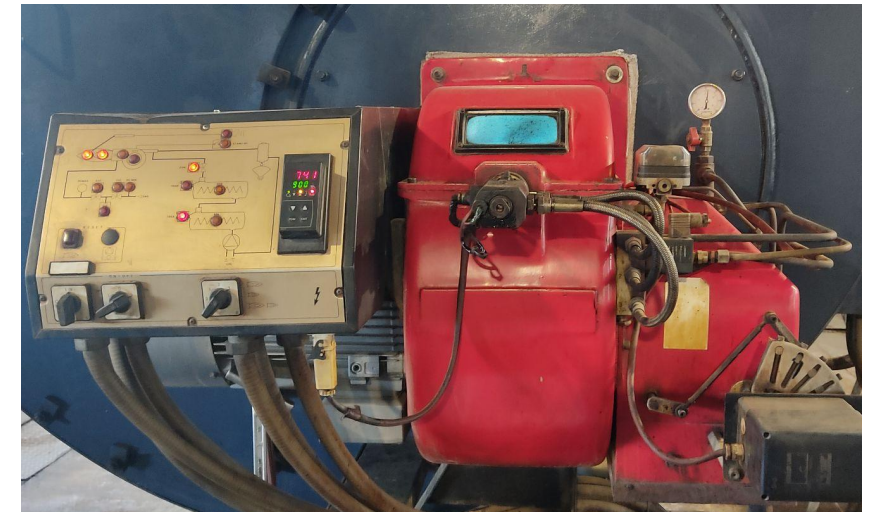
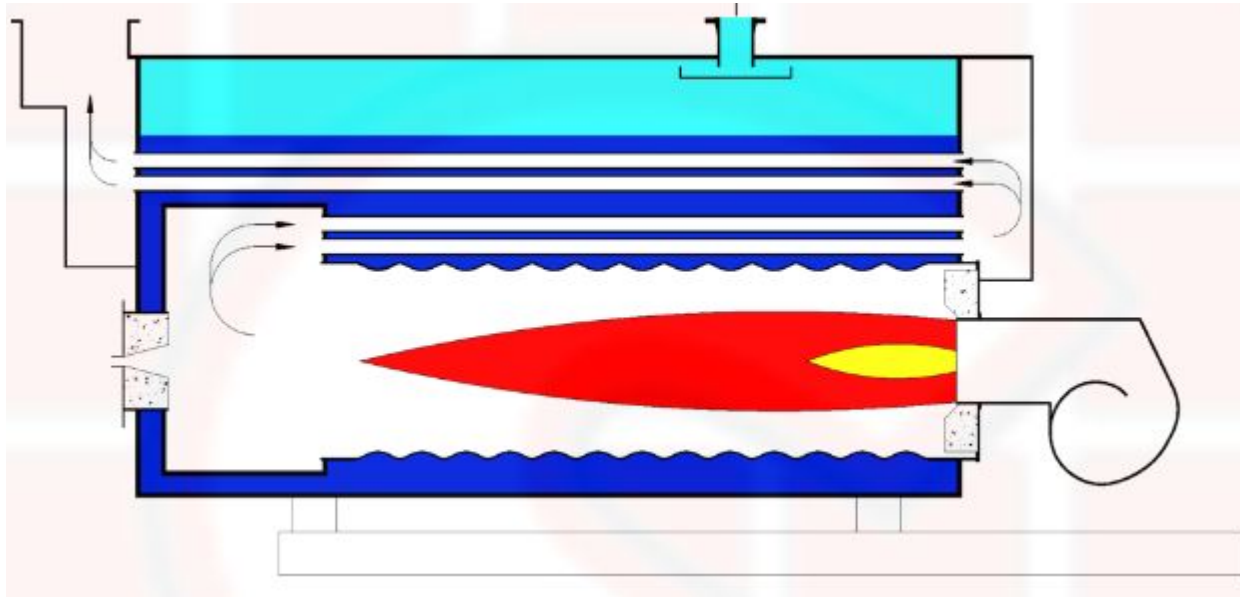
Son utilizados esencialmente en generadores de vapor humotubulares, y generalmente se encuentran instalados en la placa trasera. No son exigidos en el Reglamento de Generadores de Vapor; pero en caso en que el tapón fusible haya sido incluido en el diseño original del equipo, exige que sea reemplazado al menos 1 vez al año.



Medición, Control y enclavamiento por presencia de llama

Medición de llama

Mirilla, tapilla o visor: Son elementos que permiten visualizar la zona de combustión. Se pueden encontrar en la caja de humos trasera en generadores humotubulares, en paredes de un hogar acuotubular, en quemadores, cámaras torsionales, etc.



Medición, Control y enclavamiento por presencia de llama

Instrumentos de control por falta de llama

Detectores de llama: Permiten reconocer la presencia o no de la llama. Para distintos combustibles / tipos de llama, se requiere que el dispositivo sea sensible a diferentes tipos de radiación.

Detector de radiaciones visible: Comúnmente llamados célula fotoeléctrica o fotocélula, son sensibles a radiaciones con longitudes de onda entre 0,37 y 0,8 micrones. Están formadas por un ánodo y un cátodo revestido de un material sensible a estas radiaciones, a los que se le aplica una diferencia de potencial alterna. Mientras que no hay llama, no hay pasaje de corriente entre ellos; y cuando detecta llama, se establece una corriente rectificadora.

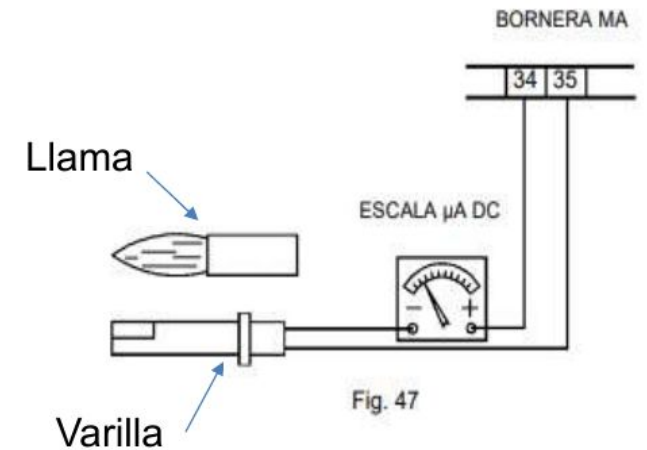
Detector de radiaciones infrarrojas: Sensibles a longitudes de onda entre 0,8 y 2,6 micrones gracias a que el ánodo de sulfato de cobre disminuye su resistencia eléctrica y genera el pasaje de una corriente alterna hacia el cátodo. En el uso de éstas, se debe ser cuidadoso de proteger al dispositivo frente a radiación del refractario que pueden ser del mismo orden.



Medición, Control y enclavamiento por presencia de llama

Instrumentos de control por falta de llama

Detector de radiaciones ultravioletas: Denominados varillas de ionización, son sensibles a longitudes de onda entre 0,19 y 0,39 micrones. Consiste en un tubo de cuarzo lleno de un gas con dos electrodos, que a partir del efecto de ionización del gas, genera una corriente que activa un relé cuando el tubo es expuesto a radiación UV.



Medición, Control y enclavamiento por presencia de llama

Enclavamientos por presencia de llama - Bloqueo por Falta de Llama

El Reglamento de Generadores de Vapor exige que aquellos que utilizan gas y/o combustibles líquidos, deben contar con Bloqueo por Falta de Llama, que como mínimo ejecute las siguientes acciones:

- *Apagado del quemador.*
- *Activación de alarma sonora.*
- *Activación de señal lumínica en el tablero de control indicando “Falta de Llama”.*

Medición, Control y enclavamiento de otros parámetros.

Temperatura

Los parámetros relacionados a temperatura que pueden ser de interés medir o controlar, son:

- **Temperatura en circuito de humos** - (indicador de rendimiento del sistema y de correcta operación, limpieza del circuito de humos)
- **Temperatura de vapor sobrecalentado** - (verificación del setpoint y posible regulación para alcanzarlo)
- **Temperatura de combustible** - (correcto suministro de combustible al quemador)
- **Temperatura del agua de alimentación** - (cavitación en la bomba, choques térmicos, eficiencia energética)

Medición:

- **Termómetros:** Pueden ser de mercurio, bimetálicos o de par termoeléctrico (termocuplas).

Instrumentos de control:

- **Termostatos:** Por diferencia de dilatación entre 2 metales, provoca accionamiento de un contacto eléctrico, que es restablecido cuando la temperatura desciende en un diferencial.
- **Termocuplas:** La unión de 2 metales diferentes formando un circuito cerrado, de manera que las uniones entre ambos se mantengan a diferentes temperaturas, genera una corriente eléctrica cuya intensidad depende de la diferencia de temperaturas.

Medición, Control y enclavamiento de otros parámetros.

Composición de gases

Medición:

- **Analizador de gases:** Los analizadores de gases permiten obtener valores de concentración de las distintas especies de gases de combustión, y a partir de estos valores obtener información sobre la condición de la combustión. Estas mediciones permiten optimizar las condiciones de combustión regulando el exceso de aire inyectado al hogar e identificar posibles malos funcionamientos. Existen analizadores de gases discretos (portátiles, que toman una muestra puntual) y continuos (vinculados al sistema de control del generador de vapor, toman datos de forma continua)

Instrumentos

de

Control:

- **Analizador de gases continuos:** Existen sistemas de control que analizan los gases continuamente y tienen incorporadas ciertas acciones de regulación entre el tiro de los ventiladores e ingreso de combustible, que optimizan la combustión para determinada condición de operación.

Medición, Control y enclavamiento de otros parámetros.

Presión en el hogar, agua de alimentación y combustible

Medición:

- **Agua y combustibles líquidos o gaseosos:** Se utilizan los mismos instrumentos de medida que para el vapor: manómetros o transmisores de presión.
- **Hogar:** Según el tipo de combustible y de tecnología de combustión, los hogares pueden estar diseñados para operar a presiones mayores o menores a la presión atmosférica. En aquellos donde la presión sea menor a la atmosférica, es de suma importancia verificar que la presión se mantenga en ciertos rango por debajo de la presión atmosférica. En esos casos se utilizan:
 - **Vacuómetros**
 - **Columnas en “U”**
 - **Transmisores de presión**

Instrumentos de control:

- **Combustibles líquidos o gaseosos:** Presostatos y transmisores de presión en líneas de alimentación de combustibles.
- **Hogar:** Los transmisores de presión son utilizados para controlar la presión en el hogar mediante la regulación de los ventiladores del generador de vapor.

¡Muchas gracias!

