

Calderas

Nos acompañan desde hace más de doscientos años, siendo tan confiables que la mayoría de la gente no les da mucha importancia. Las podemos ver en casi cualquier lugar del mundo, transfiriendo calor del combustible al agua para calentar nuestros edificios o permitir nuestros procesos.

Las calderas son simples, eficientes y fiables. Ningún equipo las supera transfiriendo calor de un lugar a otro. Las hemos utilizado para la calefacción desde antes de la guerra civil de los Estados Unidos, en 1861.

Incluso antes de esta guerra, ya las calderas se usaban en procesos industriales. Actualmente las utilizamos en fábricas, planchadoras de ropa, lavaplatos, pasteurización de leche, esterilización de equipos médicos y hasta para ¡calentar ciudades enteras! Sus capacidades parecen no tener fin.

Sin embargo, y a pesar de su simplicidad, una caldera de vapor puede representar un problema si el sistema de control no actúa correctamente. Si la energía entregada a la caldera excede lo que ella puede absorber, se puede producir una rotura. Así que siempre se debe estar en guardia.

Una simple válvula de seguridad, de la capacidad adecuada, que proporcione alivio a la presión, protege la caldera contra una presión excesiva. Pero la sobrepresión no es lo único que puede amenazar a una caldera de vapor. Existe también el peligro de incendio por falta de agua.

Si el nivel de agua interno cae demasiado, la caldera se puede quemar. También aquí se debe estar siempre en guardia. Una caldera de vapor necesita agua para refrescar las superficies de metal. Sin un nivel correcto de agua el calor se acumula rápidamente. Demasiado calor crea una condición de funcionamiento muy peligrosa.

Los fabricantes de calderas siempre han regulado los requisitos de seguridad mínimos respecto al nivel del agua para cada equipo que producen. Nuestros controles ayudan a hacer cumplir esos requisitos de dos maneras:

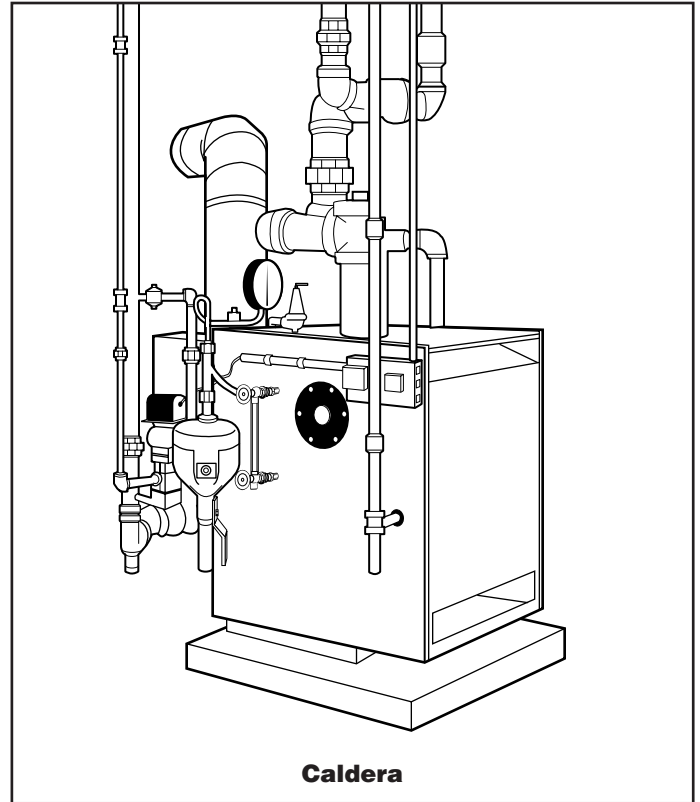
- Manteniendo un nivel del agua mínimo seguro dentro de la caldera..
- Enviando una señal para apagar el quemador si el agua desciende por debajo de ese punto.

En esta breve guía para los sistemas explicaremos cómo logramos estas dos importantes funciones.

¿Cuál es un nivel de agua “normal”?

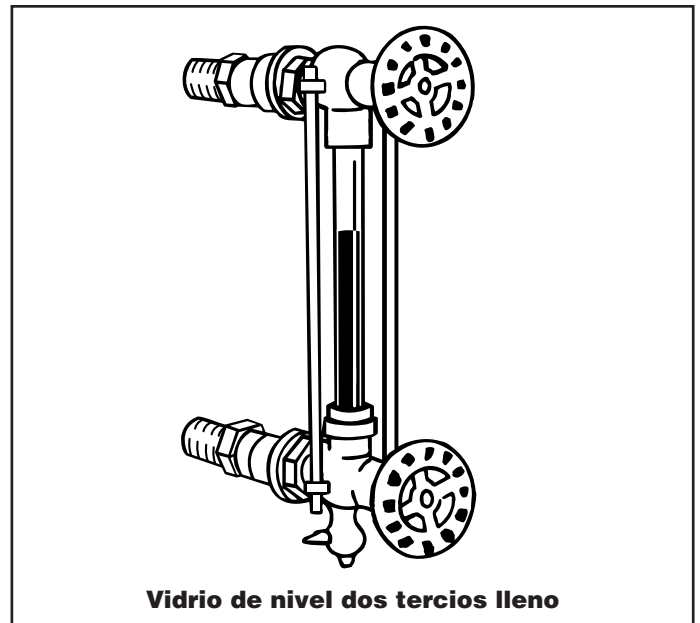
El nivel del agua apropiado de una caldera de vapor varía de fabricante en fabricante, pero generalmente podemos decir que es “normal” comenzar con el llenado manual de la caldera hasta los dos tercios del vidrio de nivel. A medida que la caldera funcione, el agua se convertirá rápidamente en vapor y saldrá del sistema (Fig. B).

Se producirá vapor a un ritmo constante de cerca de, digamos, medio galón por minuto por cada 240.000 BTU/hr (índice DOE --Department Of Energy-- de capacidad de calentamiento).



Caldera

Fig. A



Vidrio de nivel dos tercios lleno

Fig. B

Ésta es una ley física, así que no varía de fabricante en fabricante. Si una caldera trabaja a un ritmo de, por ejemplo, 1.000.000 BTU/h, se puede estar seguro que el agua se está convirtiendo en vapor y abandonando la caldera a razón de aproximadamente 2 gpm (7,57 L/min). Y la abandona a una velocidad que se puede medir en millas por hora, ¡a veces más de 60 mph! (97 km/h). Así que es muy importante que las tuberías conectadas a la caldera sean las adecuadas. De lo contrario, el vapor que sale de la caldera a tal velocidad arrastrará consigo agua y creará problemas en la caldera y en el sistema.

A medida que el agua (en forma de vapor) sale hacia el sistema, el nivel del agua en la caldera, por supuesto, caerá. Cuánto cae depende mucho del diámetro, largo y condiciones del sistema de tuberías. Idealmente, el agua debe retornar a la caldera antes que el nivel de agua descienda por debajo de un punto crítico. Ese es el punto en el cual el control de bajo nivel de agua corta la energía al quemador, o abre un alimentador automático de agua.

Como durante la operación ha pasado agua hacia el sistema de tuberías, el nivel del agua “normal” estará en algún punto del tercio inferior del vidrio de nivel (Fig. C).

Debemos recordar que se opera entre ciertos límites y no en un punto fijo. Si el agua permanece en la parte superior del vidrio de nivel mientras el quemador está encendido, probablemente no se ha producido vapor. Así que la palabra “normal” es engañosa, porque lo único normal es que el nivel del agua debe subir y bajar.

Sin embargo, como dijimos antes, los fabricantes de calderas establecen un nivel de agua mínimo seguro para sus calderas. Ese punto está generalmente justo por debajo del nivel visible del vidrio de nivel. Si el nivel de agua cae hasta ese punto, la caldera puede estar en peligro de recalentamiento. Tenemos que encontrar una manera de proteger la caldera de ella misma (Fig. D).

Todas las autoridades y las principales compañías de seguros reconocen esta necesidad. La norma ASME para calderas de calefacción a baja presión, por ejemplo, especifica: “cada caldera de vapor automática debe estar equipada con un sistema automático de control de corte de combustible por bajo nivel de agua”. El dispositivo a que la norma se refiere se conoce como “control de bajo nivel de agua”, y su función es apagar el quemador para proteger la caldera.

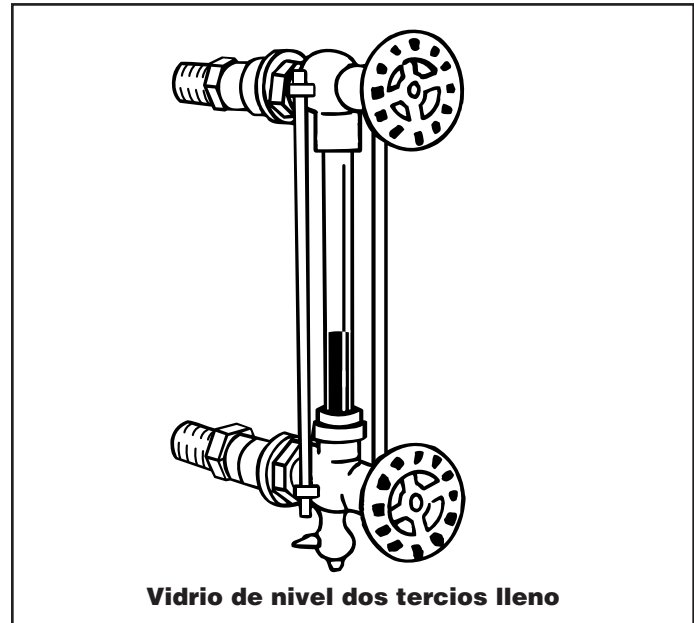


Fig. C

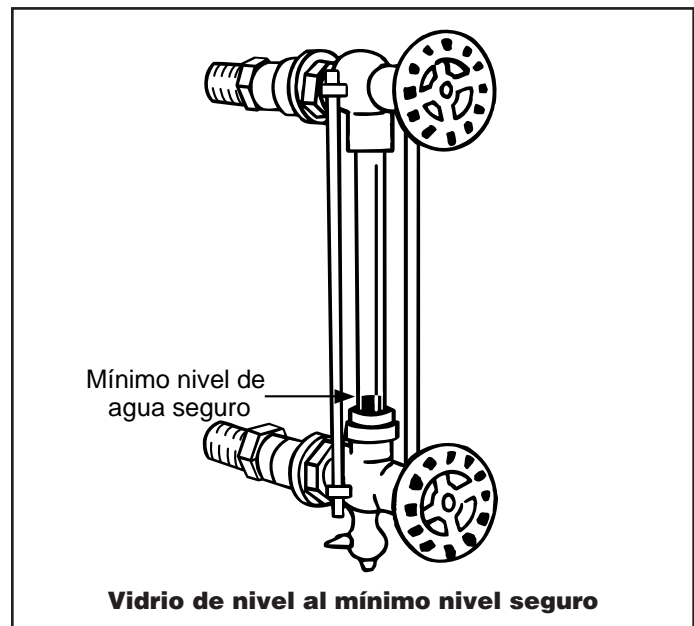


Fig. D

¿Q ué puede motivar un bajo nivel de agua?

En un sistema abierto de vapor, es normal una cierta pérdida de agua por evaporación. Cuán grande es esta pérdida depende del tamaño y condición del sistema. Sin embargo, cuando la pérdida de agua es mucha, llegó el momento de comenzar a localizar averías. Hay muchos lugares donde buscar.

A continuación una lista de ellos:

- Salidas de aire sucias, no asentadas correctamente, y con fugas de vapor a la atmósfera.
- Válvula de purga de la caldera parcialmente abierta.
- Alguien, por cualquier razón, ha estado extrayendo agua caliente de la caldera.
- La válvula de alivio ha descargado.
- La bomba de condensados no funciona como debe.
 - El flotador puede haberse aflojado.
 - Condensado demasiado caliente para ser bombeado.
 (Compruebe las trampas de vapor)
- Arreglo de tubería incorrecto cerca de la caldera puede lanzar agua al sistema o causar inclinación de la línea de agua durante la operación.
- Escape del agua de retorno (sospeche siempre de cualquier tubería enterrada).
- Válvula de retención pegada o parcialmente pegada.
- La caldera hace espuma o el vapor arrastra agua.
 - Compruebe el pH. Debe estar entre 7 y 9.
 - Compruebe el estado del agua. El agua sucia puede hacer espuma o ser arrastrada.
 - Compruebe el quemador. Una llama exagerada puede provocar arrastre de agua.
- Tuberías con pendiente incorrecta.
- Alimentador automático no trabaja correctamente.
 - Cámara con sedimentos.
 - Línea de alimentación obstruida.
- No todo el condensado retorna del sistema (problema común en procesos).
- Metal de la caldera corroído y con escape en la línea de agua.
 - Llene la caldera hasta el tope para comprobar si hay escapes.

Los buenos reparadores dedican tiempo a observar el sistema completo antes de decidir qué está incorrecto. Investigar cuidadosamente, con calma, llevará a la solución del problema.

Observación del nivel de agua

La mejor manera de evitar daño por recalentamiento a una caldera es apagar el quemador si el nivel del agua cae demasiado bajo. Este es el trabajo que hace el “control de bajo nivel de agua”. Hay varios tipos de control de bajo nivel de agua que se pueden utilizar. Veamos.

Control de bajo nivel de agua operado por flotador

Este tipo de dispositivo se ha estado utilizando (Fig. E) desde los años veinte, y ha ganado la reputación de confiable en todo el mundo. Generalmente se monta directamente en las tomas del indicador de nivel de agua.



Serie 67 control de bajo nivel de agua tipo flotador

Fig. E

Para simplificar la instalación, nuestros montajes son de tipo “acoplamiento rápido”.

El nivel del agua en la cámara del control de bajo nivel de agua mimetiza el nivel del agua en la caldera. Como el nivel del agua disminuye en la caldera al producirse vapor, el nivel y el flotador en el dispositivo también caen. Si el flotador desciende por debajo del nivel crítico del nivel de agua, dispara un interruptor eléctrico conectado en serie con el quemador. El quemador se apaga inmediatamente y permanecerá apagado hasta que el nivel del agua aumente hasta un punto de funcionamiento seguro.

Esto sucede cuando el condensado retorna del sistema o cuando un alimentador de agua automático, o un ayudante, agrega agua a la caldera. Cuando el agua sube hasta un nivel seguro, el control de bajo nivel de agua reestablece la conexión eléctrica y el quemador se enciende nuevamente.

Cuando un sistema de vapor está bien balanceado, el trabajo del control de bajo nivel de agua es hacer una pausa y esperar. La situación que acabamos de describir sugiere que hay algo fuera de equilibrio en el sistema. Más adelante volveremos a este tema.

Probeta y flotador integrados en el control de bajo nivel de agua

Hay algunas calderas con camisas, que no aceptan fácilmente los acoplamientos de montaje rápido. Estas calderas a menudo tienen una toma para acoplar un control de bajo nivel de agua integrado. Estos dispositivos integrados realizan la misma función que las unidades externas que acabamos de ver, pero en lugar de estar en una cámara, están dentro de la caldera, donde pueden detectar el nivel de agua directamente.

Fabricamos dos tipos de controles de nivel de agua integrados:

Probetas – El fabricante de la caldera especificará el punto donde debe estar este tipo de control de bajo nivel de agua integrado. Generalmente estará situado justamente debajo de la línea de agua, en un punto por encima de la parte superior de la cámara de combustión de la caldera. La probeta utiliza el agua de la caldera para completar el circuito eléctrico pasando por un aislador que atraviesa un aislador (el centro de la probeta) hasta tocar de nuevo tierra (la rosca de la probeta). Mientras el agua cubra la probeta, una señal eléctrica afirmativa llegará al quemador. Cuando el agua cae por debajo de la probeta durante diez segundos seguidos, se produce una señal electrónica de “parada” que llega al quemador, apagándolo y protegiendo la



Serie PS-800 control de bajo nivel de agua tipo probeta

Fig. F

caldera contra una condición de bajo nivel de agua.

En ITT McDonnell & Miller fabricamos diversos tipos de controles de nivel de agua basados en probetas, para satisfacer cualesquiera requisitos de trabajo (Fig. F).

Uno de esos usos tiene que ver con el nivel del agua de las calderas. La capacidad de agua de las calderas modernas es considerablemente menor que el de las calderas de hace décadas. Además, los límites de operación del nivel de agua de las calderas de hoy en día son menores. Por otra parte, la variación repentina en los niveles del agua está aumentando. Consecuentemente, el control de bajo nivel de agua debe ser lo suficientemente “inteligente” para reconocer estas variaciones y reaccionar apropiadamente. Esto se ha logrado con la incorporación de características de retardo en la lógica del funcionamiento de la probeta. Comprende una característica de retardo en el disparo (DOB, Delay On Break) que mantiene el quemador encendido 10 segundos después que el agua deja de hacer contacto con la probeta. Esto reduce al mínimo los efectos de un cambio repentino en el nivel de agua. Otra adición – característica de retardo en el encendido (DOM, Delay On Make) – introduce un plazo adicional de 15 segundos después que el agua vuelva a hacer contacto con la probeta. Esto reduce al mínimo la posibilidad de ciclos rápidos en el quemador y en el alimentador, cuando se eleva ligeramente el nivel, de manera que el agua perdida en vapor tenga tiempo de retornar condensada antes de que el nivel de agua sea menor que el de la probeta.

Tipo flotador – En cuanto a operación es similar al dispositivo externo de control de bajo nivel de agua que vimos anteriormente. La diferencia es que en vez de detectar un nivel del agua mimetizado fuera de la caldera, estas unidades detectan el nivel directamente dentro de la caldera.

Las fabricamos en cinco tamaños, con montaje tipo barril (serie 69), para acomodar diversos espesores de aislamiento de la caldera. Cuando se seleccione un control integrado tipo flotador hay que cerciorarse de que se introduzca lo más posible en la caldera, sin que el protector del flotador haga contacto con ella.

Cuando un control de bajo nivel de agua apaga el quemador, también paraliza completamente el sistema de calefacción. Nada sucederá hasta que el agua en la caldera vuelva a un nivel de funcionamiento seguro.

Mientras que esto es muy bueno para la caldera, puede no ser la mejor cosa para el sistema. Si se apaga la calefacción en el edificio durante un tiempo demasiado prolongado, las tuberías de agua pueden congelarse.



Alimentador de agua uni-match®

Fig. G



Serie 101-A alimentador de agua

Fig. H

Aquí es donde entran a funcionar los alimentadores automáticos de agua. Un alimentador automático mantendrá el nivel de agua en la caldera por encima de un mínimo seguro y la mantendrá en operación, incluso si el sistema tiene escape. Y la mantendrá funcionando automáticamente hasta que se repare.

Combinación de controles de nivel de agua y alimentadores automáticos de agua

Dos de nuestros alimentadores más populares y versátiles son los Uni-Match® y los 101A (Fig. G y H), ideales para uso residencial y comercial pequeño. Versátiles en el sentido que son compactos y de fácil instalación para operar mediante controles de nivel de agua de tipo probeta o de tipo flotador. Estos alimentadores están siempre listos para añadir agua cuando reciben la señal del control de bajo nivel de agua. Las ventajas que ofrecen son, que no hay que agregar agua manualmente – y más importante aún – que se protege de manera muy segura la caldera contra incendio por falta de agua manteniendo un nivel del agua mínimo seguro si ocurre un escape en el sistema.

Si se utiliza un alimentador de agua mecánico automatizado, se puede mantener funcionando el quemador aún durante un fallo de energía. Un alimentador mecánico puede también proteger una caldera (Fig. I) de un mal funcionamiento del dispositivo de regulación del combustible, que cause que el quemador se trabe y permanezca en esa condición. O supongamos que alguien desconecta un control, poniendo al quemador en operación continua. Un alimentador de agua mecánico automatizado continuará suministrando agua a la caldera siempre que el nivel decrezca por debajo del punto de “alimentación”.

Bajo circunstancias normales, el dispositivo eléctrico de control de bajo nivel de agua (segundo componente de la combinación) estará siempre preparado para apagar el quemador si algo va mal con el alimentador automático.

Un alimentador automático de agua no alimenta hasta los dos tercios de pleno llenado del vidrio de nivel, sino que ese punto se ajusta a mano cuando se arranca el sistema. Como se dijo antes, el nivel “normal” tendrá distintos límites a medida que el sistema opera. Un alimentador automático solamente asegurará que haya un nivel de agua mínimo seguro. Con esto se disminuye la posibilidad de un error humano.

Considere esto. Un ayudante de caldera puede haber puesto demasiada agua en una caldera de vapor. No tiene un alimentador automático y está cansado de comprobar el nivel del agua todos los días, así que llena la caldera hasta los dos tercios mientras está funcionando. Cuando retorna el agua de condensación, la caldera se



Fig. I

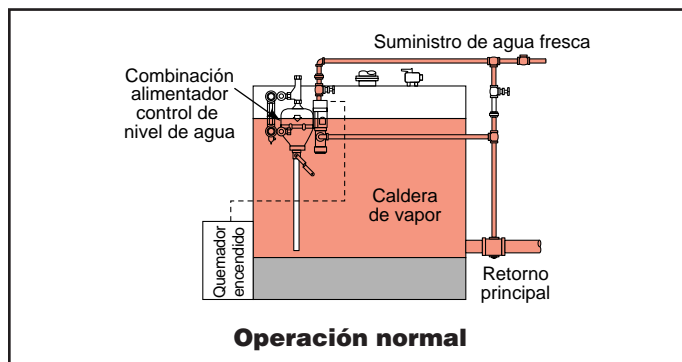


Fig. J

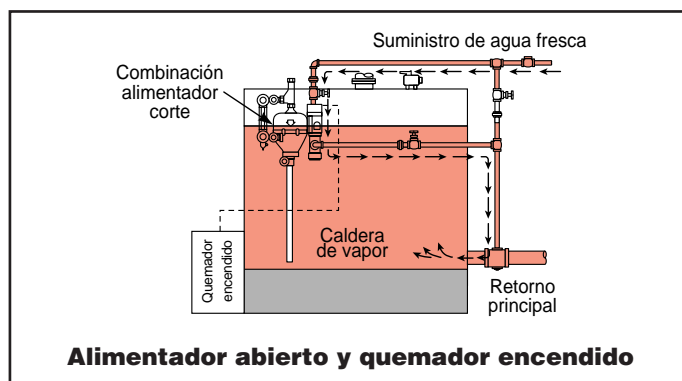


Fig. K

inunda. Agregando agua, el ayudante ha limitado el espacio para el agua de reposición. Sin suficiente espacio para el vapor, el agua subirá por la tubería del sistema. Esto conduce a un mayor gasto de combustible, calefacción dispereja, golpes de ariete, formación de incrustaciones en la caldera y ciclos cortos del quemador. Repentinamente, el sistema se plaga de problemas y nadie está seguro de porqué.

Los alimentadores automáticos del agua ayudan a evitar estos problemas. Detectan el nivel de agua, manteniéndolo en un mínimo seguro, y permiten que el nivel de agua suba y baje de manera natural dentro de los límites normales de operación.

Cómo opera una combinación de alimentador/paro

Durante una operación normal – A continuación se expone la manera cómo una combinación alimentador-parada, de McDonnell & Miller, opera en una caldera de vapor (Fig. J). Note cómo el ajuste está bien por debajo del rango de operación del arranque “normal” de la caldera (que es cerca de los dos tercios superiores del vidrio de nivel). No se necesita alimentar la caldera mientras el agua está fuera de la caldera, en el sistema, en forma de vapor. Recuérdese que el alimentador automático de agua está allí para mantener un nivel de agua mínimo seguro, no el nivel “normal” inicial.

Como se aprecia del diagrama, el alimentador está cerrado y el quemador encendido. La caldera opera enviando vapor hacia el edificio, mientras que tanto el alimentador automático de agua como el control de bajo nivel de agua están en pausa, aunque listos.

El alimentador se abre – Si el nivel de agua de la caldera cae por debajo del punto de operación de la combinación (muy cerca del fondo del vidrio de nivel, Fig. K), la válvula de alimentación se abrirá mecánicamente y agregará agua a la caldera. Cuánta agua entrará a la caldera dependerá de varias cosas, pero siempre habrá bastante para mantenerla funcionando por encima de un nivel de agua mínimo seguro. Cuando el alimentador haya agregado la necesaria, se cerrará.

Mientras, el quemador continúa funcionando porque el alimentador no permite que el nivel de agua baje por debajo del nivel de paro.

El control de bajo nivel de agua apaga el quemador – Supongamos que algo sucede y que el alimentador automático de agua no puede compensar el ritmo al cual está perdiendo agua la caldera. Esto puede deberse, por ejemplo, a que se rompa una tubería o alguien abra el drenaje de la caldera, con lo que la caldera pierde agua repentinamente. Si esto sucediera, el nivel del agua caerá por debajo del límite preestablecido y la combinación

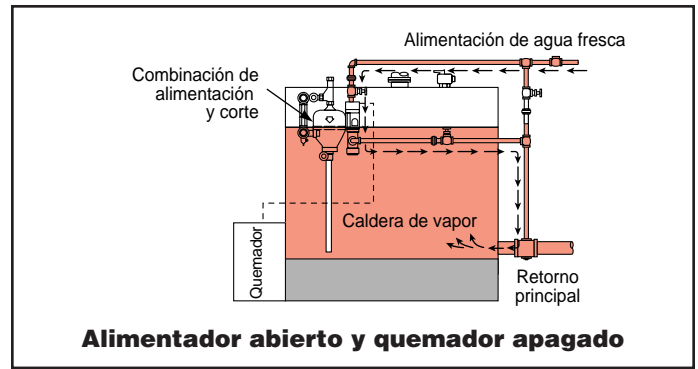


Fig. L

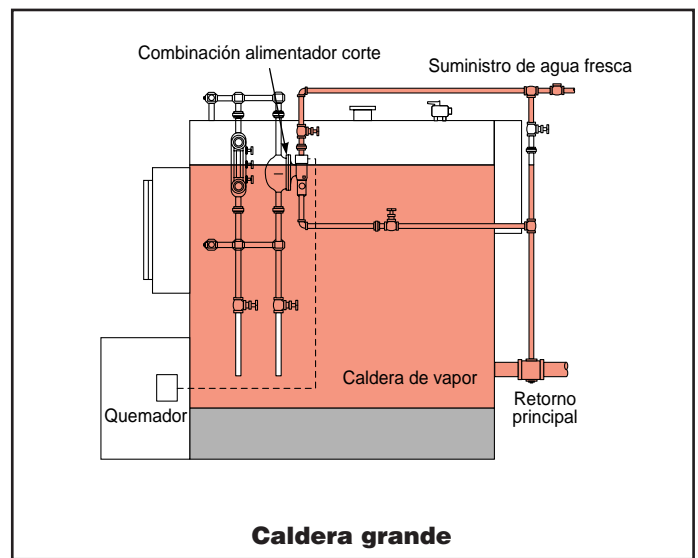


Fig. M



Fig. N

automática de alimentador/parada cortará inmediatamente la energía al quemador, apagándolo y protegiendo la caldera contra una condición de incendio por falta de agua. Aunque el quemador está apagado, el alimentador automático continuará agregando agua a la caldera en una tentativa por restaurar el nivel del agua mínimo para un funcionamiento seguro (Fig. L).

Como se observa, la combinación de alimentador mecánico de agua/dispositivo eléctrico de control de nivel, proporciona protección, incluso si la energía fallara o algo se rompiera en el circuito del quemador.

Combinación alimentador de agua/control de bajo nivel de agua en calderas grandes

Como se dijo anteriormente, todas las calderas evaporan agua a razón de medio gpm por cada 1,000 pies cuadrados de EDR (240.000 BTU/h). (EDR = Equivalent Direct Radiation). Para satisfacer las necesidades de una caldera grande, un alimentador automático de agua debe poder satisfacer un ritmo mayor de producción de vapor. Si el alimentador no pudiera compensar ese aumento, el quemador sufrirá fastidiosas paradas por bajo nivel de agua. Para evitar este problema, fabricamos combinaciones de alimentadores automáticos/controles de nivel de agua con orificios más anchos para el flujo, a fin de resolver las necesidades de estas calderas grandes. La operación de estas unidades es igual a las ya vistas, excepto por el aumento del flujo (Fig. M).

Una vez que la combinación alimentador mayor/control de bajo nivel de agua satisfaga las necesidades mínimas del nivel de agua de la caldera, tiene que poder cerrarse contra la presión del agua de la fuente de suministro que se aplica a través del orificio de ancho adicional. Para esto se necesita una mayor potencia del flotador y su palanca, lo que explica porqué nuestras combinaciones para calderas grandes son mayores que las necesarias para calderas pequeñas. Las hemos diseñado cuidadosamente para obtener la máxima fuerza de cierre en el espacio disponible. Esto asegura que la unidad cierre firmemente una vez que haga el trabajo (Fig. N).

Las normas exigen que las calderas grandes tengan el vidrio de nivel montado en columnas de agua en lugar de directamente en la caldera. Por lo tanto, nuestras combinaciones de alimentador de agua/control de bajo nivel de agua no tienen acoplamiento de "montaje rápido". En su lugar, disponemos tomas de 1 pulgada (25mm), para las cámaras de nivel constante (cámaras del flotador), de tal modo que puedan montarse directamente en una línea de compensación.

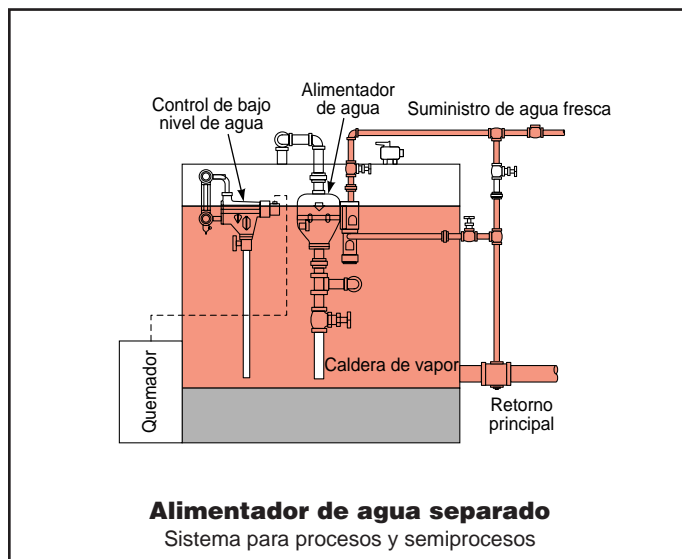


Fig. O

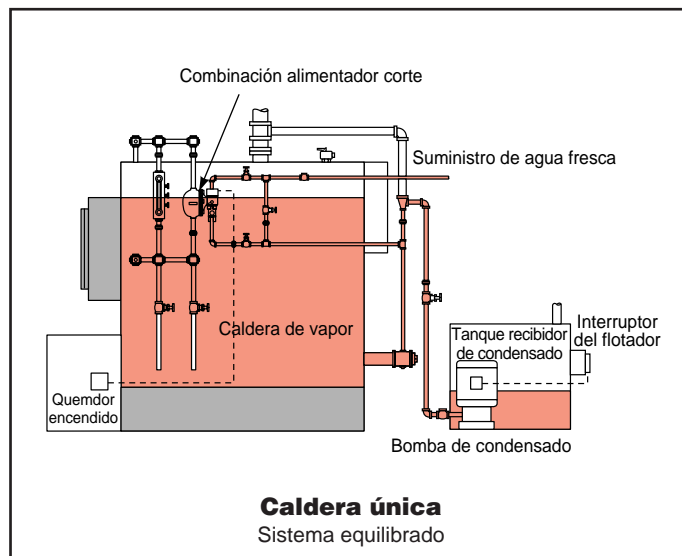


Fig. P

Observación del nivel de agua en procesos y calderas para el calentamiento de locales

Supongamos que se está instalando una caldera de vapor en una fábrica. Parte de la carga total de vapor irá a las unidades de calefacción para mantener a los trabajadores en una temperatura confortable. El resto del vapor irá a mantener calientes los alimentos en la cafetería, al lavaplatos, al precalentador de aceite en la caldera, a gabinetes de esterilización en la planta y a una media docena de otros usos en el proceso.

Este trabajo presenta un desafío especial porque buena porción del condensado no regresará a la caldera. Parte de él se contamina en el proceso y necesitamos manejar la caldera de forma especial. A causa de esto, se va a tener que agregar constantemente agua de alimentación para que la caldera continúe calentando los locales.

Si se utilizara una combinación alimentador/parada por bajo nivel en este caso, pudiera ocasionar un problema, porque el espacio vertical en el control entre el punto “alimentación” y el “parada” es relativamente pequeño. Es posible que el alimentador no satisfaga las necesidades del proceso y la caldera caiga en una condición de bajo nivel que detenga el funcionamiento.

En un caso como éste, en que parte del condensado no regresa a la caldera, es mejor instalar un alimentador automático separado del control de bajo nivel de agua (Fig. O). De esta manera, el alimentador puede abrirse completamente y entregar su capacidad máxima a la caldera antes de que el control de bajo nivel de agua (instalado a un nivel inferior) entre en acción. Así se eliminan molestas paradas del quemador, y se resuelven las necesidades de calefacción y del proceso.

Cuando se selecciona el alimentador del agua y el control de bajo nivel de agua para un uso de calefacción de locales y para las necesidades de un proceso, hay que cerciorarse que la presión de operación no exceda la máxima de ninguno de los controles.

Importancia del equilibrio en el sistema

Sistemas de vapor con bombas para el condensado

La mayoría de los sistemas de vapor de dos tuberías, y algunos sistemas de una tubería, necesitan ayudar al condensado a que regrese a la caldera (Fig. P). El trabajo de la bomba es proporcionar el “empuje” que el agua necesita para entrar nuevamente a la caldera. El agua deja la caldera como vapor, se condensa (pasa a líquido) en los radiadores y tuberías, y fluye por gravedad hacia un receptor de condensado. Cuando el nivel del

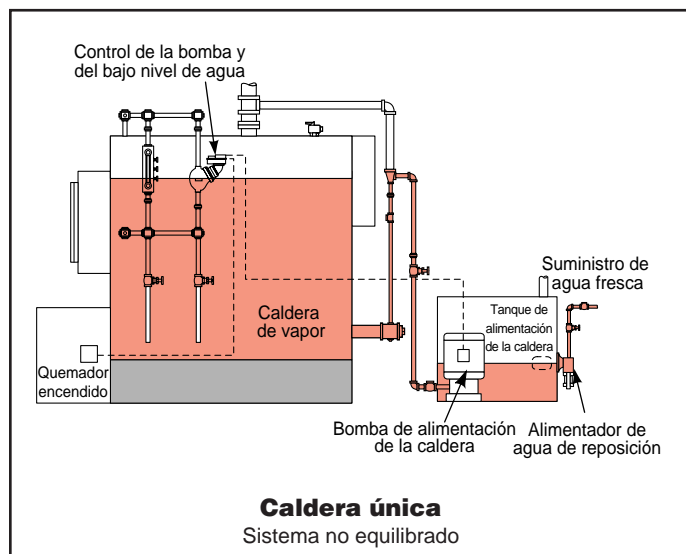


Fig. Q

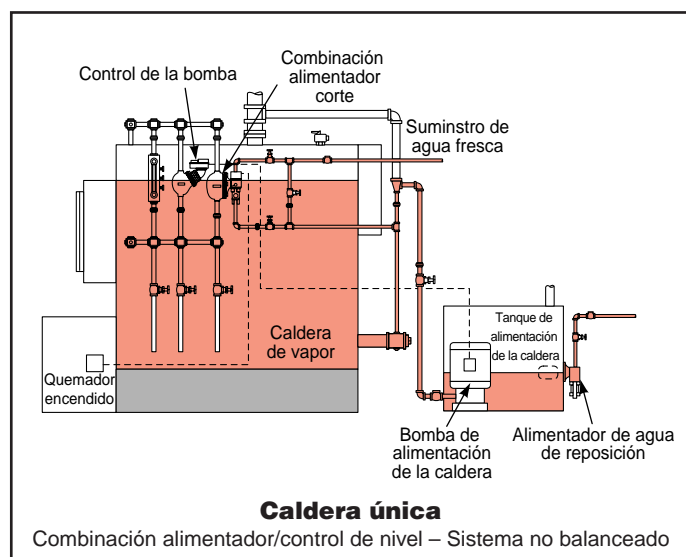


Fig. R

agua dentro del recibidor alcanza cierto punto, un interruptor eléctrico, accionado por flotador, hace girar la bomba. La bomba mueve rápidamente el agua del recibidor y la devuelve a la caldera.

Las calderas con bombas para condensado también necesitan de protección contra bajo nivel de agua, y nuestros controles de nivel de agua sirven igualmente para este propósito. Asimismo, se puede utilizar un alimentador automático o una combinación de alimentador/control de bajo nivel de agua en estos sistemas. Sin embargo, antes de hacerlo habría que cerciorarse que el sistema está bien equilibrado. Entendemos por “bien equilibrado” que la bomba de condensado debe poder regresar el agua a la caldera antes de que el nivel de agua caiga por debajo del punto en el que el control de bajo nivel de agua o el alimentador automático entren en acción.

Si el alimentador automático de agua agrega agua a la caldera (a fin de mantener un nivel mínimo para una operación segura), y la bomba de condensado también introduce agua a la caldera, probablemente ésta terminará teniendo demasiada agua. Este exceso de agua limita el espacio que tiene la caldera para generar vapor. Si no hay suficiente espacio, el vapor puede arrastrar agua hacia la tubería del sistema. Eso implica un mayor gasto de combustible, calentamiento desigual, golpes de ariete, formación de incrustaciones en la caldera y ciclos cortos del quemador.

Por ello es aconsejable que antes de utilizar un alimentador automático de agua en una caldera de vapor con bomba para el condensado, se compruebe si el sistema está bien equilibrado. La caldera debe operar a través de los diferentes ciclos sin que se apague por bajo nivel de agua. Es decir, la bomba de condensado debe equilibrar el flujo del condensado de retorno a la caldera antes que el nivel de agua caiga por debajo del punto crítico. Hay que tener presente que un sistema con bomba para condensados puede llegar a desequilibrarse si el agua de retorno no puede circular debido a sedimentos, o si cualquier trampa de vapor se traba en estado abierto. Los buenos reparadores siempre tienen sus ojos bien abiertos.

Sistemas de vapor con bombas de alimentación de caldera

Si se posee un sistema donde algo de vapor va a parar al proceso (es decir, no retorna a la caldera), o si el sistema no está bien equilibrado, se debe considerar el uso de una bomba de alimentación de caldera en vez de una bomba de condensados.

Una bomba de alimentación de caldera responde al mismo propósito que una bomba de condensado

(Fig. Q). Proporciona el “empuje” que el agua necesita para regresar a la caldera. La diferencia entre una bomba de condensados y una bomba de alimentación de caldera, sin embargo, descansa en la manera en que se controlan ambas unidades. En lugar de tener un interruptor eléctrico accionado por flotador dentro del recibidor de condensado, la bomba de alimentación de la caldera recibe órdenes del control de la bomba McDonnell & Miller montada directamente en la caldera.

El control de la bomba tiene dos interruptores. El primero (situado a nivel más alto) hace funcionar la bomba de alimentación de la caldera. Cuando la caldera necesita agua, el control de la bomba reconoce esa necesidad y enciende la bomba. Cuando el agua de la caldera vuelve al nivel apropiado en el vidrio de nivel, el control de la bomba hace que ésta se detenga.

Si la bomba no puede satisfacer la necesidad de agua de la caldera, el control de la bomba detectará también esta situación. El segundo interruptor (el situado en el nivel más bajo) desconectará la electricidad al quemador y protegerá la caldera contra la condición de nivel de agua bajo (fig. R).

El agua de alimentación ingresa al sistema a través de un alimentador de agua de reposición, que la impulsa hacia el recibidor de la bomba de alimentación de la caldera. Si se desea, se puede agregar una combinación de alimentador/parada para que opere a un nivel un poco más bajo que el control de la bomba. Esto proveerá de un alimentador operado mecánicamente que actuará como reserva si se produce algún problema en el control de la bomba. También proporcionará una segunda parada por bajo nivel de agua. ¡Es como tener cinturón y tirantes al mismo tiempo!

Satisfacción de necesidades de sistemas con múltiples calderas

(Fig. S, T U)

La caldera de la derecha puede estar esperando por la caldera de la izquierda. Más o menos cada semana, un ayudante de caldera puede intercambiarlas, de manera que ésta última entre en operación mientras la otra espera.

Es una buena idea, y la hemos practicado durante años en grandes cuartos de calderas. Al tenerse una caldera de más, cada una con la posibilidad de proveer las necesidades completas del sistema, la probabilidad de quedarse sin vapor es mucho más reducida.

Algunos sistemas tienen múltiples calderas. La idea aquí es hacer que varias calderas sumen fuerzas para

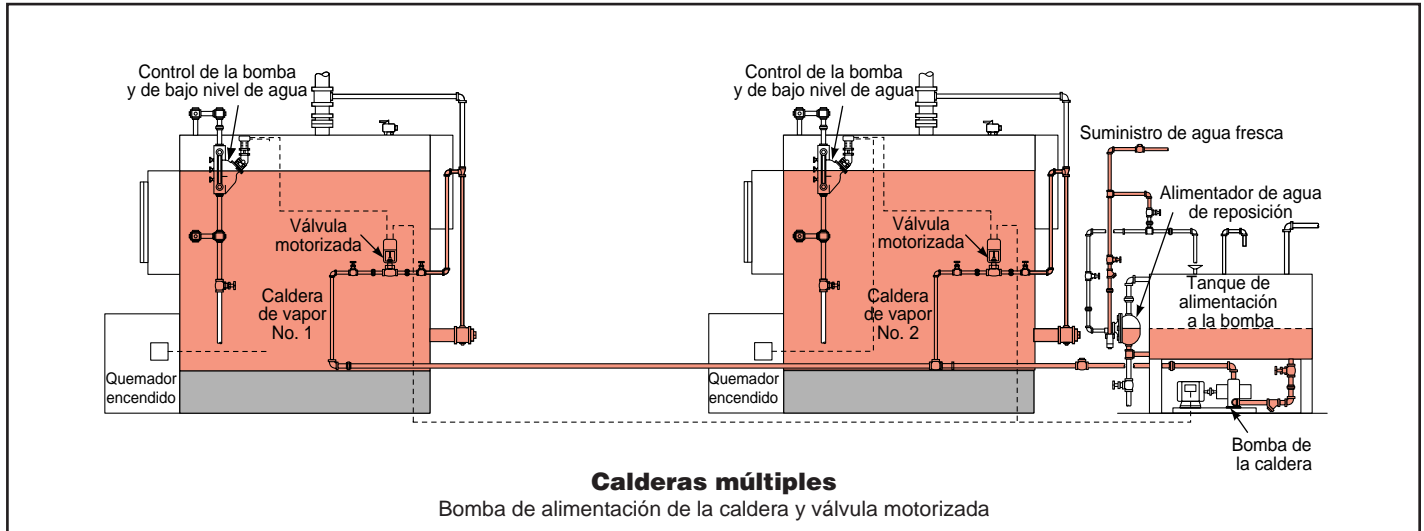


Fig. S

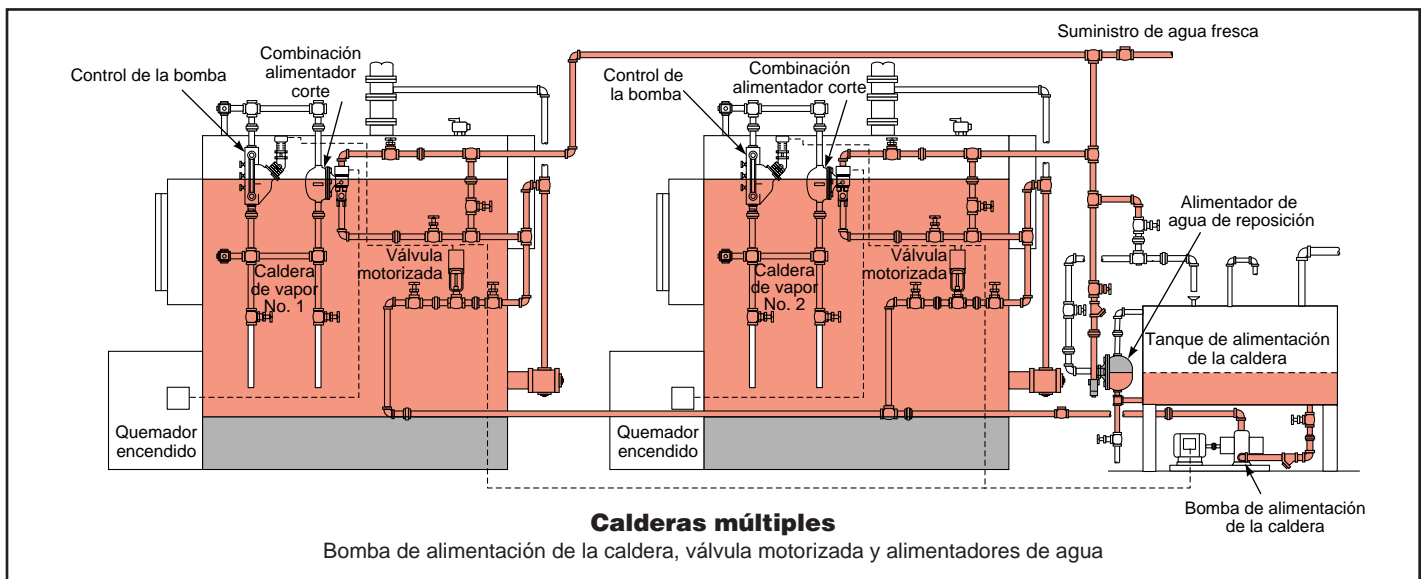


Fig. T

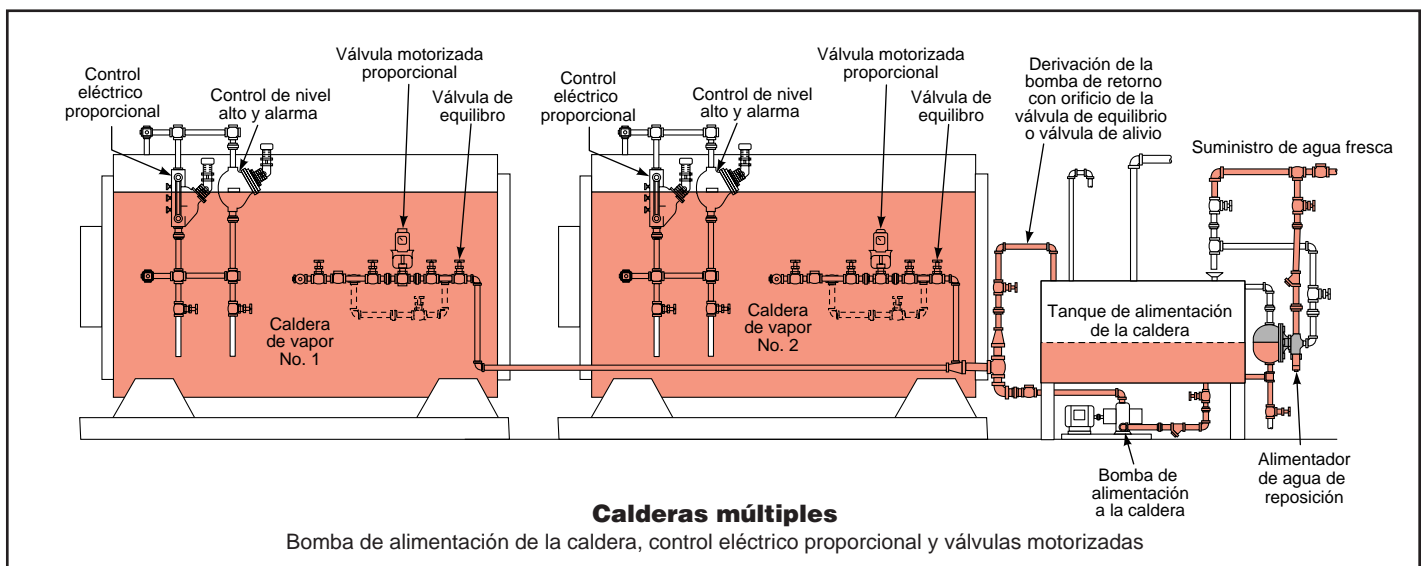


Fig. U

resolver las necesidades totales del sistema. El objetivo es ahorrar energía. En un inicio se ponen en operación todas las calderas y después se apagan algunas después de que se haya calentado el sistema y se haya satisfecho la carga. Es decir, se pone el sistema en “prevaporización” (simmer) después de que se haya calentado totalmente.

Los sistemas de vapor con más de una caldera tienen a menudo problemas si el instalador no comprende que el vapor se comporta dinámico y no estáticamente. Esto significa que el vapor siempre se está moviendo muy rápidamente desde la caldera hacia el sistema, y al moverse pierde presión. Y puesto que una onza de presión representa una columna de agua de 13/4 pulg. (45mm) de altura, la diferencia más leve de presión entre cualesquiera de las dos calderas conectadas entre sí por las tuberías de retorno, puede representar una gran diferencia entre los niveles de agua individuales.

Una ligera rebaba en una tubería puede crear una caída de presión. Nunca se podrá igualar que dos quemadores produzcan exactamente la misma llama. Una caldera estará siempre más cerca del punto de arranque que las otras. Todo esto habla muy a favor de instalar las tuberías de manera apropiada y de manipular cuidadosamente los niveles de agua de la caldera, que es lo próximo que veremos.

Sistemas de múltiples calderas con una bomba de alimentación y válvulas de retorno motorizadas

Aquí tenemos dos calderas servidas por una sola bomba de alimentación de caldera (fig. S). Una caldera puede estar preparada para entrar en acción mientras la otra trabaja, o bien pueden compartir la carga total. En ambos casos, la colocación de las tuberías sería la misma.

Nótese cómo los retornos del condensado son independientes. Cada uno fluye desde el recibidor de la bomba de alimentación de la caldera hacia la caldera, a través de una válvula motorizada. Este es un detalle importante. Si se interconectaran los retornos, el agua de una caldera fluiría hacia la otra.

Movimiento del vapor – Se debe recordar que el vapor es dinámico, no estático. El agua “no alcanza su propio nivel” cuando el vapor está saliendo de la caldera. La diferencia más leve en la combustión o en la caída de presión en las tuberías, haría que una se rebozara y la otra se apagara debido a bajo nivel de agua. Esta es la razón por la cual es importante tener retornos independientes. Se usan válvulas motorizadas en esta instalación (fig. S) para aislar una caldera de la otra. Cuando una caldera necesita agua, el control de la bomba McDonnell & Miller en esa caldera caerá hasta un

punto donde cerrará el más alto de sus dos interruptores. Ese interruptor hará que la válvula motorizada de la caldera se abra. Cuando esté abierta completamente, la válvula motorizada disparará un interruptor límite y arrancará la bomba de alimentación de la caldera. El agua fluirá solamente a la caldera que lo necesita. El flotador en el control de la bomba detectará el aumento en el nivel de agua. Cuando el agua alcanza el nivel apropiado, el control de la bomba desconectará la electricidad a la válvula motorizada. La válvula comenzará a cerrarse, apagando la bomba de alimentación de la caldera mientras se cierra.

Como se observa, cuando se conectan calderas múltiples de esta manera, no importa lo grande o pequeña que sea cada una. La bomba de alimentación de la caldera, aunque seleccionada de un tamaño que pueda satisfacer la necesidad total de todas las calderas, satisfará las necesidades por turno, no importa qué tamaño tenga cada una.

Conservación del flujo de agua – Hemos instalado un alimentador del agua de reposición en el tanque recibidor de la bomba de alimentación de la caldera. Su trabajo es mantener un nivel de agua mínimo en el tanque, de forma que la bomba tenga siempre un depósito desde el cual pueda extraer el agua de alimentación. En este sistema, toda el agua que entre en las calderas lo hará a través de la bomba de alimentación de la caldera. Si por alguna razón la bomba de alimentación de la caldera no equipara la rapidez de evaporación de la caldera, el nivel de agua en la caldera caerá. En ese caso el interruptor más bajo en el control de la bomba McDonnell & Miller apagará el quemador.

Si la bomba no puede satisfacer repentinamente las necesidades de la caldera, se debe comprobar la temperatura del agua de retorno o condensado. Cuando las trampas de vapor de los radiadores termostáticos, y principalmente las F&T (trampa del tipo flotador y termostática) envejecen y fallan, estas hacen pasar vapor hacia el retorno. Esto puede calentar el condensado lo suficiente como para que se produzca una “vaporización” que golpea el impulsor de la bomba. Las bombas de alimentación de una caldera no pueden mover el agua una vez que se haya producido una vaporización. Seguirá girando y producirá cavitación, pero no llevará agua a la caldera.

Idealmente, en un sistema de calefacción a vapor, de presión baja, el condensado en el recibidor de la bomba no debe estar a una temperatura mayor de 180°F (82°C).

Sistemas de múltiples calderas con una bomba de alimentación de caldera, válvulas de retorno motorizadas y alimentadores de agua de la caldera (Fig. T)

Es el mismo sistema que acabamos de ver, excepto que se ha agregado una combinación de alimentador automático de agua y un control de bajo nivel de agua en un punto justamente debajo del control de la bomba. El trabajo del alimentador/control de bajo nivel de agua, será agregar agua mecánicamente a la caldera si algo sucede a la bomba de alimentación de la caldera (por ejemplo, si produce cavitación porque el condensado de retorno está demasiado caliente).

Hay que pensar en este alimentador/control de bajo nivel de agua como un dispositivo de reserva para mantener la caldera en operación si algo falla. El control de bajo nivel de agua actuará como una reserva del control primario de la bomba en caso de que algo falle, o si por cualquier razón el alimentador no puede compensar el ritmo de evaporación de la caldera.

Sistemas de calderas múltiples con una bomba de alimentación de caldera, válvulas de retorno motorizadas y control eléctrico proporcional (fig. U).

Aquí se regulan los niveles de agua con controles eléctricos proporcionales. De esta manera alimentamos a la entrada exactamente la misma cantidad de agua que se convierte en vapor. De esta manera se mantienen niveles de agua precisos en ambas calderas para aprovechar completamente el espacio que tiene cada caldera para el vapor.

Hay momentos en que la carga de vapor varía tremendamente. Esto es especialmente cierto en sistemas de calefacción por vapor en edificios grandes. Estos edificios se ajustan regularmente para operar con sensores de temperatura del aire exterior y con dispositivos que se reajustan en la noche. Cuando el sistema arranca por la mañana, la caldera genera más vapor que durante el resto del día, cuando las tuberías y los radiadores ya están calientes. Esta situación también se produce durante los cambios de estación, cuando el sistema de calefacción trabaja con menor frecuencia.

En estas situaciones es que los controles proporcionales hacen una gran diferencia. Al supervisar minuciosamente los niveles de agua, sin importar las condiciones variables del sistema, se mejora la calidad del vapor generado por la caldera y el sistema funciona con mayor eficiencia.

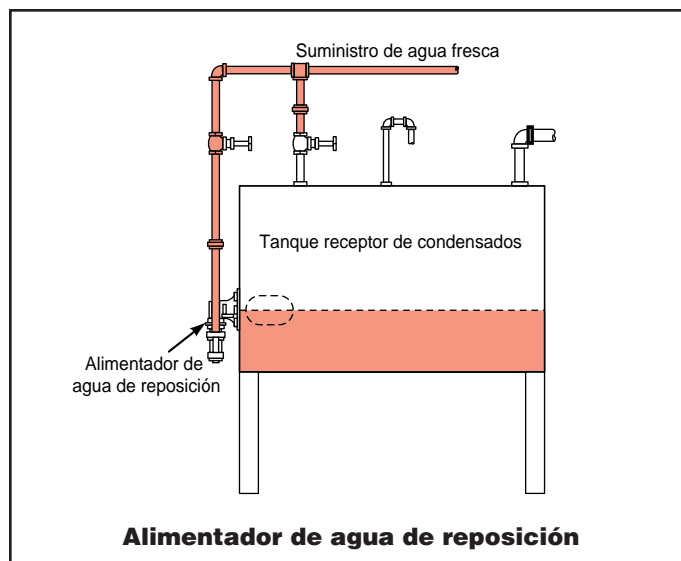


Fig. V

Control del tanque recibidor

Si se ha seleccionado un tanque recibidor de capacidad adecuada, éste será capaz de almacenar la cantidad de agua apropiada para mantener la caldera en operación durante los ciclos de arranque. También será capaz de recibir el retorno condensado sin desbordarse.

Seleccionar correctamente la capacidad del recibidor es más un arte que una ciencia. Se tiene que observar de cerca el sistema completo para imaginarse cuánto tomará al condensado regresar del edificio. Hay muchas variables a considerar: El tipo y la condición de las trampas de vapor, la pendiente y estado de limpieza de las tuberías principales y de retorno, el aislamiento o carencia de aislamiento de las tuberías, la forma del edificio y cómo la gente se sirve de él.

A veces hay que habérselas con bombas de transferencia de condensados, o quizás con bombas de vacío. Esas bombas recogen y retransmiten el agua de retorno a la bomba de alimentación de la caldera. Hay muchas cosas que pueden afectar cuán rápidamente estas bombas secundarias hacen retornar el condensado a la bomba primaria de alimentación de la caldera. Hay que considerar todo esto cuando se selecciona la capacidad de un recibidor de la bomba de alimentación.

Sin embargo, algo permanecerá constante. Siempre debe haber suficiente agua en el recibidor como para que la caldera pueda extraer durante el ciclo de arranque (el tiempo entre la producción del vapor inicial y el retorno del condensado desde el edificio). Un alimentador de agua de reposición McDonnell & Miller, ajustado a un tercio del recorrido máximo del tanque recibidor, satisfará los requisitos de la caldera durante ese tiempo inicial del arranque. Veremos esto más detalladamente.

Alimentadores de agua de reposición para el tanque receptor

Aquí hemos montado un alimentador de agua de reposición McDonnell & Miller en una línea de compensación de 1 pulgada NPT, que va desde el tope hasta el fondo del tanque. El nivel en la cámara del alimentador es igual al nivel del tanque. A medida que la bomba extrae agua del tanque y la lleva a la caldera, el flotador dentro de la cámara del alimentador se abrirá y llenará continuamente el depósito.

Hemos diseñado nuestros alimentadores con la resistencia adecuada en el flotador y su palanca, para que puedan realizar un cierre firme contra la presión del agua de la fuente de suministro. Esto asegura que haya siempre suficiente espacio en el tanque para que pueda recibir el condensado que retorna sin que se produzca desborde.

Si el tanque que se está utilizando no tiene tomas para una línea de compensación, se puede utilizar nuestro alimentador interno (Fig. V). Como puede observarse, se monta directamente dentro del tanque y alimenta el agua a través de su filtro integral. Fabricamos esta unidad de dos tamaños de reborde, tanto para instalaciones nuevas como para modificaciones.

Alimentador del agua de reposición como válvula piloto (Fig. W)

Cuando se tiene calderas múltiples, la bomba de alimentación debe satisfacer las necesidades de todas las calderas si necesitaran agua simultáneamente. Durante el ciclo de arranque, el drenaje desde el receptor de la bomba de alimentación puede ser intenso y el alimentador del agua de reposición tiene que ser capaz de igualar ese flujo.

Cuando se presenta esta situación, se utiliza a menudo un alimentador del agua de reposición como válvula piloto para operar una válvula de diafragma de alta capacidad, en un servicio "sin salida". Cuando el alimentador se abre, envía una señal a la válvula de diafragma para que entre en acción. Esta válvula, que es grande, rápidamente mantiene el receptor a la tercera parte de su capacidad. Una vez que la bomba de alimentación se apaga, esta válvula se cierra firmemente para prevenir un sobrellenado. Si el condensado de retorno llenara el receptor, la válvula de alimentación, por supuesto, permanecería cerrada. Esta disposición de las tuberías también permite mucha libertad porque se puede situar la válvula de diafragma en una posición remota, si se quiere, para facilitar el mantenimiento.

Alimentador de agua de reposición con válvula motorizada (Fig. X)

He aquí otra manera de llenar rápidamente el receptor. Utilice un control McDonnell & Miller para detectar el nivel

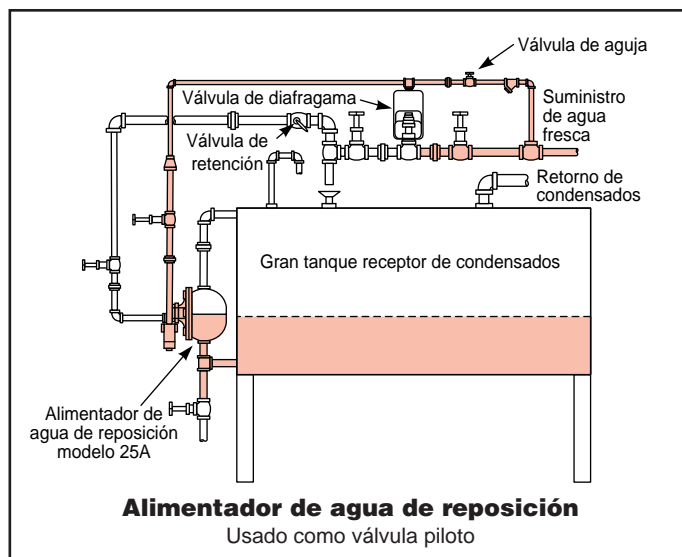


Fig. W

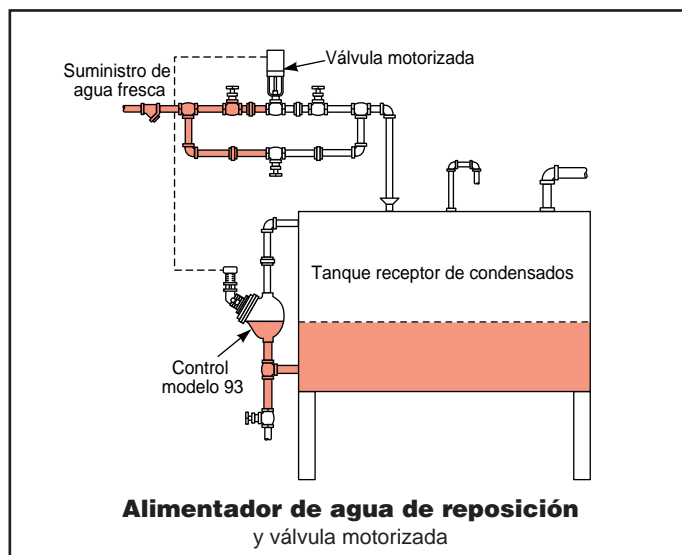


Fig. X

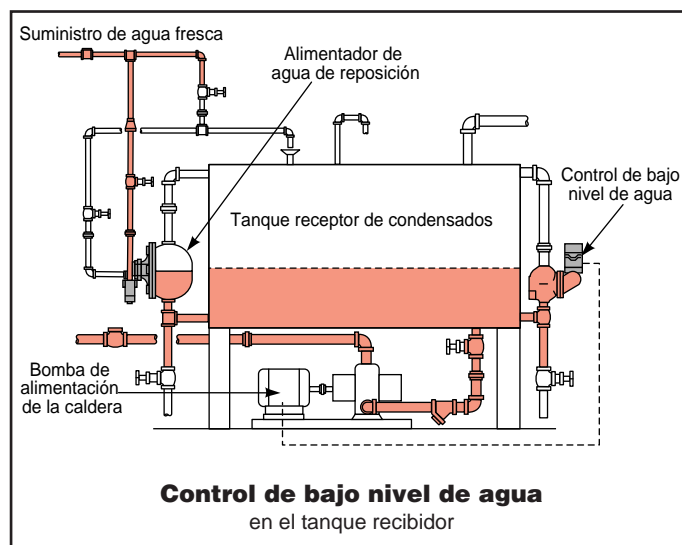


Fig. Y

de agua del tanque. A medida que el nivel sube y baja, el control accionará eléctricamente una válvula motorizada de alta capacidad. Esta es otra disposición de las tuberías que permite mucha libertad. Se puede colocar la válvula motorizada en cualquier lugar que se desee.

Control de bajo nivel de agua para los tanques recibidores (Fig. Y)

Existe siempre la posibilidad de un error humano en cualquier trabajo. Por ejemplo, supongamos que alguien decide cerrar el suministro de agua al tanque recibidor. El control de la bomba en la caldera todavía podrá arrancar la bomba, pero una vez que el recibidor se seque no tendrá ninguna agua que bombear debido a que la válvula está cerrada. O supongamos que el edificio pierde presión de agua y la bomba de alimentación repentinamente se encuentra moviendo más agua que la que el alimentador del agua puede reemplazar. Si la bomba funciona en seco, provocará cavitaciones y su sello mecánico se calentará y romperá rápidamente. El resultado sería una reparación costosa y la baja del sistema durante algún tiempo.

Si se instala un control de bajo nivel de agua en una línea de compensación alrededor del tanque, la parada protegerá la bomba, no importa qué suceda.

Calentadores de agua

La protección contra bajo nivel de agua no es sólo para calderas. Los calentadores de agua enfrentan los mismos peligros de daños por recalentamiento si el nivel de agua cae demasiado. Muchas personas no piensan en esto tan a menudo como deberían, porque los calentadores de agua sirven a un sistema “cerrado”. Tienen válvulas reductoras de presión que se supone que alimenten el agua automáticamente si se produce un escape.

La realidad, sin embargo, es que una válvula reductora de presión no substituye a un control de bajo nivel de agua. Los reductores de presión y las válvulas de “alimentación” a menudo se tupen con sedimento y no pueden alimentar nada. Una tubería enterrada puede corroerse y producir un escape que fluya más rápidamente que lo que la válvula de “alimentación” puede satisfacer. Las válvulas de alivio pueden actuar y, a la vez que descargan el agua con gran rapidez, evitan que la válvula de alimentación funcione.

Veamos más detenidamente cómo podemos proteger estas calderas.

Sistemas de calefacción de agua (Fig. Z)

Como ya se dijo, todo lo que afecta a las calderas también

afecta a los calentadores de agua. Si se operan con demasiada agua, la válvula de alivio se abrirá. Si se operan con poca agua se recalentarán y sufrirán daño.

Un control de bajo nivel de agua es la única manera segura de proteger un calentador de agua contra una pérdida repentina de agua. La norma sobre calderas ASME reconoce este peligro y exige que todos los calentadores de agua de 400,000 BTU/hr o más, tengan dispositivos para cortar el suministro de combustible.

ASME no exige controles de nivel de agua en calderas pequeñas o residenciales, pero estimamos que todos los calentadores de agua, sin importar su tamaño, deben tener protección. Sin embargo, el Código Mecánico Internacional requiere controles de nivel de agua, tanto para las calderas como para los calentadores de agua. En ITT McDonnell & Miller fabricamos varios dispositivos, tanto de tipo flotador como de probeta, que protegen y resuelven las necesidades de cualquier caldera o calentador de agua, lo mismo si son de hierro fundido, acero, o de construcción de cobre (Fig. AA, BB, CC).

Los sistemas de agua caliente regularmente pierden agua a través de respiraderos de aire defectuosos, empaquetaduras flojas en los vástagos de válvulas, sellos de bombas rotos o flojos y juntas con escape y goteo en las válvulas de alivio, para enumerar sólo apenas algunos casos. La mayoría de los instaladores dependen de la válvula de alimentación o de reducción de presión, para reemplazar de forma automática el agua perdida. Pero las válvulas de alimentación a menudo se tupen con el sedimento, especialmente en áreas de agua dura. Y es muy fácil cerrar la válvula de suministro de agua y olvidarse de abrirla otra vez.

En sistemas con tuberías soterradas (digamos, un sistema

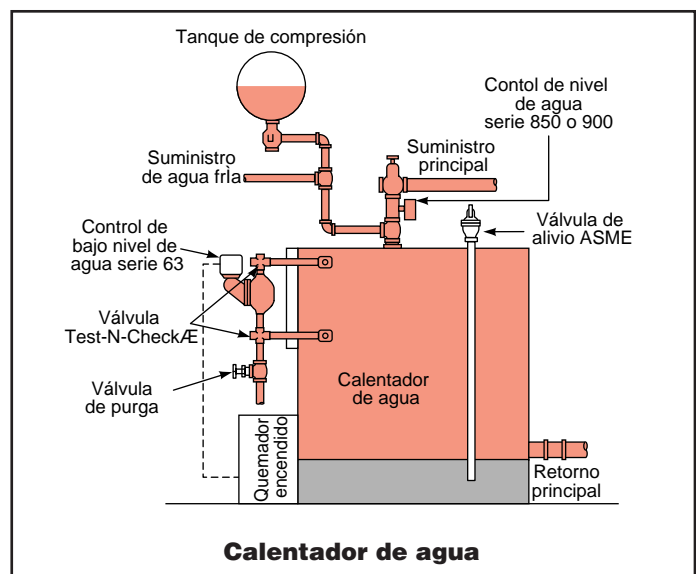


Fig. Z

de calefacción por radiación) se abrirá la válvula de alimentación si se rompe una de esas tuberías. Entrará agua corriente ininterrumpidamente hasta que se produzca un taponamiento (y la alimentación se detenga) o se destruya por corrosión algún componente ferroso del sistema. La rotura de una válvula de alimentación termina costando mucho más que precio de compra. Esta es la razón por la cual los abastecedores importantes de válvulas de alimentación, tales como ITT Bell y Gossett, recomiendan el cierre de la válvula de alimentación una vez que quede establecida la presión de llenado inicial.

Esa es también la razón por la cual recomendamos encarecidamente que se utilice un control de bajo nivel de agua en cada calentador de agua. Las válvulas de alimentación no son un sustituto para los controles de nivel de agua. No pueden proteger las calderas contra una condición de bajo nivel de agua. Las válvulas de alimentación son muy útiles para llenar el sistema inicialmente y para ayudar a extraer el aire de los radiadores. Pero una vez que el sistema está en servicio no se les debe confiar la protección.

Combustión excesiva

Hay veces en que los calentadores de agua se vuelven peligrosos. Sea por un fallo en el control, o por error humano, las cosas pueden ir mal. Y cuando van mal en un sistema de calefacción por agua caliente, la temperatura del agua puede elevarse rápidamente hasta un punto donde el tanque de compresión no pueda resistir la expansión del agua. Esto causaría la apertura de la válvula de alivio.

Cuando la válvula de alivio se abre, se produce una caída repentina en la presión de sistema. El agua, que en ese momento está probablemente a una temperatura mucho más alta de 212°F (100°C), se vaporizará. Esta es la razón por la cual ASME insiste que las válvulas de alivio para calentadores de agua especifiquen su capacidad de descarga de vapor.

Si una válvula de alimentación no se abre para reemplazar el agua que está saliendo con rapidez, se llegará muy pronto a una condición de bajo nivel de agua. Lo único que puede proteger la caldera en esta situación es un control de bajo nivel de agua. La válvula de alimentación no puede proteger la caldera porque su ajuste típico es de 12 PSIG (0.83 bar). Es decir, la presión del sistema debe caer debajo de 12 PSIG (0.83 bar) para que la válvula de alimentación se abra.

El problema es que mientras que la válvula de alivio de vapor esté abierta lanzando vapor hacia la atmósfera, la presión interna del sistema nunca caerá a 12 PSIG (0,83 bar). Una válvula de alivio con un ajuste de 30 PSIG (2,1 bar), por ejemplo, se abrirá en 30 PSIG (2,1 bar),



Fig. AA



Fig. BB

y se cerrará de nuevo cuando la presión caiga a cerca de 26 PSIG (1,79 bar). El resultado es una pérdida de agua y quedarse sin agua de reposición. Si este ciclo se repite suficiente número de veces, la caldera caerá en una peligrosa condición de bajo nivel de agua. Téngase presente que el vapor ejerce presión y que puede engañar fácilmente a una válvula de alimentación, y esto es precisamente la razón por la que una válvula de alimentación ofrece una protección muy pobre contra el bajo nivel de agua.

Combinaciones de alimentador/control de bajo nivel de agua, para calentadores de agua fabricados de hierro fundido y acero (Fig. DD)

Para proteger una caldera contra incendio por falta de agua, el control de bajo nivel de agua debe estar situado por encima de la corona de la caldera. Después que el control apague el quemador por una condición de bajo nivel de agua, debe existir una manera de agregar agua al sistema para asegurar que la corona quede bajo el agua.

Una combinación de alimentador de agua y control de bajo nivel de agua puede hacer que esto suceda. Si se coloca el alimentador por encima de corona de la caldera, ésta será alimentada mecánicamente si el nivel de agua cae por debajo de ese punto. Consideración importante porque, aunque la electricidad se corte, es posible continuar con el ciclo de calentamiento si la válvula de alimentación del combustible es abierta mecánicamente. La unidad combinada actuará como reserva del control de bajo nivel de agua, proporcionando a la caldera una protección adicional.

Protección de calderas con tubos de cobre aleteados (Fig. EE)

Las calderas con tubos de cobre aleteados transmiten el calor desde la llama al agua casi inmediatamente. Este tipo de caldera depende del flujo apropiado de agua a través del intercambiador de calor para transmitir el calor rápidamente desde la caldera al sistema. Si el flujo se detiene mientras el quemador está funcionando, el calor se acumulará rápidamente y causará que el agua en el intercambiador de calor se vaporice. Esta condición es similar a la de incendio por falta de agua en una caldera de hierro fundido o acero.

Un interruptor de flujo McDonnell & Miller, instalado en la salida de agua caliente del tubo aleteado, protegerá a ésta del peligro (Fig. FF). El quemador no encenderá si no fluye agua a través de este interruptor de flujo. Si no hubiera flujo, por cualquier razón que sea, el interruptor de flujo McDonnell & Miller cortará la electricidad al quemador inmediatamente, y protegerá la caldera de un sobrecalentamiento

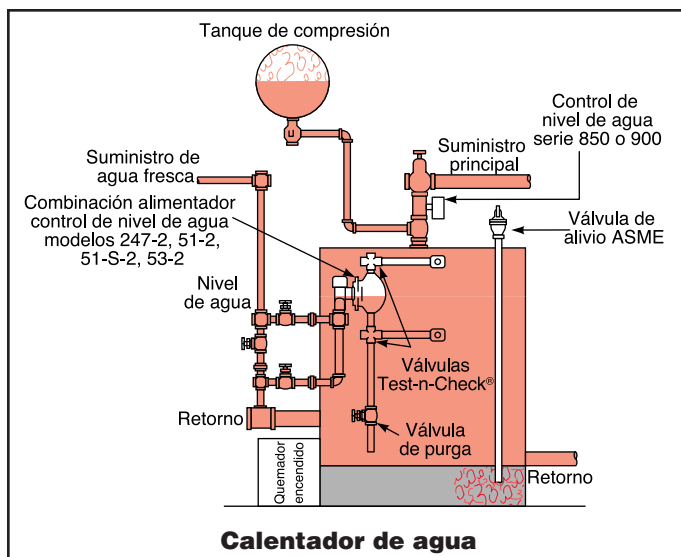


Fig. DD

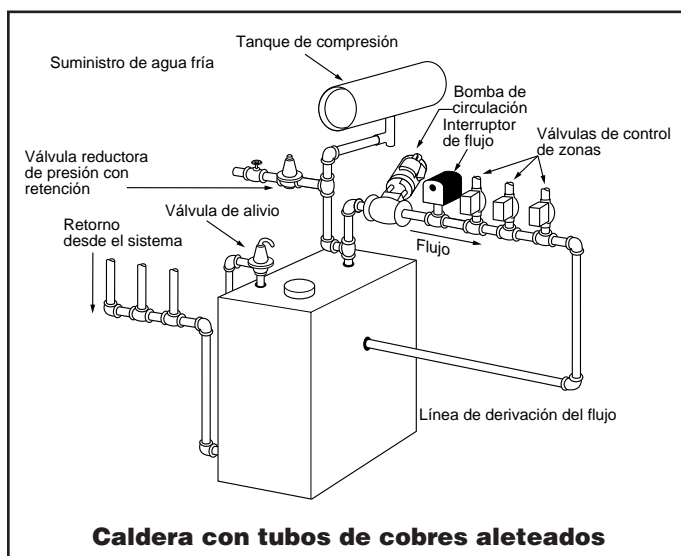


Fig. EE



Fig. FF

Esperamos que esta Guía de operación básica del sistema haya dado una idea de los sistemas en los cuales se está trabajando o que se afronten en el futuro. Damos la bienvenida a cualquier pregunta o comentario que se nos haga, acerca de esta guía o de nuestros productos.

Gracias por el apoyo, y por continuar una relación de negocios con McDonnell & Miller.

Calentadores de agua

Los controles de bajo nivel de agua de McDonnell & Miller se diseñan especialmente para proteger los calentadores de agua contra los peligros de una condición de bajo nivel de agua. Cuando están en operación, interrumpirán la corriente eléctrica que llega al quemador si el agua en el sistema cae por debajo del nivel seguro mínimo que establece el fabricante de la caldera.

Nuestros controles de bajo nivel de agua también proporcionan un circuito adicional para una alarma de bajo nivel de agua, si se desea instalar una, como protección adicional.

Cómo seleccionar el control de bajo nivel de agua para un calentador de agua

La presión de la caldera y el método de montaje son los factores primarios a considerar al seleccionar un control de bajo nivel de agua.

Máxima presión caldera psi (kg/cm ²)	Método de instalación		Serie del producto	Diámetro NPT	Válvula de purga	
	Directamente en toma de caldera o en columna de alimentación*	Tubería encima de caldera con 1" (25mm) tub. equalizadora			Requerido	Proporcionado con control de bajo niv. agua
50 (3.5)		X	63	1	Sí	No
		X	64	1	Sí	No
	X		64-A	½	Sí	Sí
160 - 250 (11-18)	X		750/750P	¾ - 1	Sí	N/A

* Utilice la toma indicada por el fabricante de la caldera para la instalación del control de bajo nivel de agua.