

Capacitación operadores de una para técnicos aspirantes a refinería de petróleo

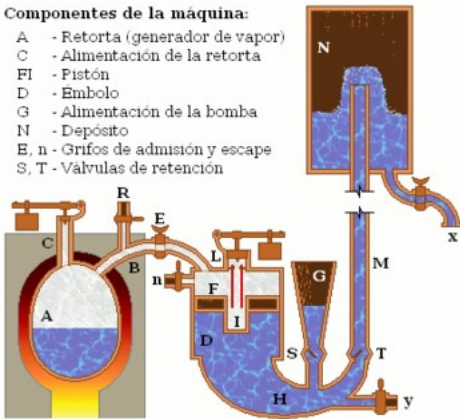
MODULO 7 - 4
CALDERAS

Calderas

Las Calderas o Generadores de vapor son instalaciones industriales que, aplicando el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, vaporizan el agua para aplicaciones en la industria.

Componentes de la máquina:

- A - Retorta (generador de vapor)
- C - Alimentación de la retorta
- FI - Pistón
- D - Embolo
- G - Alimentación de la bomba
- N - Depósito
- E, n - Grifos de admisión y escape
- S, T - Válvulas de retención



Las calderas de vapor y por extensión todos los servicios auxiliares en las industrias de proceso suelen ser las unidades a menudo casi olvidadas y algunas veces incluso abandonadas en muchas plantas, no obstante, constituyen una parte importante de las mismas, ya que sin ellas la fabricación quedaría paralizada.

Se puede afirmar, que existen tantas formas de instrumentar una caldera como calderas hay instaladas, ya que incluso dos calderas gemelas, una vez instaladas, pueden exhibir características de operación que las diferencien entre sí. Por otro lado también podemos decir que una caldera es más complicada y difícil de controlar que muchos procesos, pero por ser un proceso conocido, también es más fácil hacerlo que en muchos otros, y que cada caldera puede requerir la aplicación de una estrategia de control específica, las mismas reglas de diseño para un buen control, aplicadas a cualquier otro proceso industrial, deben tenerse en cuenta también aquí.

Básicamente una caldera es un recipiente en el que se introduce agua y donde mediante la aplicación de calor, ésta es evaporada y convertida en vapor.

Desde los diseños más primitivos donde la caldera era una simple carcasa metálica, con una tubería de alimentación, y una salida de vapor, montada en un hogar de ladrillos refractarios, con una parrilla donde se quemaba el combustible; hasta los modernos generadores de vapor, se han sucedido una innumerable cantidad de diseños, cada uno para cumplir con un objetivo específico y con unas características de funcionamiento particulares.

El funcionamiento de una caldera depende en gran parte de sus características y en consecuencia, la estrategia de control a adoptar diferirá en gran modo según dichas características, por ello es preciso llegar a una clasificación de las calderas atendiendo a diversos factores como son la circulación del agua en su interior, el combustible utilizado, el tiro y el vapor producido.

Todos estos factores junto con la producción de vapor, las condiciones de operación (presión y temperatura), variaciones de carga a las que se verá sometida, y elementos auxiliares, proporcionarán las bases para el diseño de la estrategia de control más conveniente.

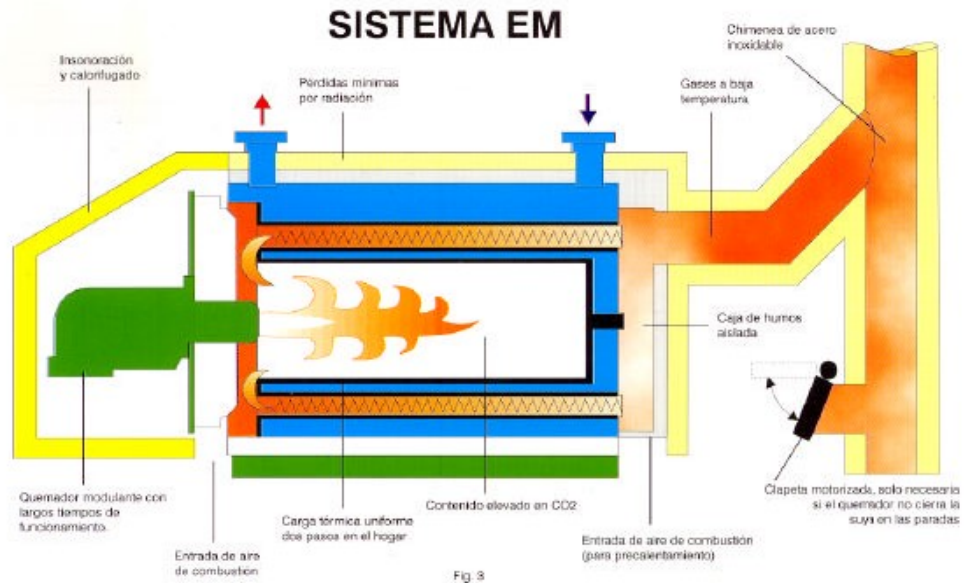
Clasificación de las calderas

Clasificación según la circulación del agua

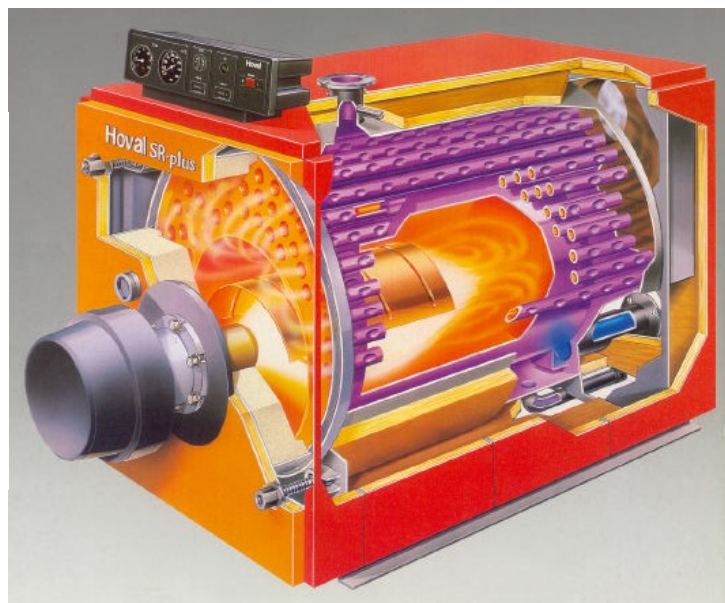
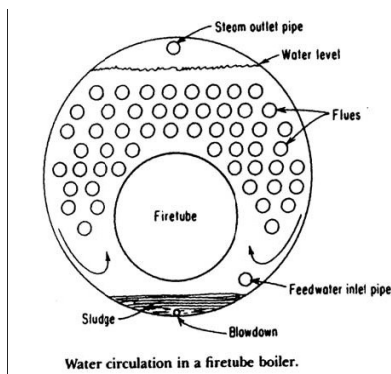
En función de la circulación del agua en la caldera pueden establecerse tres categorías básicas:

Calderas Piro-tubulares. (Fire-tube boilers)

En los primeros diseños el agua estaba contenida en un único depósito calentado por la superficie externa, lo cual era muy ineficiente, no obstante pronto se constató que haciendo pasar los gases de combustión por tubos que atravesaban el depósito de agua por su interior se conseguía una mayor superficie de transferencia de calor y en consecuencia una mayor eficiencia.



Más adelante en diseños autoportantes las calderas incorporaban un hogar dentro del depósito o calderín, consistente en un cilindro con las paredes onduladas para resistir mejor las tensiones a las que estará sometido. Los gases después de salir del hogar efectúan uno o varios pasos por los tubos antes de salir por la chimenea.



En este diseño son los gases de combustión los que circulan por los tubos, mientras que el agua permanece en el calderín rodeando a los tubos, por ello se llama también de tubos de humo.

Calderas Acuotubulares (water tube boilers)

En estas calderas el agua está contenida en un calderín de menores dimensiones que en las calderas pirotubulares, del que salen una serie de tubos que lo unen con un calderín inferior llamado también calderín de lodos. El agua circula por los tubos y los gases de combustión pasan por el exterior de los mismos.

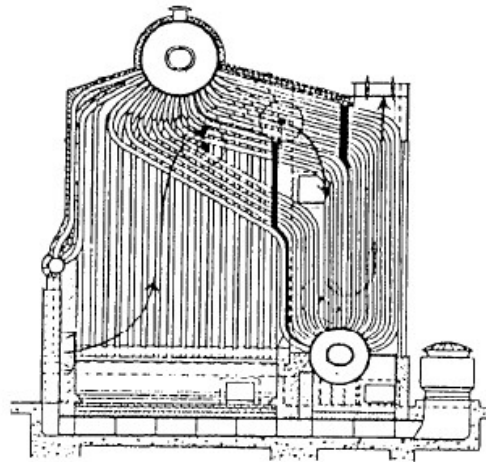
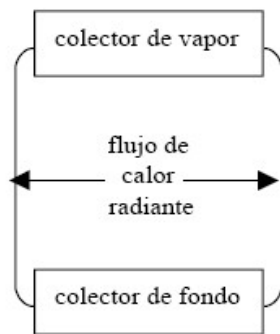
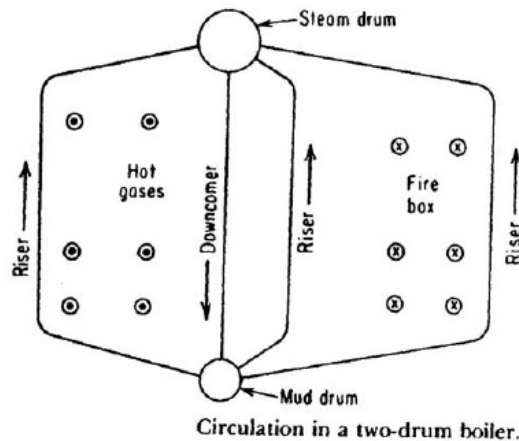


FIGURA 1.4A - CALDERA ACUOTUBULAR.
 Power Special Report. June 1964.



El agua pasa del calderín superior al inferior por tubos situados en una zona menos caliente de la caldera, en los tubos situados en las zonas más calientes el agua es parcialmente evaporada formándose burbujas de vapor y debido a su menor densidad sube al calderín superior empujado por la mayor densidad del agua en los tubos menos calientes. En el calderín superior se produce la separación del vapor del agua y una separación mecánica de la humedad. El agua vuelve al calderín inferior formando un circuito cerrado.

Calderas Monotubulares (once-through boilers)

Estas calderas se caracterizan por la ausencia de calderín y consisten en uno o varios haces de tubos por los que el agua circula de forma forzada, rodeados de los gases de combustión.

El agua pasa una sola vez por los tubos produciéndose un vapor húmedo, con objeto de no recalentar demasiado los tubos, del que se separa el agua en un depósito separador de humedad, devolviéndose ésta al tanque desgasificador. Figura 1.8.

El uso de estas calderas es más propio de centrales térmicas que de calderas industriales.

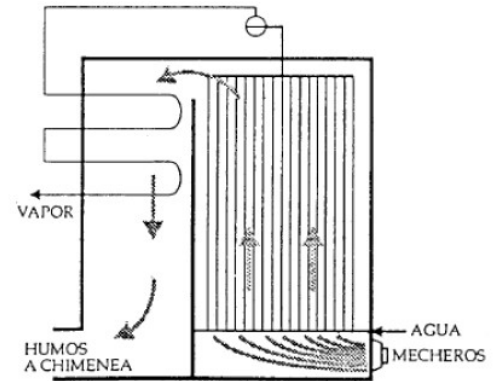


FIGURA 1.8 - CALDERA DE VAPOR MONOTUBULAR.

Clasificación según el tipo de combustible

Las calderas industriales pueden utilizar una gran diversidad de combustibles haciendo que los hogares, quemadores y equipos auxiliares se adapten a cada aplicación.

Combustibles fósiles gaseosos

Dentro de este apartado se incluirían los hidrocarburos ligeros como el gas natural y otros. También podría incluirse en este grupo el hidrógeno. Estos combustibles se caracterizan por no necesitar una preparación especial ya que su mezcla con el aire de combustión puede hacerse con relativa facilidad.

Combustibles fósiles líquidos

Dentro de este apartado se incluirían los distintos tipos de fuel-oil, gasóleos y alquitranes. Estos combustibles se caracterizan por precisar una preparación previa a la entrada en el quemador. Para poder conseguir una mezcla lo más íntima posible con el aire de combustión, es necesario atomizar el combustible ya sea por medios mecánicos o por la inyección del aire o vapor en el quemador.

Combustibles fósiles sólidos

En este grupo se incluyen los distintos tipos de carbones disponibles.

La combustión del carbón se puede hacer utilizando diversas técnicas tales como:

- En parrilla, que puede ser fija o móvil.
- Pulverizado.
- En lecho fluidificado.

Combustibles vegetales

Este grupo incluye una gran variedad de combustibles generalmente quemados en parrilla, que suelen ser subproductos de la propia industria o del entorno e incluyen cortezas de pino o eucalipto (en la industria papelera), astillas, aserrín, cáscaras de frutos secos, residuos forestales (biomasa), bagazo, etc..

Clasificación según el tipo de tiro

El aporte de aire a las calderas se hace mediante la ayuda de ventiladores, quedando en desuso el tiro natural. Según la posición del ventilador con respecto al hogar, las calderas pueden clasificarse en tres categorías:

Tiro Forzado

Las calderas de tiro forzado tienen el ventilador situado a la entrada, impulsando el aire hacia los quemadores, estas calderas trabajan pues con el hogar presurizado.

Tiro Inducido

Las calderas de tiro inducido tienen el ventilador situado a la salida, aspirando los gases de combustión del hogar y enviándolos a la chimenea. Estas calderas trabajan pues con depresión en el hogar.

Tiro Equilibrado

Las calderas de tiro equilibrado son aquellas que disponen de ventiladores de tiro forzado y de tiro inducido. Esta modalidad es propia de calderas grandes, para todo tipo de combustibles. Suelen trabajar con una ligera depresión en el hogar.

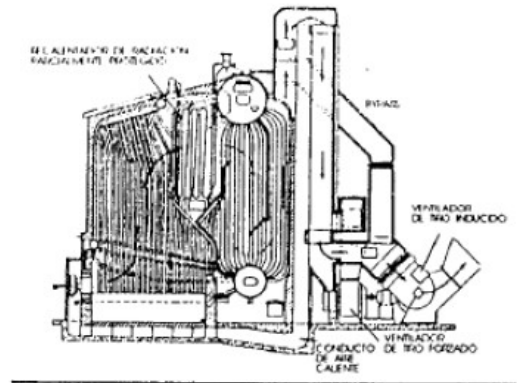
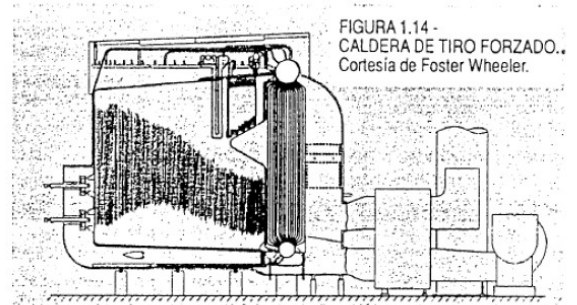


FIGURA 1.15 - CALDERA DE TIRO EQUILIBRADO. Power Special Report. June 1964.

Clasificación según el tipo de vapor producido

El vapor producido en las calderas puede ser **saturado** tal como sale del calderín, apto para utilizarlo en procesos de calentamiento.

Eventualmente el vapor saturado puede hacerse pasar por haces tubulares para aumentar su temperatura y obtener así **vapor sobrecalentado**, apto para usarlo en turbinas de vapor en unidades de cogeneración. Figura 1.16.

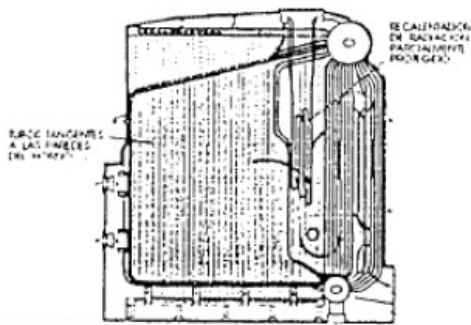


FIGURA 1.16 - CALDERA PARA VAPOR SOBRECALENTADO. Power Special Report. June 1964.