

Generadores de vapor

Clasificaciones de Generadores de vapor

Natalia Wener, Federico Licandro

TECNÓLOGO INDUSTRIAL MECÁNICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

2024

Definición

Caldera

- Recipiente a presión cerrado
- Se calienta agua y se transforma en vapor saturado o sobrecalentado
- Se utiliza alguna fuente de energía: combustión, eléctrica, nuclear (prohibido en Uruguay)
- El vapor es para uso externo a la caldera

Generador de vapor

- Es la caldera y otros componentes esenciales (distribución de vapor, alimentación de agua, alimentación de fuel, evacuación de humos, purgas, seguridad, control)

Normativa - URSEA

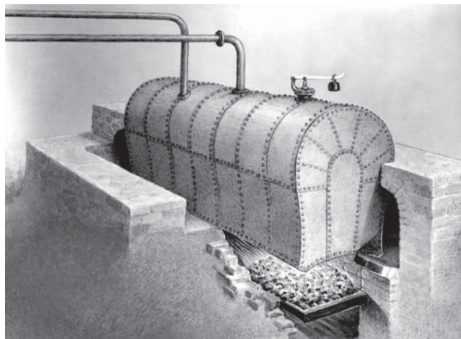
- Antes regían varias leyes y decretos que regulaban diferentes aspectos de los generadores de vapor
- Desde el 2011 la URSEA (Unidad Reguladora de Servicios de Energía y Agua) se encarga de los generadores de vapor
 - En 2016 se aprueba el reglamento de la URSEA para Generadores de Vapor
 - Tiene como competencias la habilitación de los generadores que se instalen en Uruguay, la inspección anual de los mismos, el control de las pruebas hidráulicas de los generadores y la inhabilitación y precintado de aquellos generadores que no cumplan con los requisitos del reglamento

Números clave según URSEA

- Presión Máxima de Trabajo Admisible (PMTA)
 - Nunca se llega a esta presión debido al set point de los elementos de seguridad
 - Suele ser menor que la presión de diseño (asegura la integridad del equipo)
 - Se determina por el fabricante
- Número de habilitación de la URSEA
 - Número único que debe estar visible en una placa en la caldera
 - La placa debe tener, además del número único, el modelo, año de fabricación, superficie de calefacción, producción de vapor, PMTA, presión de diseño, presión de prueba hidráulica
 - Es la cédula de identidad de la caldera

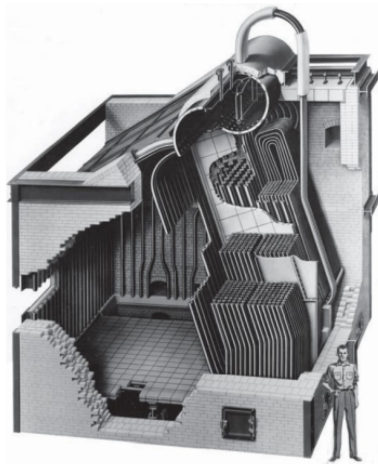
Caldera humotubular Waggon (1769)

- Dos cañerías: reposición y vapor
- Válvulas de seguridad
- Forma cilíndrica
- Construcción remachada



Caldera acuotubular (1933)

- Mayor tamaño que humotubular
- Producción de vapor sobrecalentado
- Varias superficies de calefacción



Clasificaciones

En el curso se manejarán las siguientes clasificaciones

- 1 Según la URSEA
- 2 Según la circulación de los fluidos dentro de los tubos de la caldera
- 3 Calderas supercríticas
- 4 Según la circulación del agua dentro de la caldera
- 5 Según el combustible utilizado

Según la URSEA: 3 generales y 3 especiales

Categorías generales (según PMTA)

- Pequeños **P**: $PMTA \leq 5,9$ bar
- Medianos **M**: $5,9 < PMTA < 21,6$ bar
- Grandes **G**: $21,6 \text{ bar} \leq PMTA$

Categorías especiales

- **E1**: $PMTA \leq 2,9$ bar, $Vol \leq 140$ L y superficie de calefacción $\leq 6 \text{ m}^2$
 - Se entiende por superficie de calefacción al área de las superficies donde ocurre la transferencia de calor al estar en contacto la fuente térmica por un lado y el agua o vapor por el otro
- **E2**: usan como combustible **licor negro** y también se conocen como calderas de recuperación
- **E3**: usan electricidad como fuente energética

Según circulación de fluidos dentro de tubos

● Humotubulares

- Humos circulan dentro de tubos
- Calentamiento y evaporación del agua fuera de los tubos
- Cilindro horizontal de grandes dimensiones
- Cuentan con hogar y mazos de tubos
- Producen vapor saturado por tema de espacio y practicidad

● Acuotubulares

- Agua circula por dentro de tubos, calentándose y cambiando de fase
- Humos circulan por fuera de los tubos
- Hogar con paredes de tubos de agua con transferencia de calor principalmente por radiación desde la llama

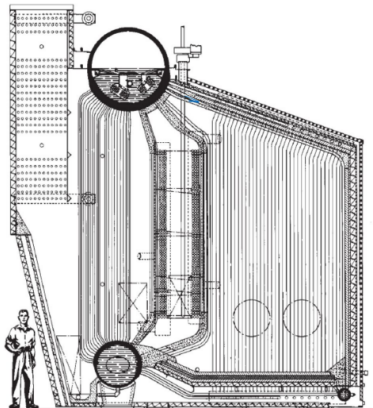
● Híbridas

- Parte acuotubular (hogar) y parte humotubular

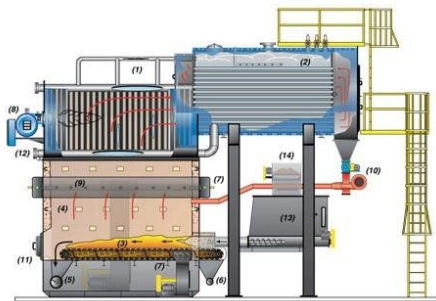
Humotubulares



Acuotubulares

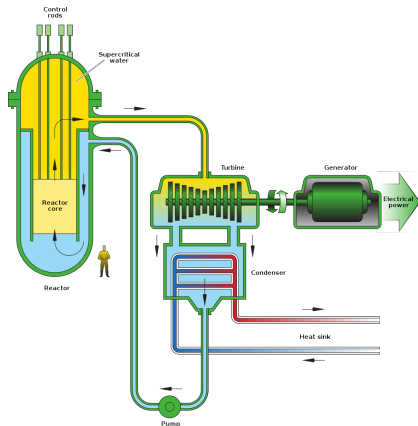


Híbridas



Supercríticas

- $p > p_c \approx 221 \text{ bar}$ y $374 \text{ }^\circ\text{C}$
- No hay en Uruguay y la URSEA no las contempla como un caso especial
- Se usan para generación de energía eléctrica
- Muy grande, por lo que son acuotubulares construidas en sitio



Según circulación del agua

Se divide en 3 y tiene sentido para acutubulares

- **Circulación natural**

- Por diferencia de densidad
- Requiere diferencia de alturas apreciable
- En Uruguay son todas de este tipo
- Circuito cerrado de agua

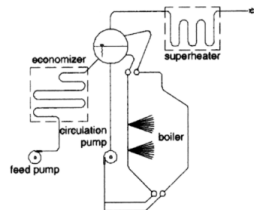
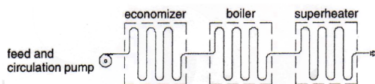
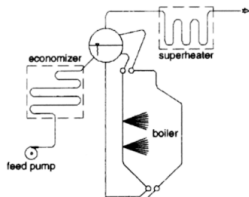
- **Circulación forzada**

- Circuito abierto de agua
- La bomba entrega toda el agua que se vaporiza
- La bomba de alimentación coincide con la de circulación

- **Circulación asistida o combinada**

- Circulación natural insuficiente que se complementa con bombas de circulación, es circuito cerrado
- Se instala un back-up de las bombas
- Construcciones más compactas

Según circulación del agua



Según combustible

- Sólidos
- Líquidos
- Gases

