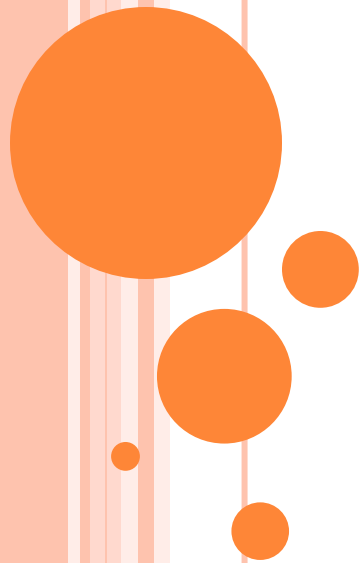


Control de Procesos Químicos

Tema 7 – Control de cambiadores de calor

Carcasa y tubos
Vapores Condensantes
Aerorrefrigerantes
Fire Heaters
Calderas
Evaporadores



Introducción

Regla descriptiva de Hanson. Para describir un proceso, el número de variables independientes que deben especificarse es igual al número que se puede establecer por construcción o que pueden ser controladas durante la operación por medios externos independientes. De este modo se puede establecer el número, pero no las variables particulares que dependerán de cada caso.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta_{ml}$$

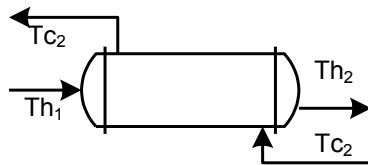
$$\frac{1}{U} = \frac{1}{ht} + \frac{1}{hs}$$

$$Q = F_h \cdot Cp_h \cdot (T_{h1} - T_{h2})$$

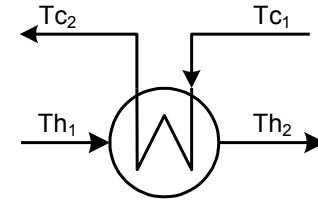
$$ht = f(F_c^{0,8})$$

$$Q = F_c \cdot Cp_c \cdot (T_{c2} - T_{c1})$$

$$hc = f(F_h^{0,8})$$



$$\Delta T_{ml} = \frac{(T_{h2} - T_{c1}) - (T_{h1} - T_{c2})}{\ln\left(\frac{T_{h2} - T_{c1}}{T_{h1} - T_{c2}}\right)}$$



Se tienen:

Como variables independientes:

$Q, U, A, F_h, F_c, Th1, Th2, Tc1, Tc2$

Como ecuaciones L. indep:

4 ecuaciones linealmente independientes

Términos o variables fijas:

$A, F_h, F_c, Th1, Tc1$

Términos o variables calculadas:

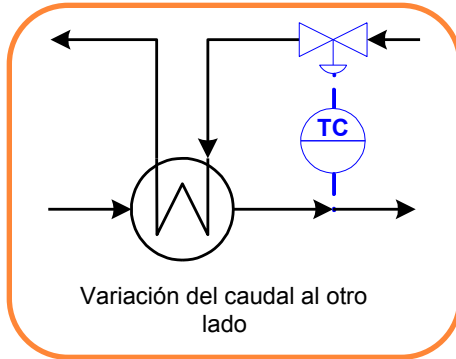
$Q, U, Th2, Tc2$

Normalmente se pretende controlar la temperatura T_2 de un fluido, es decir, que se fija una variable calculada y se varía una variable fija.

El proceso es bastante estable, ya que si varía el caudal de uno de los fluidos varía también el coeficiente global de transmisión de calor así como la fuerza impulsora. El coeficiente global y la fuerza impulsora varían de forma opuesta de modo que existe cierta auto-regulación. Sin embargo esto tiene un límite que se encuentra para altos caudales, ya que en esa situación se tiene un efecto menor.

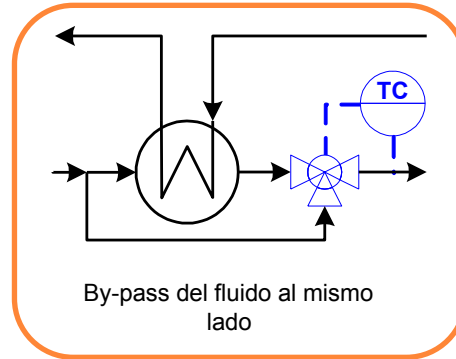
Carcasa y tubo

Opciones de control.



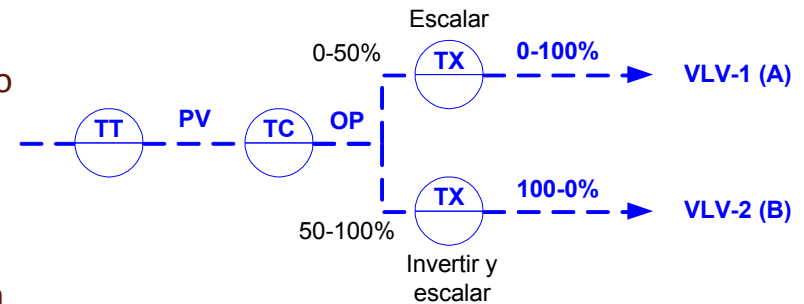
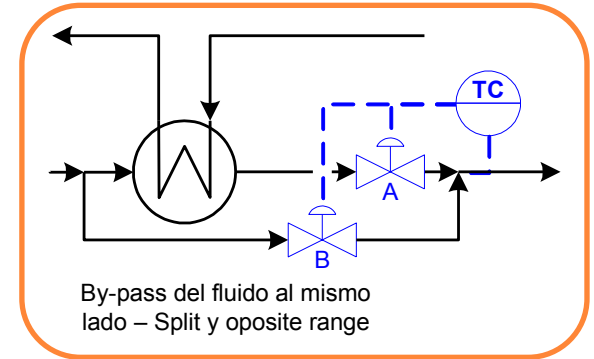
No tiene mucho sentido modificar el caudal de la corriente de proceso, puesto que esta variable normalmente está sujeta a otros condicionantes del proceso.

Es complicado ejercer modificaciones sobre el servicio de calor (vapor) puesto que introduce modificaciones y cambios en la presión de la corriente, pudiendo afectar a otras partes de la misma instalación.



Una de las formas más utilizadas, puesto que no ejerce cambios ni en el caudal total ni en la corriente de vapor.

El problema es que muchas veces la pérdida de carga a lo largo de la válvula es mayor que en el propio cambiador, por lo que requiere una restricción adicional en este último → Split range.



PV	OP	VLV-1 (A)	VLV-1 (B)
0	0	0	100
25	25	50	100
50	50	100	100
75	75	100	50
100	100	100	0

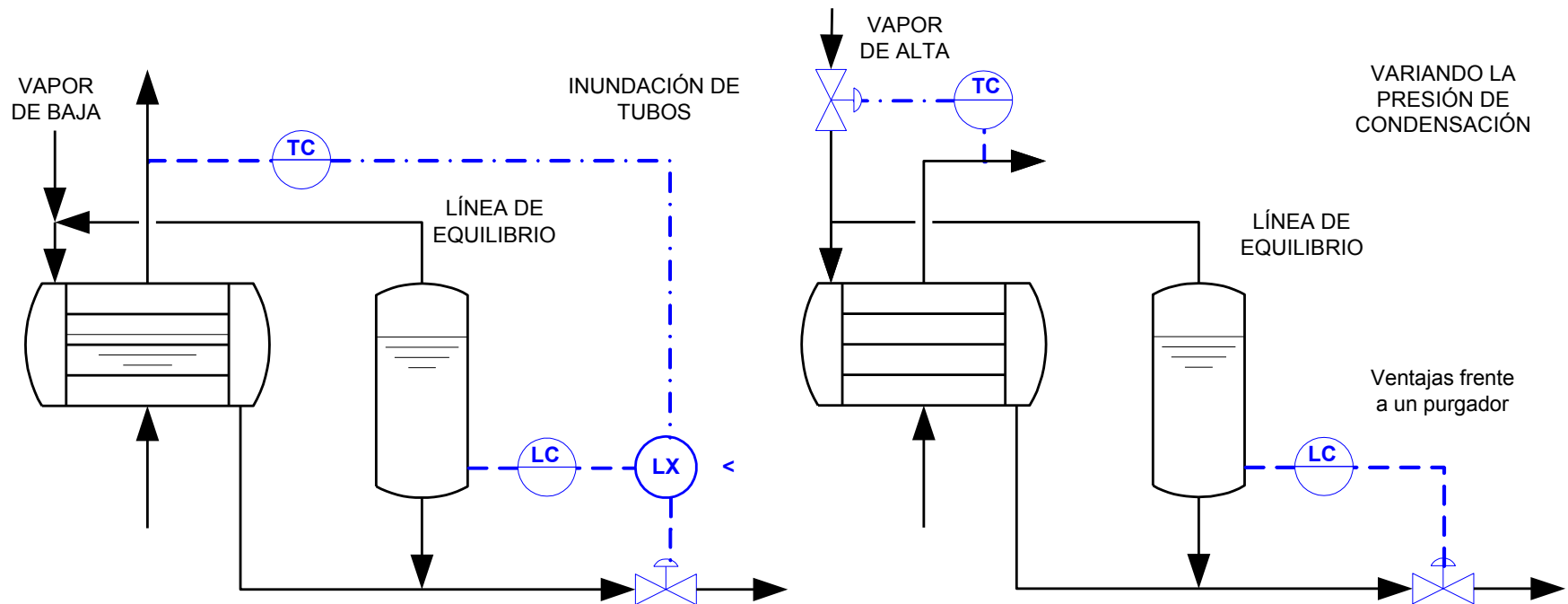
Vapores en condensación

Opciones de control. En este caso es habitual modificar el caudal que condensa. Puede optarse por tres formas de control:

1 - By-pass de la corriente de proceso. Sería el mismo caso que en cualquier otro cambiador. En calderas y reboilers no funciona, ya que no pasaría nada por el by-pass. Además, si el compuesto de la corriente de interés es puro, su temperatura no es función del caudal vaporizado, sino de sus propiedades físico-químicas.

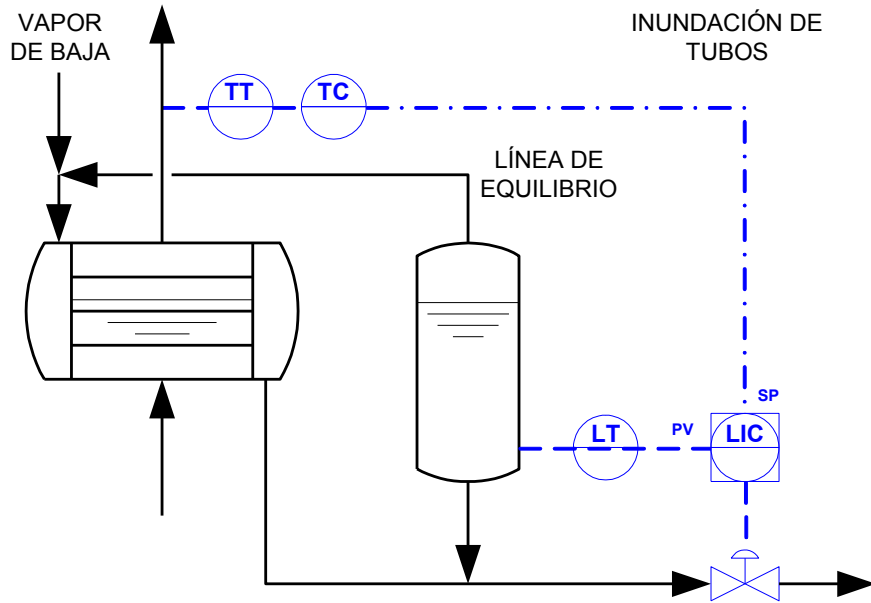
2 - Inundación de tubos. Se modifica el área de intercambio de calor (el correspondiente al principal aporte)

3 - Modificación de la presión de condensación. Esto conlleva la modificación de la temperatura de condensación

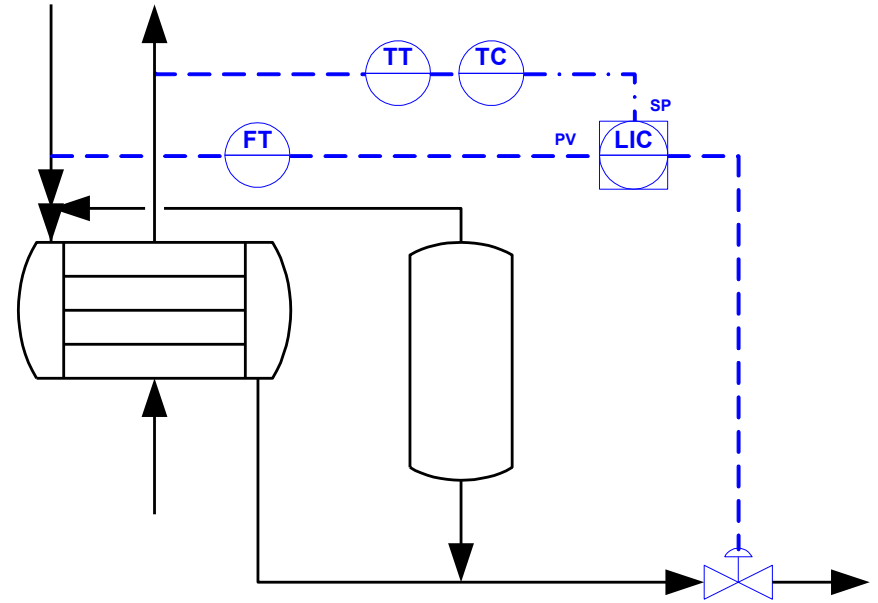


Vapores en condensación

Inundación de tubos con cascada



Cascada Temperatura - Caudal



Air coolers

Los air-coolers son uno de los sistemas de refrigeración más empleados debido al uso del aire como fluido refrigerante (razones económicas)

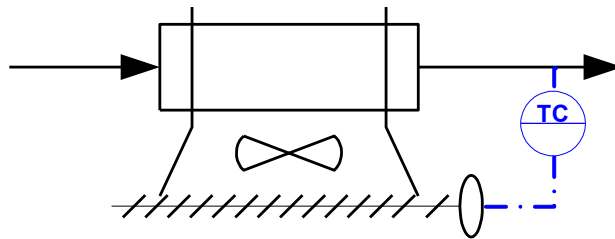
Opciones de control. Existen diversas posibilidades de control que se resumen como:

1 – Modificación de louvers. Es, en realidad, poco efectivo.

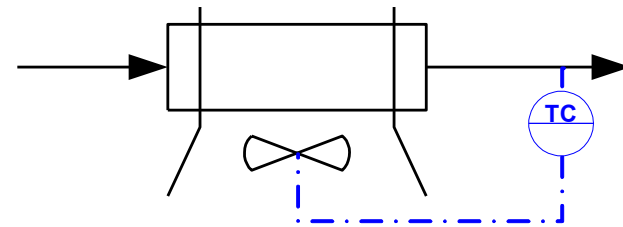
2 – Modificación del ángulo de palas. Es bastante frecuente

3 – Modificación de la velocidad de giro del motor. Es más caro que el resto, pero mejora el ahorro de energía.

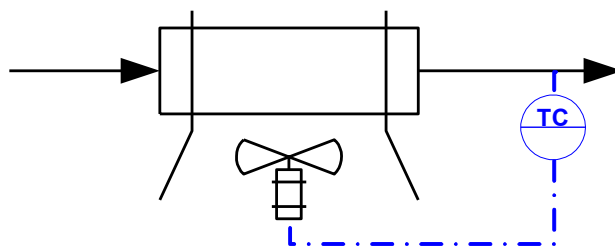
4- Uso de un by-pass en la corriente de proceso. Semejante al control en carcasa y tubo.



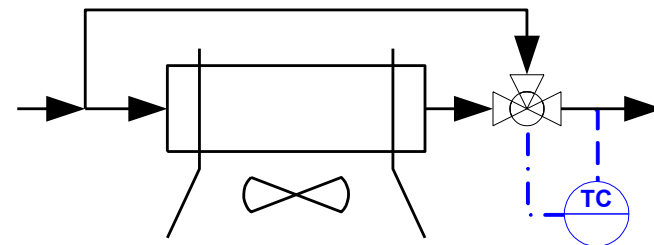
CONTROLAR PERSIANAS
ES POCO EFECTIVO



CONTROLAR EL ÁNGULO
DE LAS PALAS



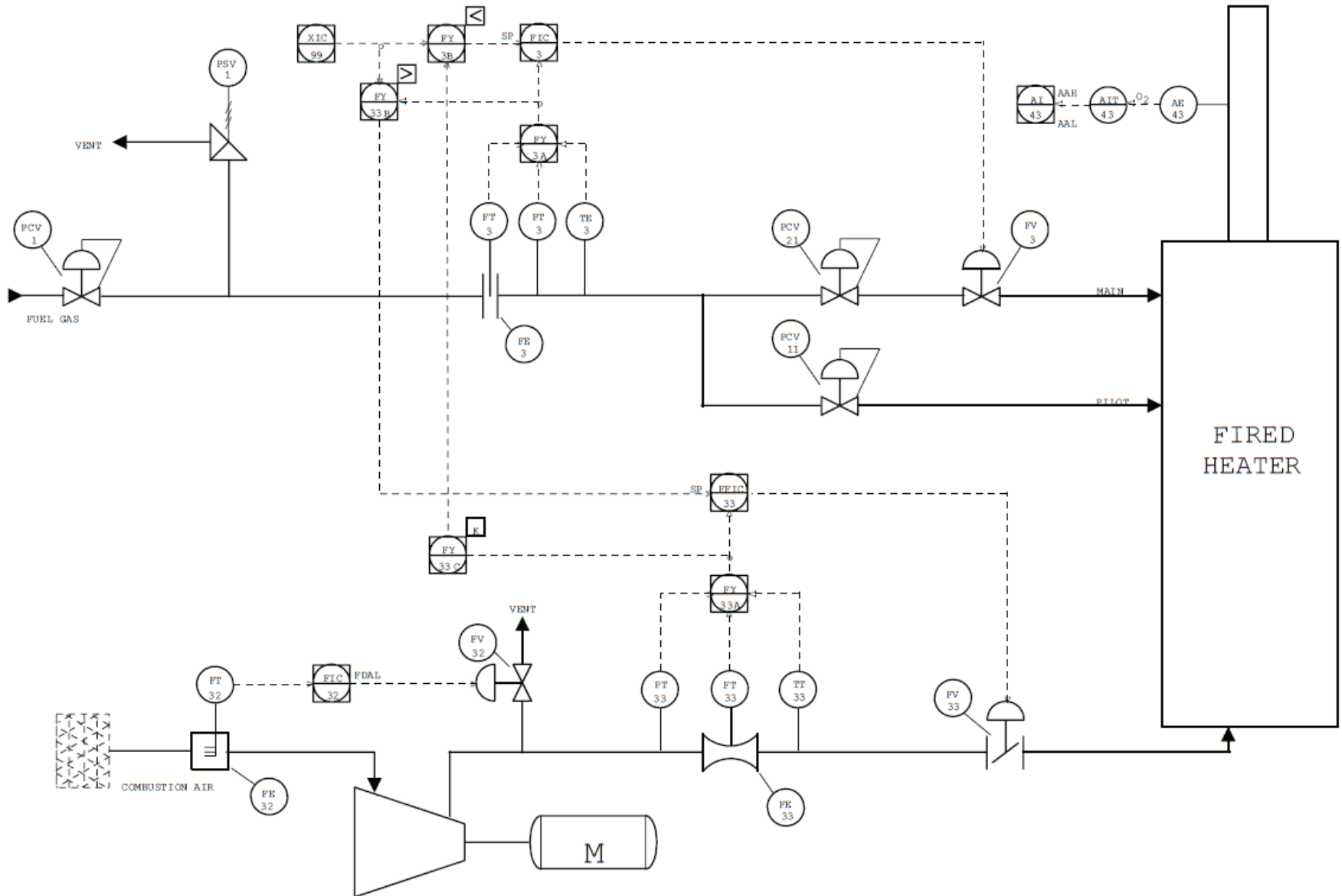
CONTROLAR LA VELOCIDAD
DEL VENTILADOR



BY-PASS Y VÁLVULA DE TRES
VÍAS

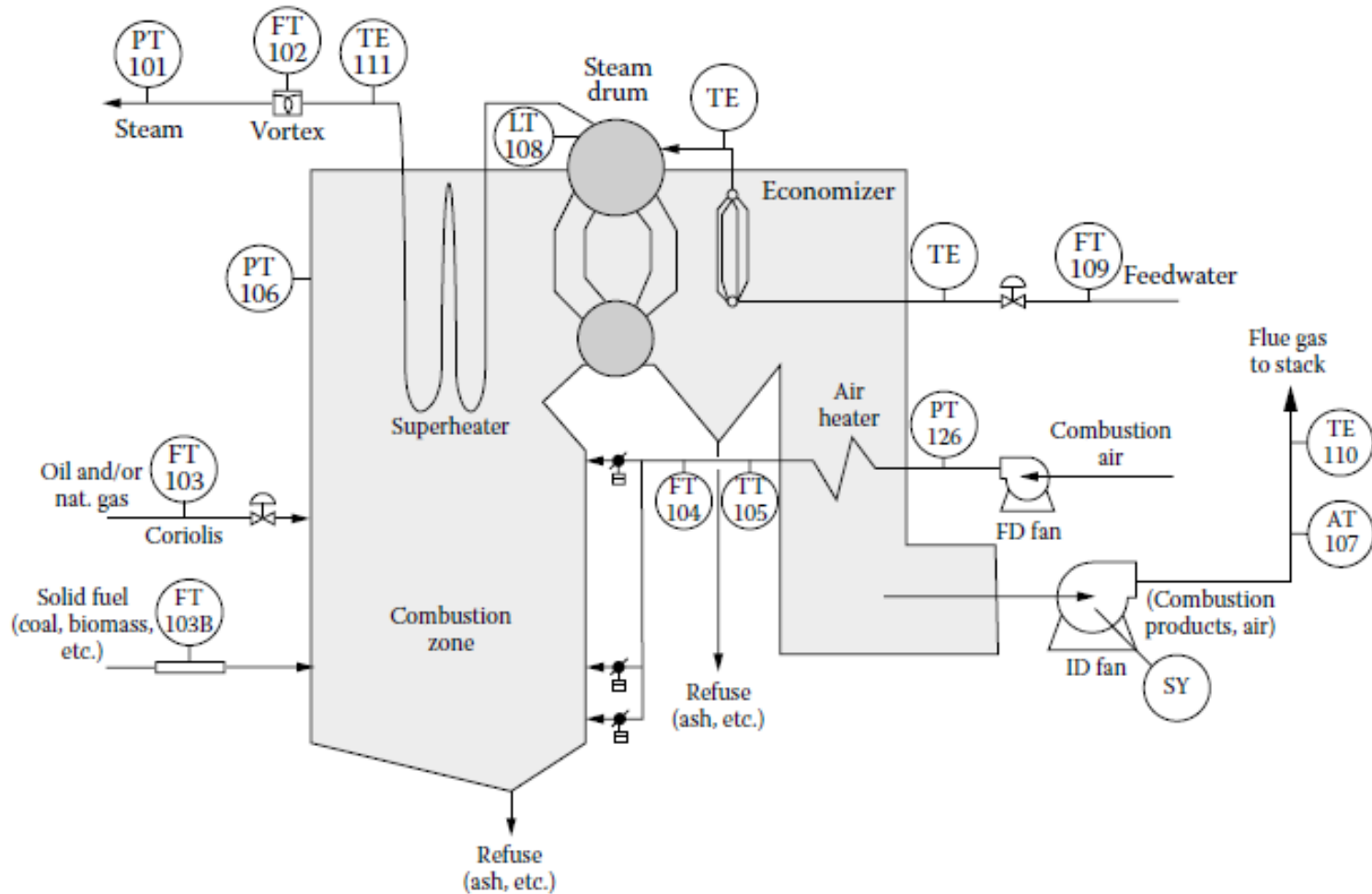
Fire Heaters (Hornos)

Sistema básico de control de la combustión



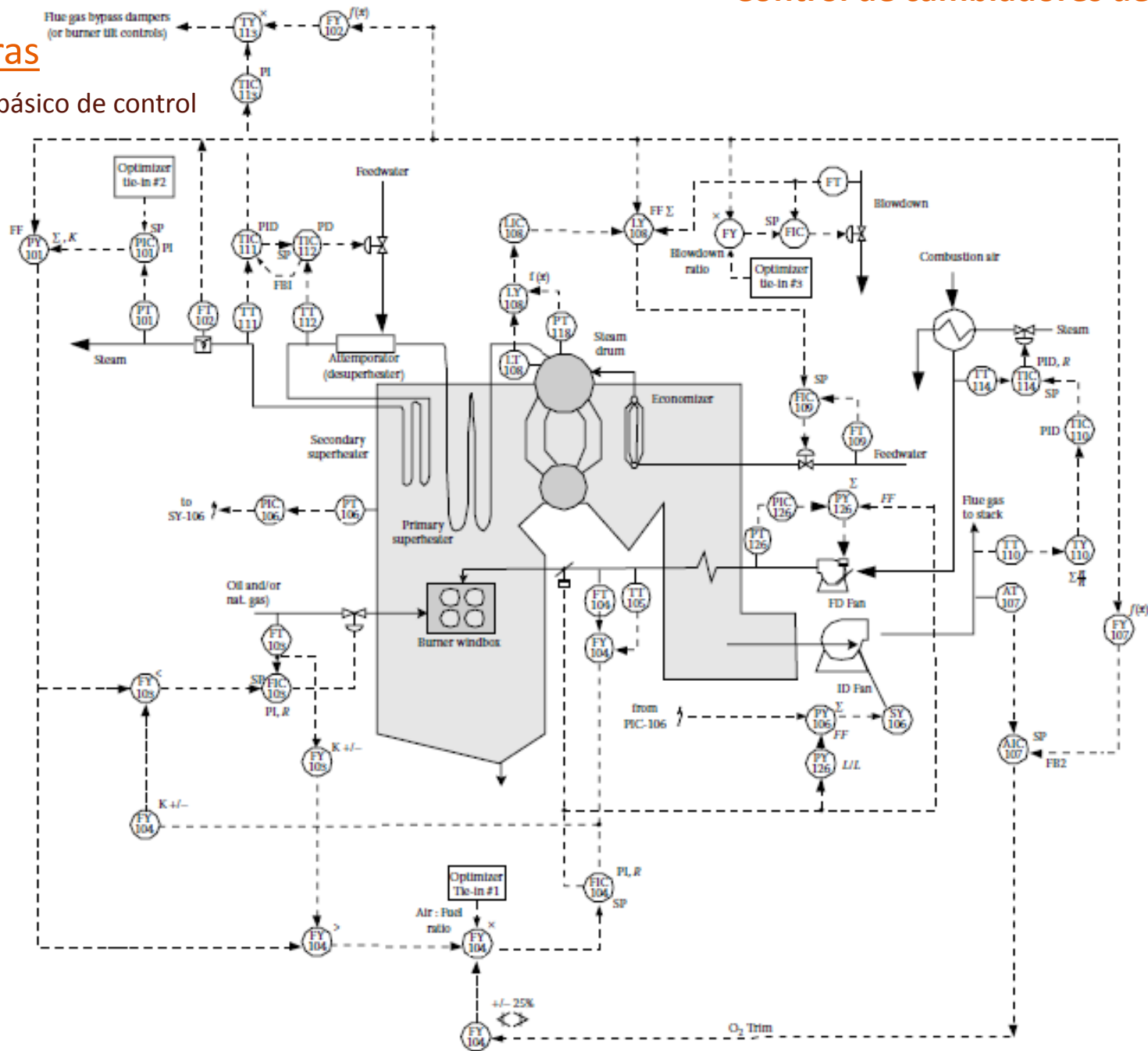
Calderas

Instrumentación básica de una caldera



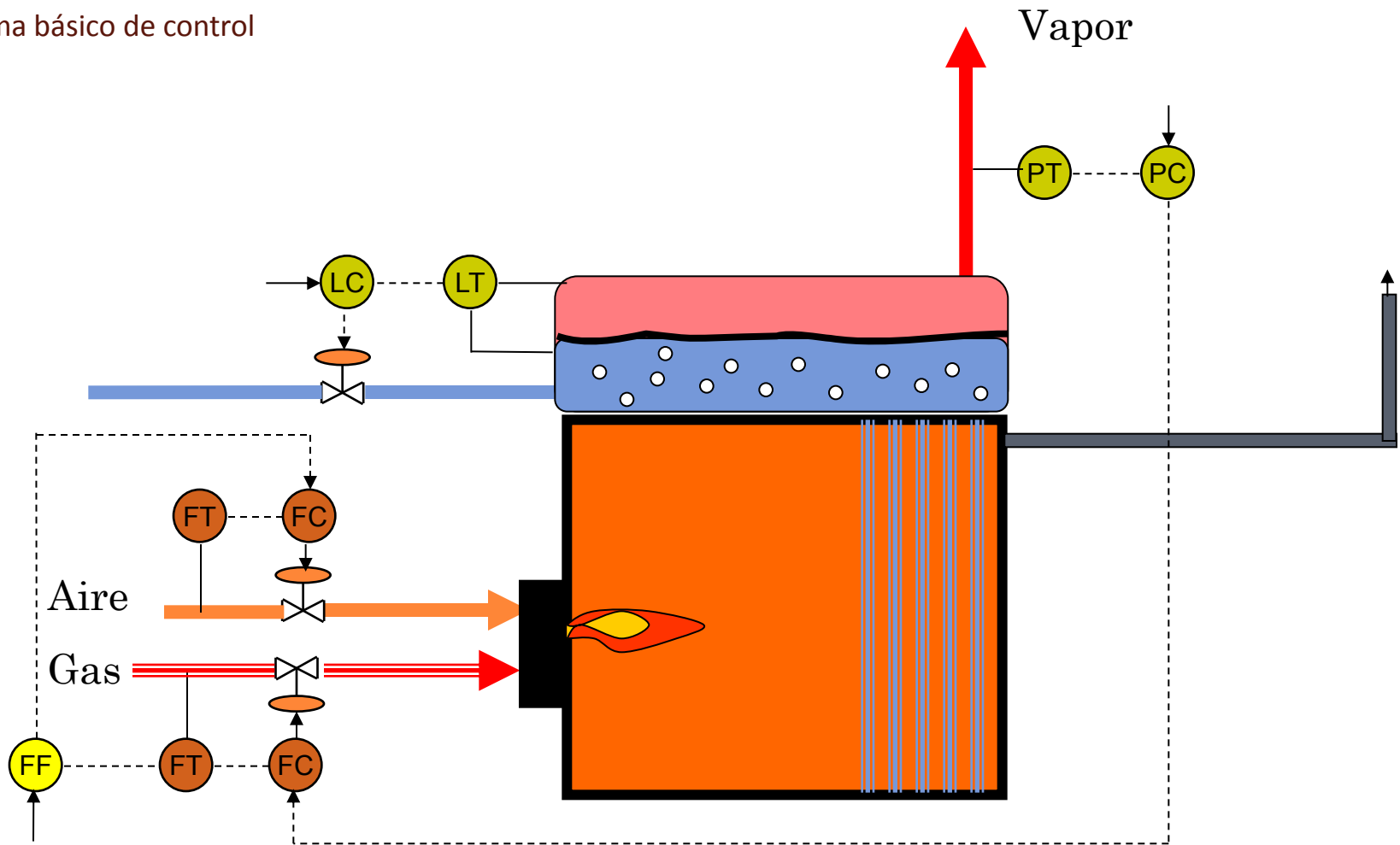
Calderas

Sistema básico de control



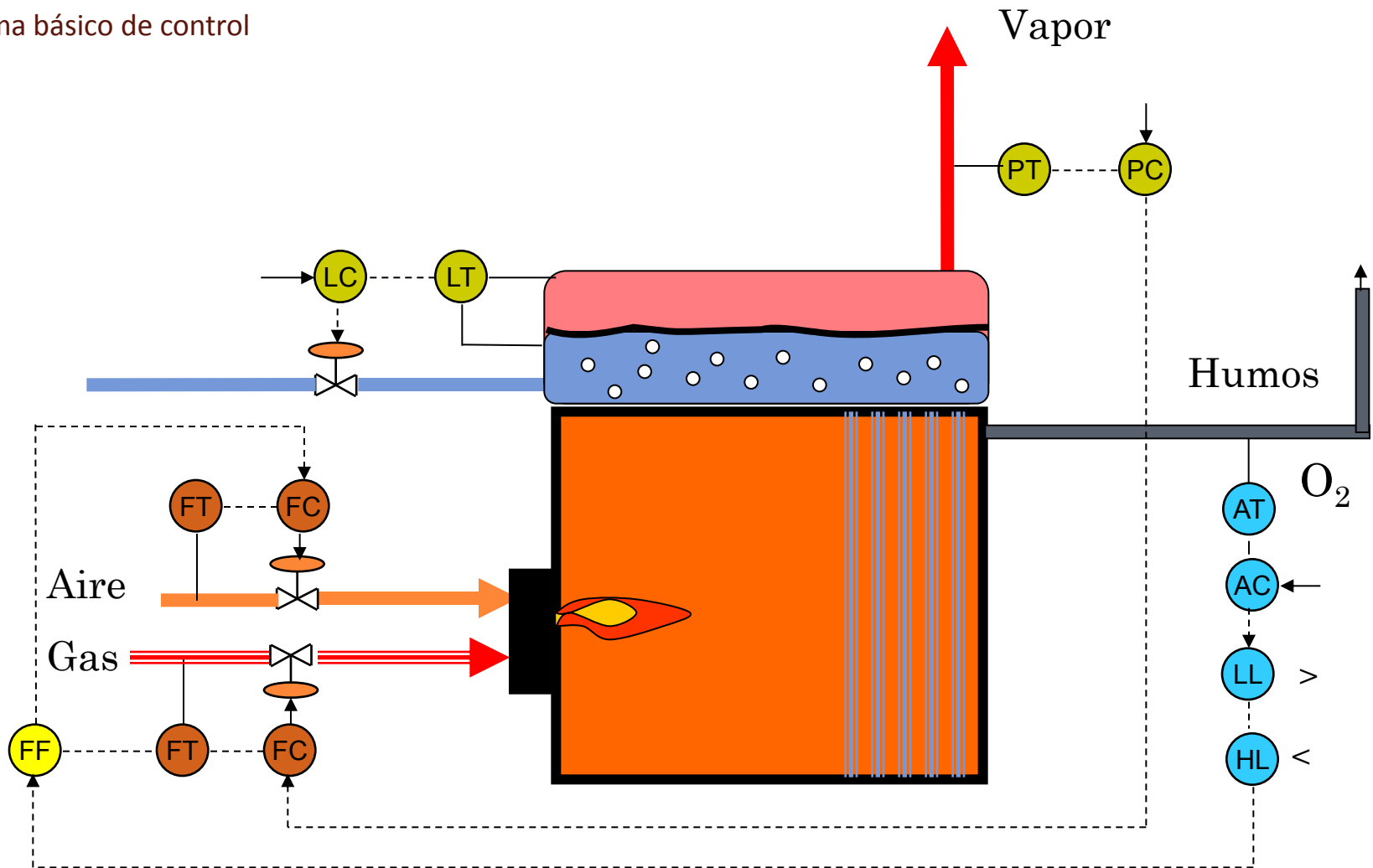
Calderas

Sistema básico de control



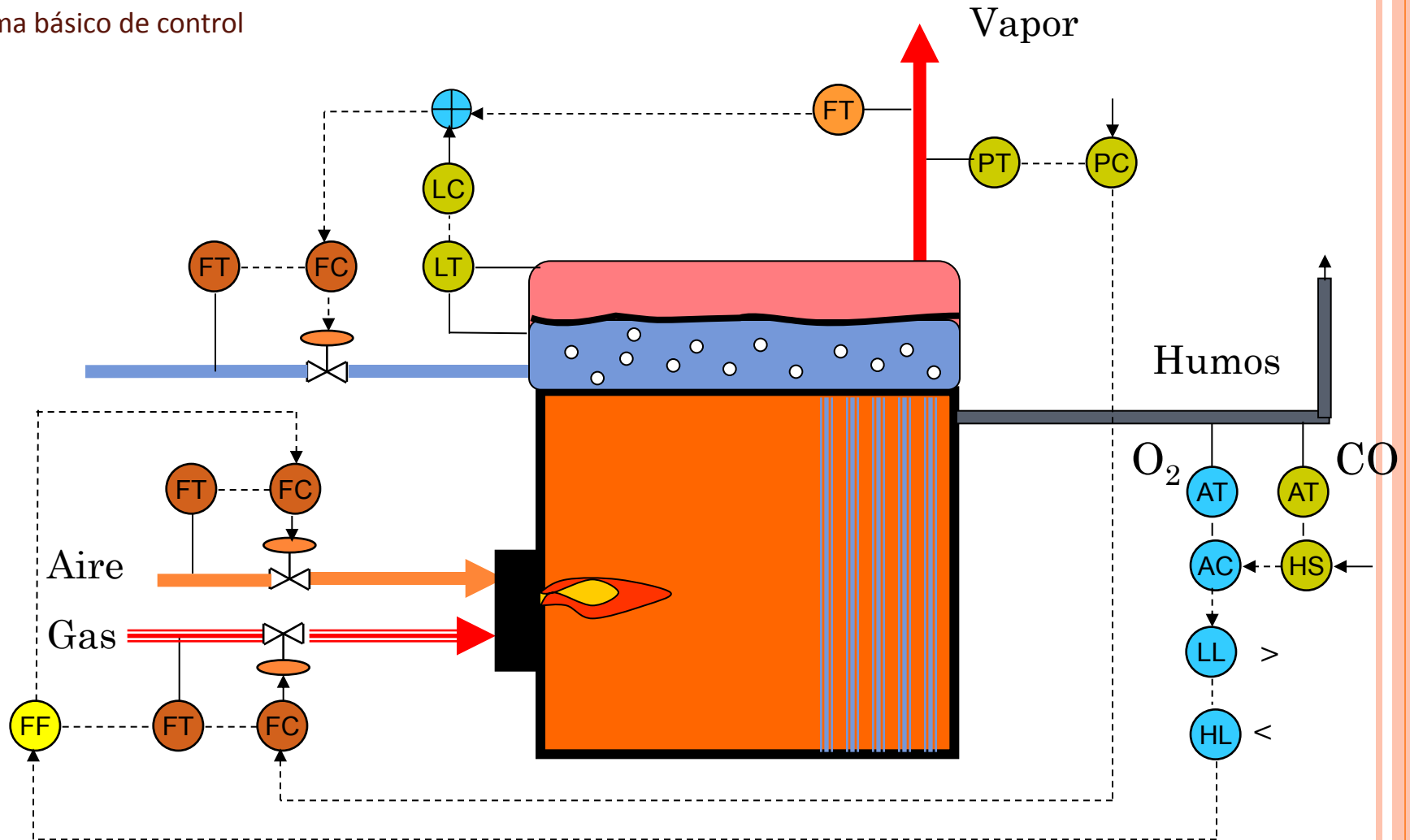
Calderas

Sistema básico de control



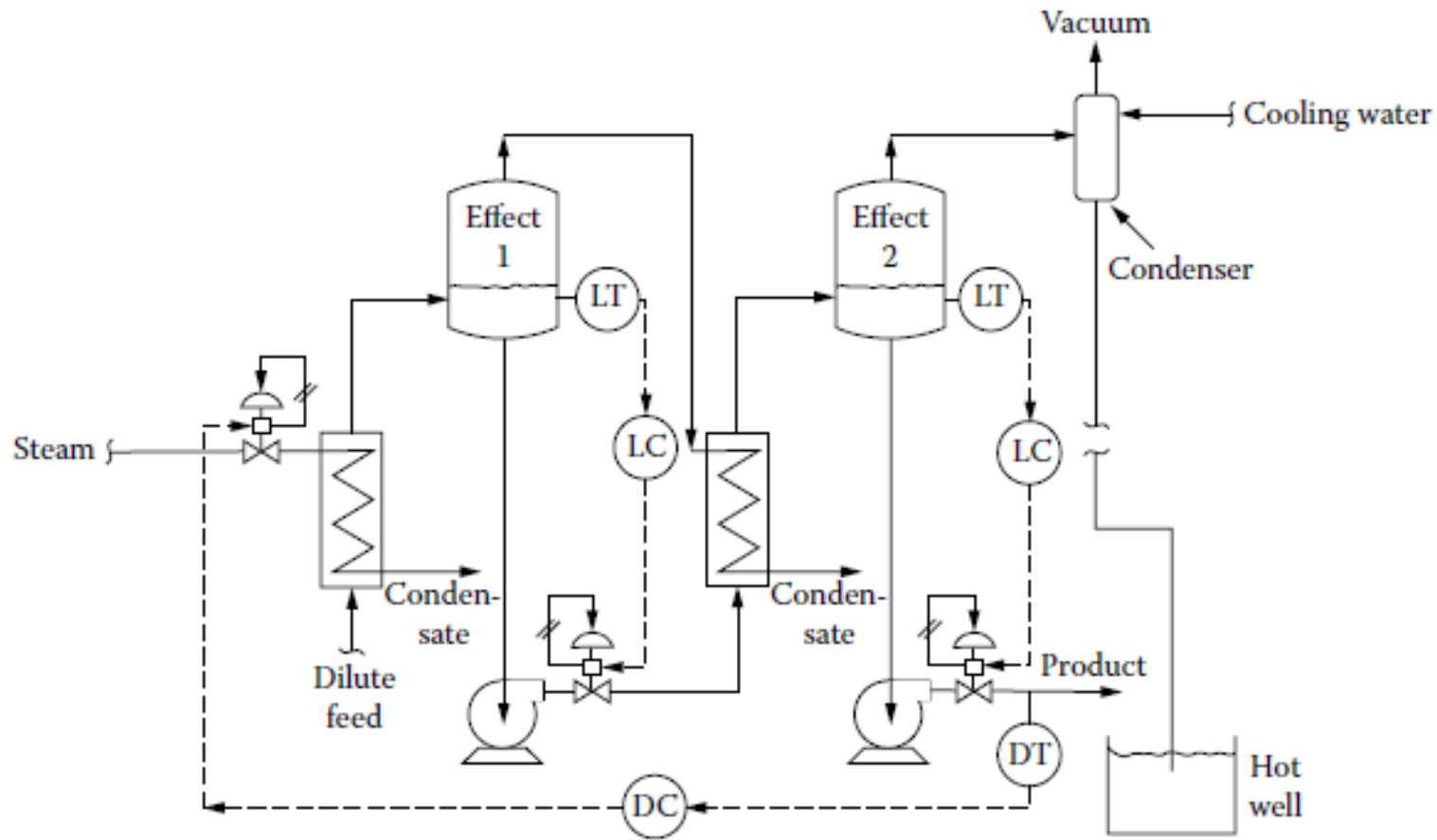
Calderas

Sistema básico de control



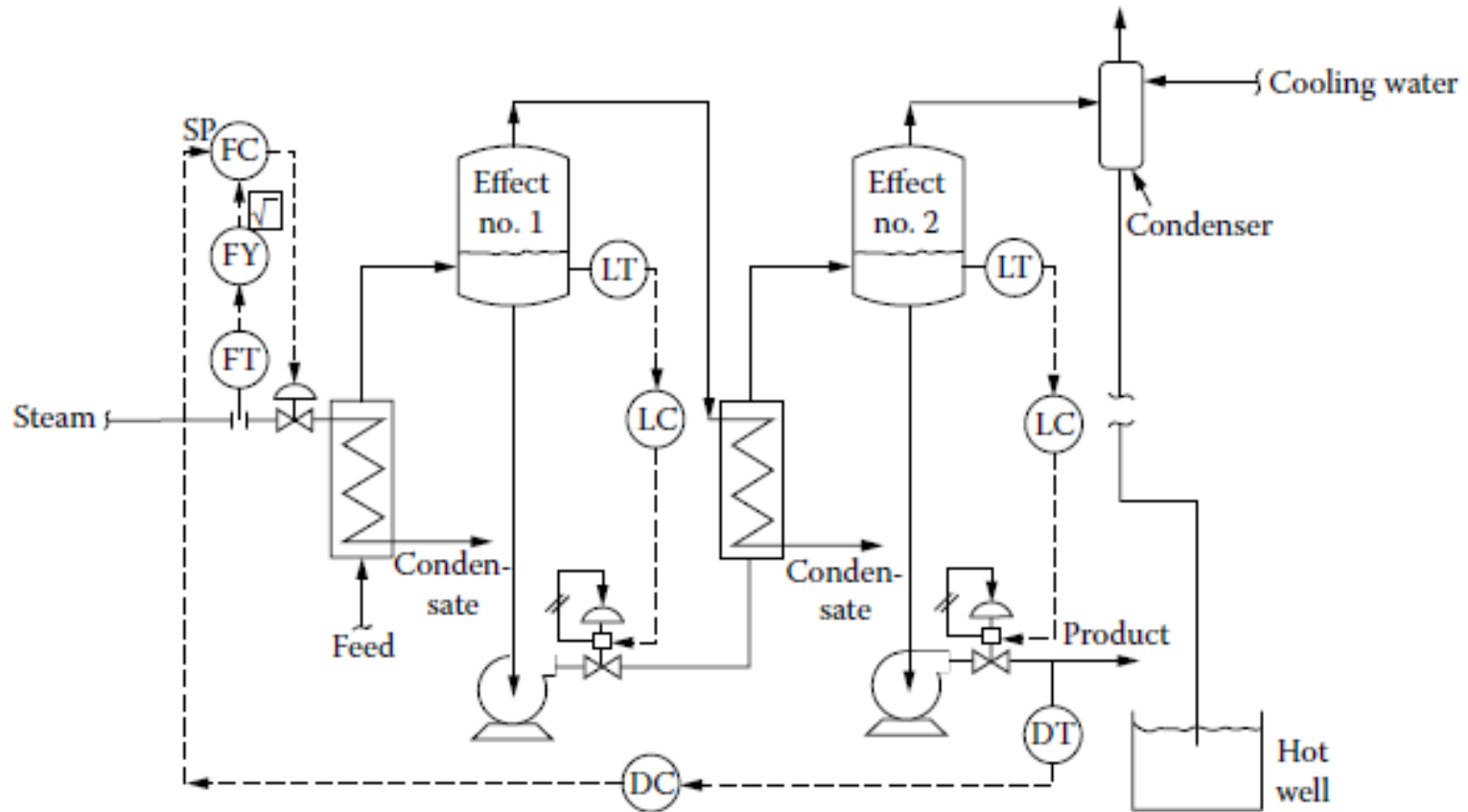
Evaporadores

Feedback – Mantener el control de la densidad del producto estable



Evaporadores

Cascada – Regulación del caudal de vapor de calefacción.



Evaporadores

Cascada – Regulación del caudal de vapor de calefacción.

