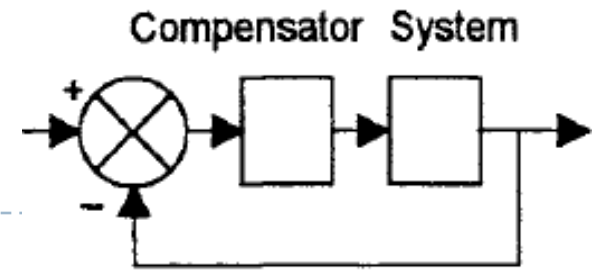


Compensadores/Controladores

Tipos

Elizabeth Villota

Compensación



Un compensador es un componente adicional que es aumentado a un sistema de control para modificar el desempeño en lazo cerrado y compensar por un desempeño deficiente.

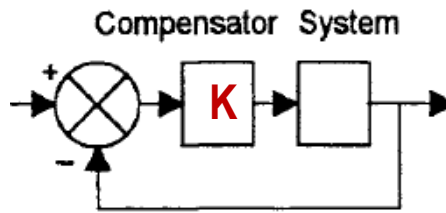
Un controlador es un componente que posee una entrada del tipo error, y una señal de salida que modifica la salida del sistema.

A diferencia de los controladores, los compensadores pueden ubicarse en cualquier posición del sistema de control.

✓ Desde el punto de vista de diseño no hay diferencia entre controladores y compensadores.

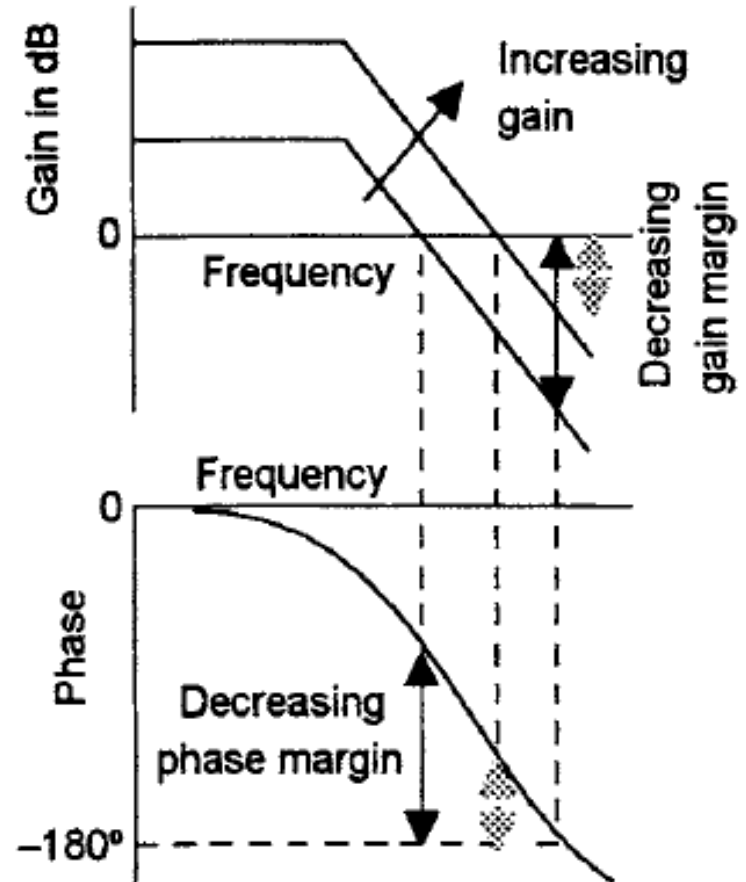
Compensación – Cambiando la ganancia K

Considerando el efecto de ajustar el desempeño del sistema controlado cambiando la ganancia.



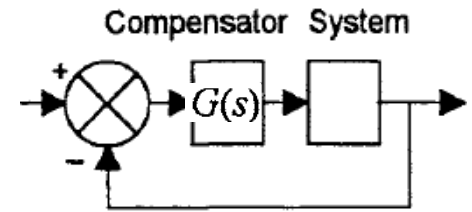
Aumentando la ganancia:

- ✓ Diagrama de Bode-magnitud se desplaza hacia arriba para todas las frecuencias.
- ✓ No hay efecto en la fase.
- ✓ Disminuye la estabilidad dado que los márgenes de estabilidad decrecen.



Efecto de incrementar la ganancia

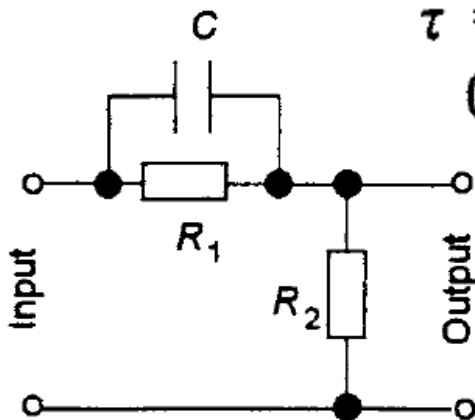
Compensación: phase-lead



La función de transferencia es de la forma, $a > 1$:

$$G(s) = \frac{1 + a\tau s}{1 + \tau s}$$

Por ejemplo, tal compensador puede ser implementado por un circuito eléctrico:



$$\tau = R_1 R_2 C / (R_1 + R_2)$$

$$(a = (R_1 + R_2) / R_2)$$

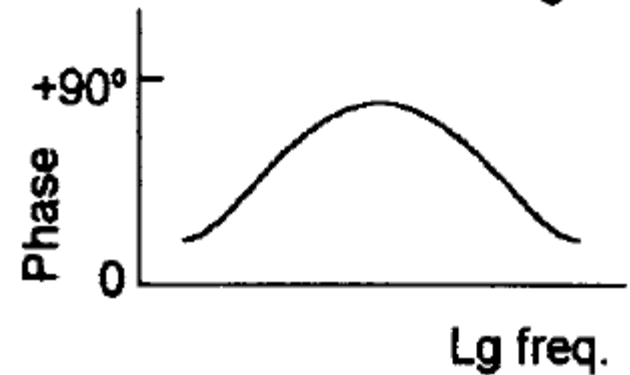
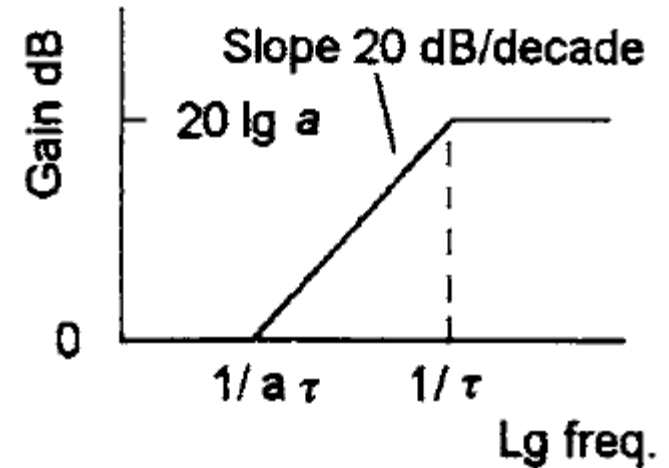
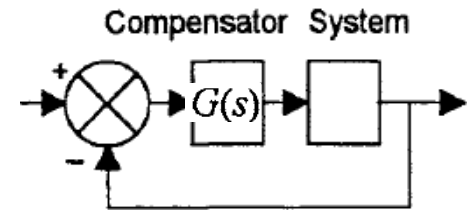


Diagrama de Bode, compensador
Phase-lead **aumenta fase positiva**

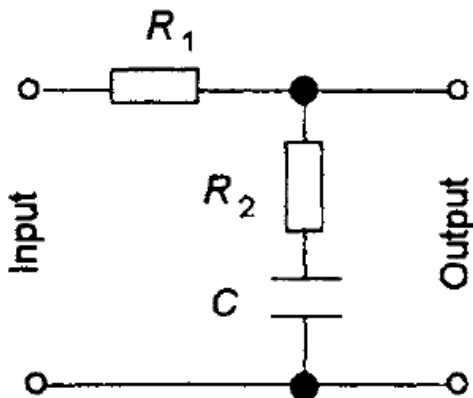
Compensación: phase-lag



La función de transferencia es de la forma, $a > 1$:

$$G(s) = \frac{1 + \tau s}{1 + a\tau s}$$

Por ejemplo, tal compensador puede ser implementado por un circuito eléctrico:



$$(a = (R_1 + R_2)/R_2)$$

$$\tau = R_2 C$$

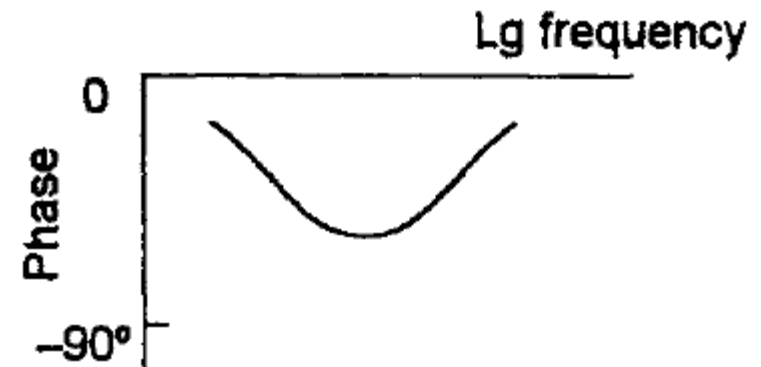
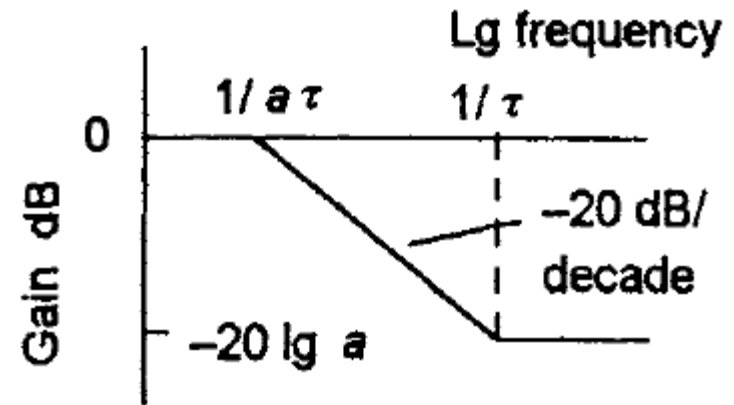
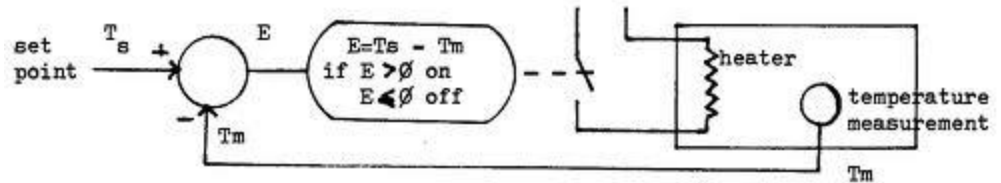


Diagrama de Bode, compensador
Phase-lag **adiciona fase negativa**

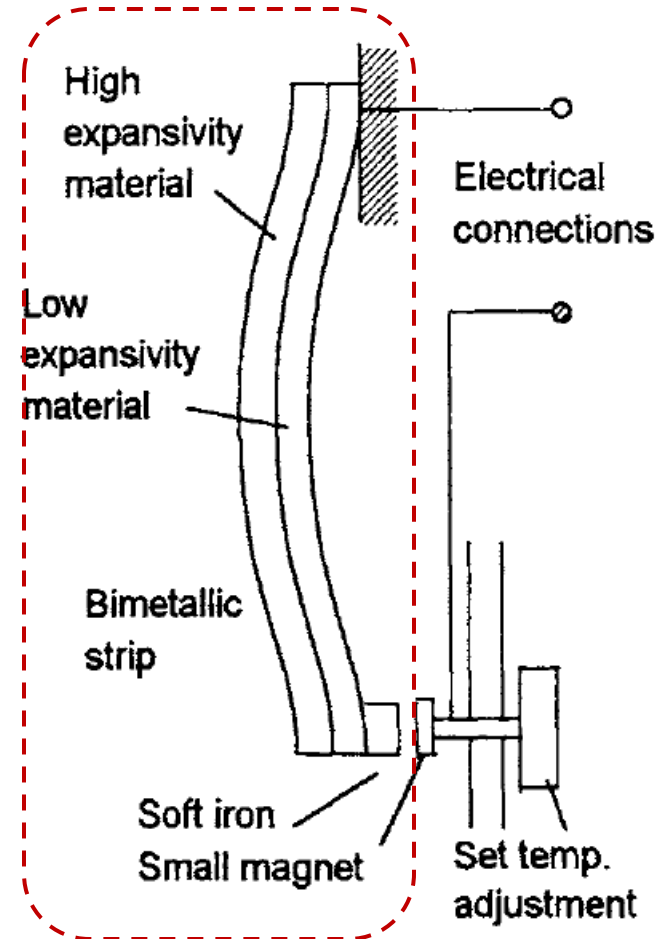
Control On-off



El controlador On-off es un switch que es activado por la señal de error y provee una señal de corrección on-off.

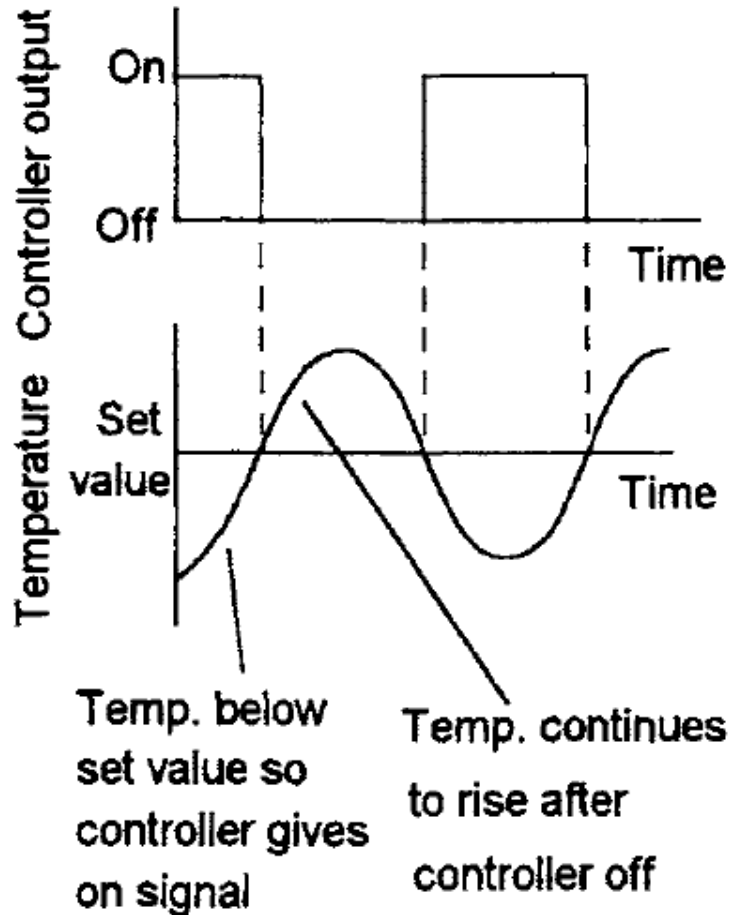
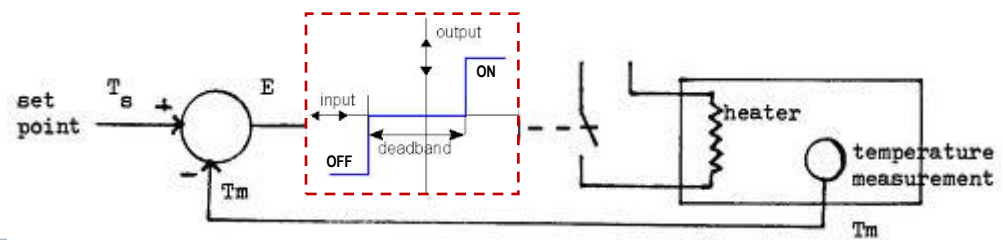
Termostato bimetalico para control de temperatura

Si la temperatura está por encima de lo requerido, la cinta bimetalica está en la posición off y el calentador es apagado; si la temperatura está debajo de lo requerido, la cinta bimetalica se mueve a la posición on y el calentador es encendido.

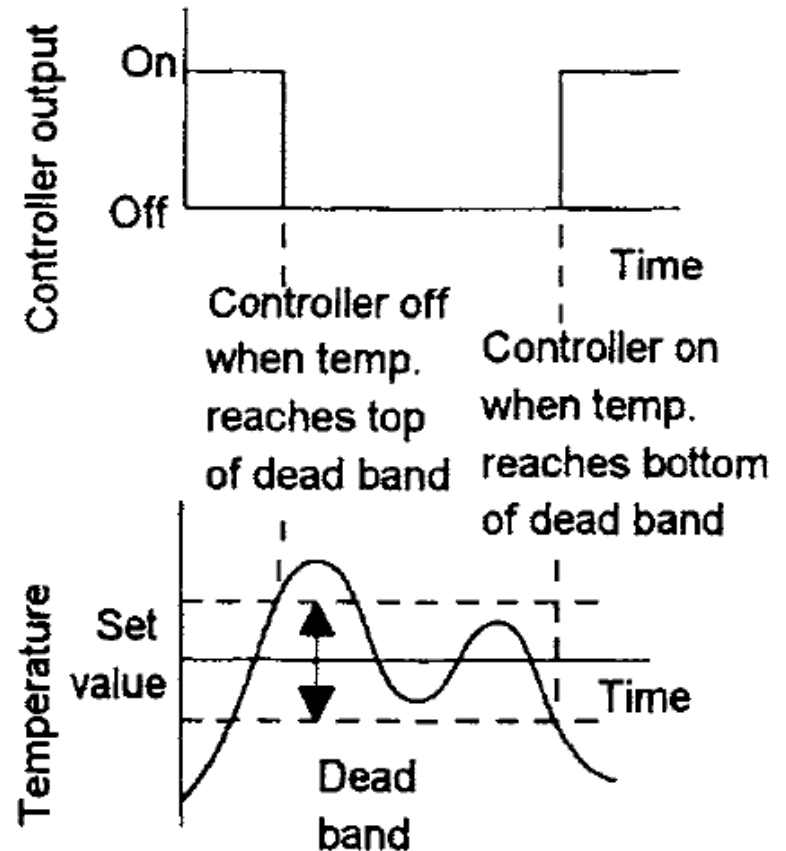


Termostato bimetalico
(control On-off)

Control On-off



Fluctuaciones de la temperatura
alrededor del valor referencia



Controlador On-off con
dead band

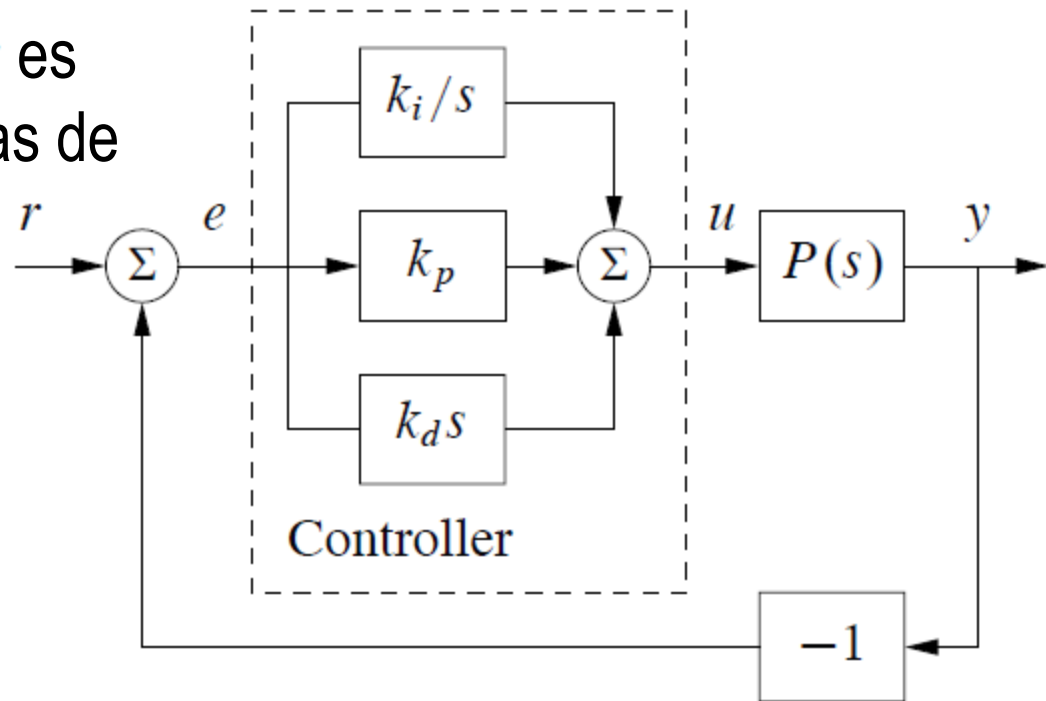
Control PID

- Control PID una de las formas **más comunes** de usar realimentación en los sistemas de ingeniería.
- Control PID se encuentra presente en dispositivos simples y en fábricas con miles de controladores.
- Control PID aparece en diversas formas: como controlador único, como parte de sistemas de control jerarquico/distribuidos o implementado en componentes embebidos.
- La mayoría de los controladores PID no usan acción derivativa, estrictamente son PI.

Control PID

SISTEMA EN LAZO CERRADO CON PID

La señal de control u se basa en el error e . La señal comandada r es llamada referencia en problemas de regulación, o **setpoints**.

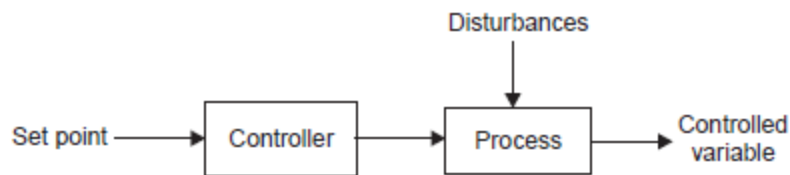
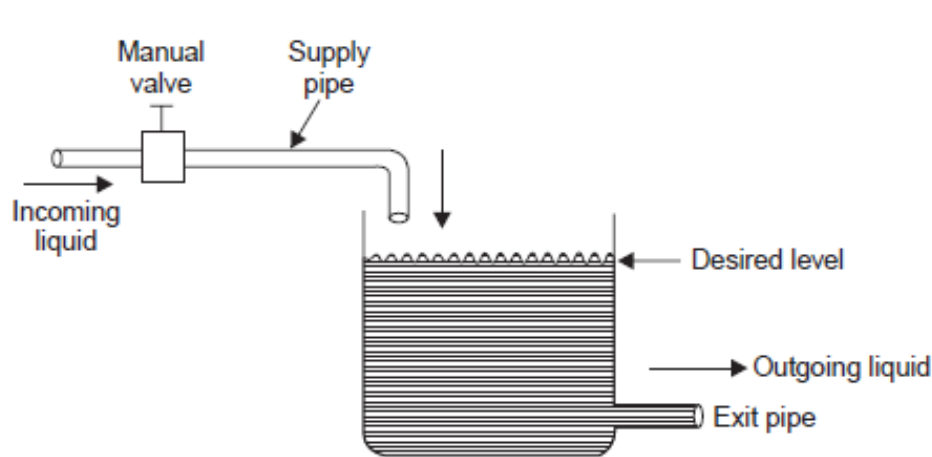


Relación entrada/salida del control PID:

$$u = k_p e + k_i \int_0^t e(\tau) d\tau + k_d \frac{de}{dt} = k_p \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de}{dt} \right).$$

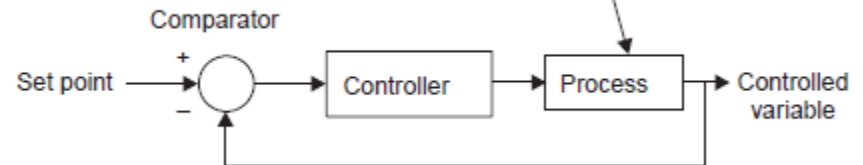
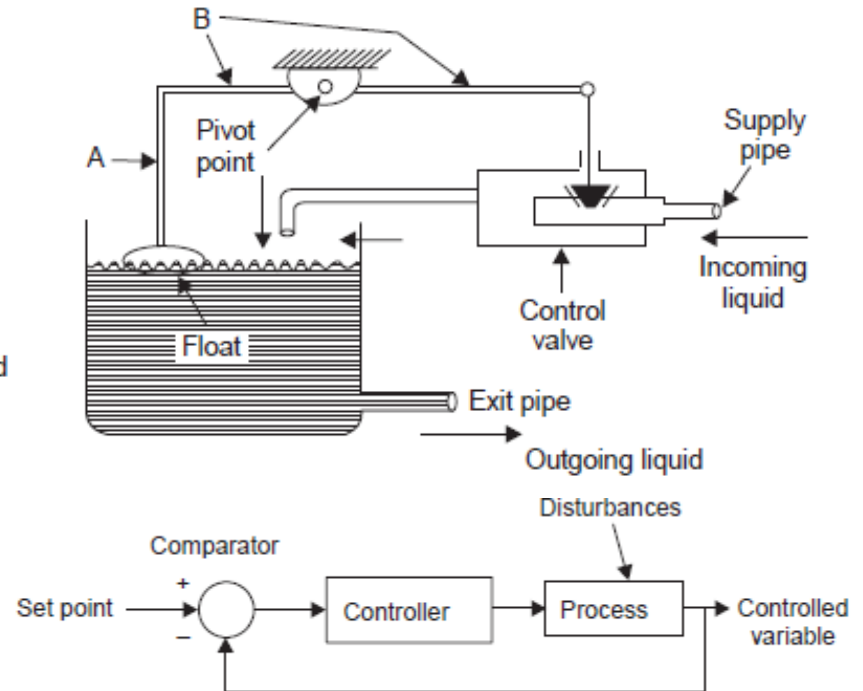
Control en lazo abierto vs. Control en lazo cerrado

Mantener el nivel del líquido en el tanque a un valor constante



Control en lazo abierto

- ❑ No realimentación
- ❑ Controlador no observa la salida del sistema
- ❑ Entrada de control se calcula en función al estado inicial y al modelo de la planta
- ▶❑ No compensa por disturbios en el sistema

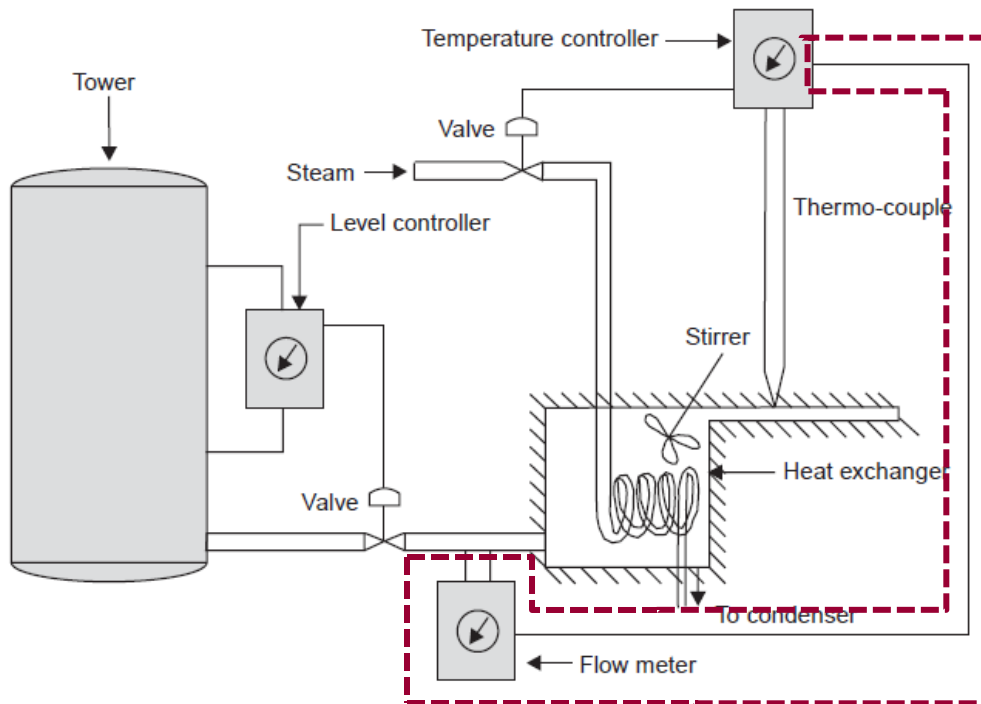


Control en lazo cerrado

- ❑ Usa realimentación
- ❑ Acción correctiva calculada en base al error entre el estado actual y el estado deseado
- ❑ Compensa por disturbios del sistema e incertezas

Control por alimentación directa (Feedforward)

Mantener la temperatura del fluido de proceso



Control por alimentación directa

ALIMENTACIÓN DIRECTA:

- Compensa por disturbios que pueden ser cuantificados/medidos.
- Corrección de los efectos de disturbios mediante control en lazo abierto
- Controlador de respuesta rápida
- Complementa al control por realimentación.

