



Control clásico

El diseño de sistemas de control durante la Revolución Industrial estaba basado en prueba y error unido con una gran dosis de intuición ingenieril.

A mediados de la década de 1800 los matemáticos fueron los primeros en analizar la estabilidad de los sistemas de control realimentados. Podemos llamar a este periodo la prehistoria de la teoría de control. Este trabajo en el análisis matemático de sistemas de control se realizó usando **ecuaciones diferenciales**.

En 1840, el Astrónomo Británico **G.B. Airy**, desarrolló un dispositivo de realimentación para posicionar un telescopio. Su dispositivo se basaba en un **sistema de control de velocidad** que giraba el telescopio de forma automática para compensar la rotación de la tierra con objeto de estudiar una determinada estrella durante un largo periodo de tiempo. Fue el primero en estudiar la **inestabilidad** de los sistemas en bucle cerrado y el primero en usar para ello ecuaciones diferenciales.



G.B. Airy



Tema 1. Introducción a los sistemas de control

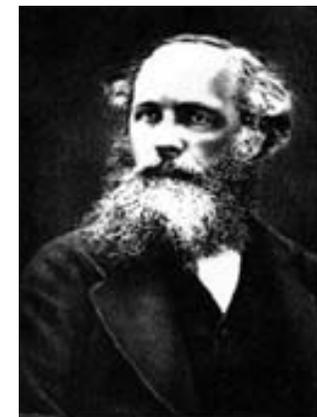
Un poco de historia...

Control clásico

En 1868 J.C.Maxwell formuló un teoría matemática relacionada con la teoría de control usando ecuaciones diferenciales para modelar el regulador a bolas de Watt.

Estudió el efecto de los parámetros del sistema en la estabilidad y mostró que el sistema es estable si las raíces de la ecuación característica tiene parte real negativa.

J.C.Maxwell



El nacimiento de la Teoría de Control matemática:

Routh (1884); Hurwitz (1895); H. Nyquist (1932); (1938) H.W. Bode



Regulador a bolas
Watt



Tema 1. Introducción a los sistemas de control

Un poco de historia...

Control Moderno

(1957) USSR lanza su primer satélite orbital. También en la Unión Soviética se obtienen avances significativos en control no lineal

(1893 -> 1960) Lyapunov - caracterización de la estabilidad de sistemas no lineales
(1948), Ivachenko - principios del control por relé

(1960), Popov - Criterios de estabilidad para sistemas híbridos lineales-no lineales

60's - Extensiones al control no lineal: Zames, Narendra, Desoer

Aplicación de estos resultados al estudio de la distorsión no lineal en lazos de control con restricciones, control de procesos no lineales, robótica...

Finales 60's - 70's Primer microprocesador: **La llegada de la era de la informática**
(1969) W. Hoff

70's - hasta ahora La Teoría del control sigue creciendo. Aparecen nuevos problemas y retos: Control Robusto, Control Adaptativo, Control distribuido, a través de redes, etc..

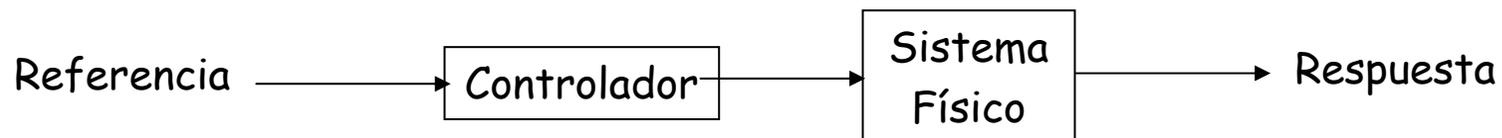
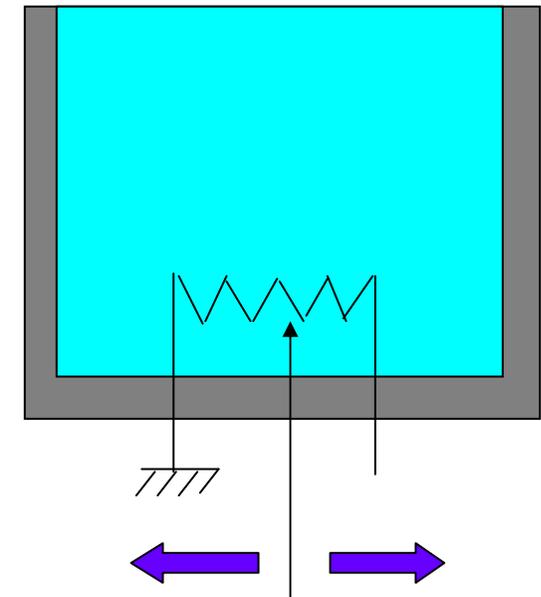
Control en lazo abierto

Ejemplo: Control de Temperatura

Deseamos mantener a una determinada temperatura el liquido contenido en el horno de la figura. Para ello, suponemos que la distribución del calor es uniforme por todo el liquido y que lo podemos calentar mas o menos mediante el calor disipado por la resistencia variable (desplazando su eje a izquierda o derecha).

Si conocemos los parámetros físicos del sistema (volumen, calor específico etc.) es posible calcular la cantidad de calor que tenemos que aportar al horno para que el liquido contenido en él llegue a la temperatura deseada. **Es un control en lazo abierto.**

El diagrama de bloques nos muestra cada uno de los elementos que forman el sistema:



Tema 1. Introducción a los sistemas de control

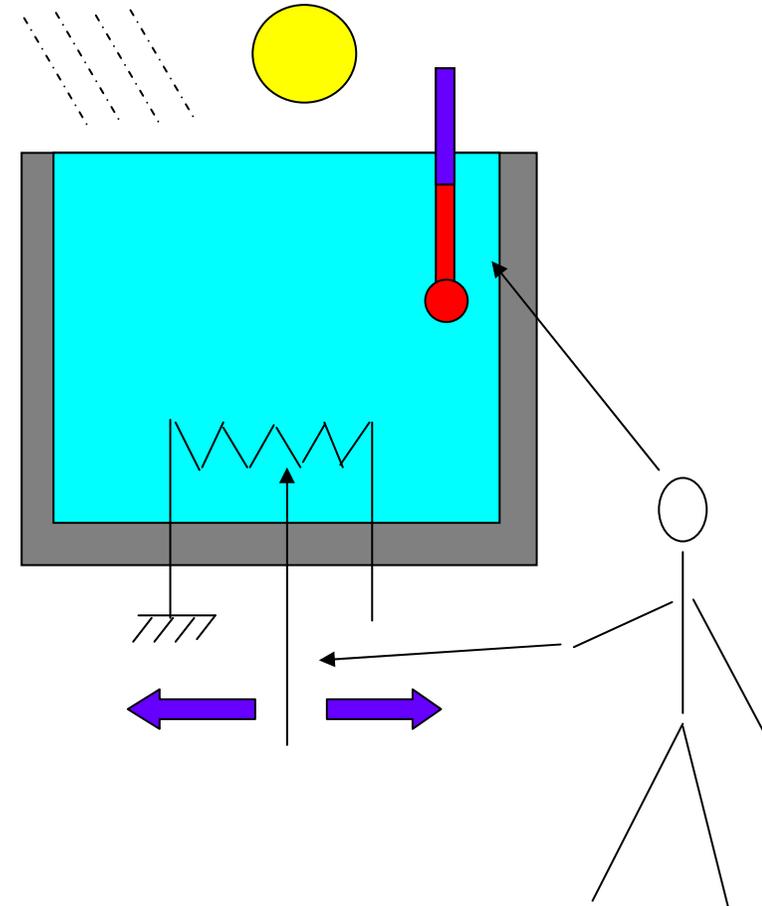
lazo abierto-lazo cerrado



Control en lazo cerrado

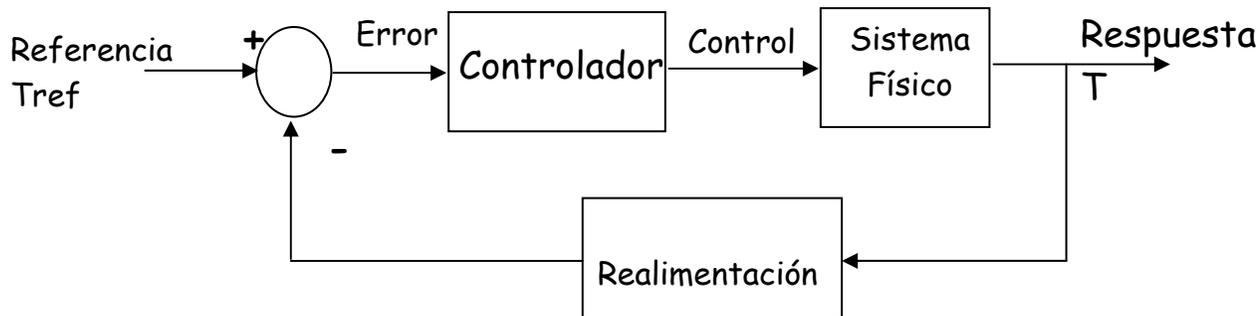
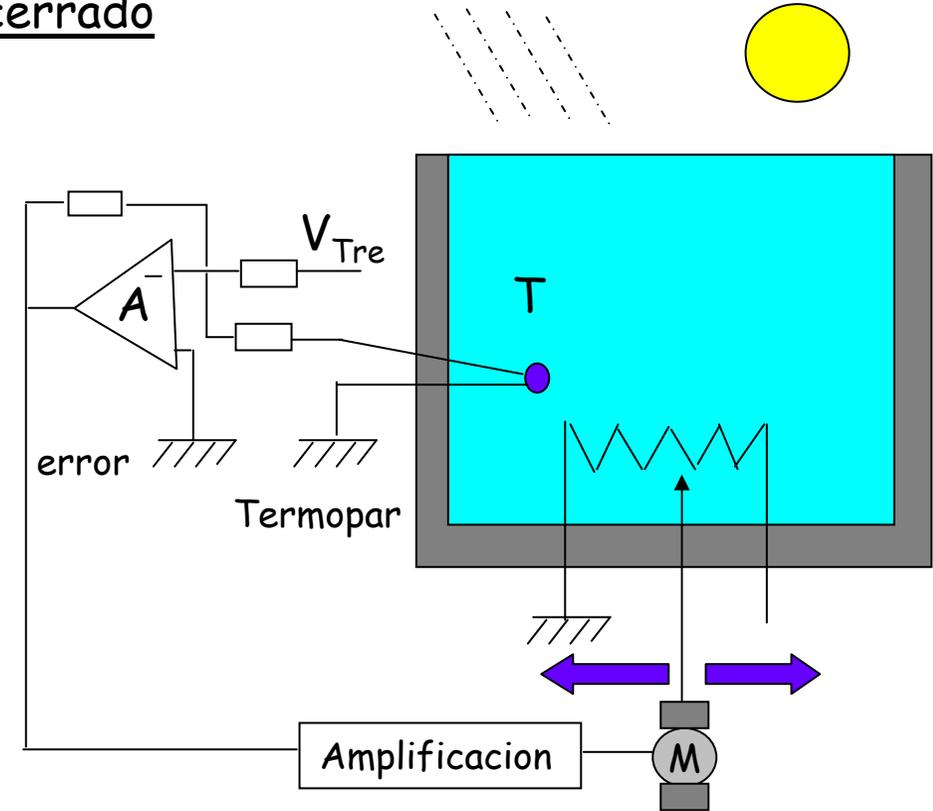
El controlador diseñado en lazo abierto es válido si ninguna variable del sistema cambia. Pero si, por ejemplo, el volumen del líquido aumenta (al llover) o disminuye (al evaporarse), la cantidad de calor que habría de suministrar al sistema sería mayor o menor respectivamente.

En estos casos se hace necesario conocer la temperatura del líquido en cada momento para actuar en consecuencia. Un primer paso sería introducir un termómetro dentro del horno y desplazar el eje del reóstato a derecha o izquierda para calentar o enfriar. Este control manual sería en **lazo cerrado** porque tendría en cuenta la variable controlada y la compararía con la referencia de temperatura deseada. El problema es que nos sería un control automático debido a que sería necesaria la intervención del hombre en todo el proceso.

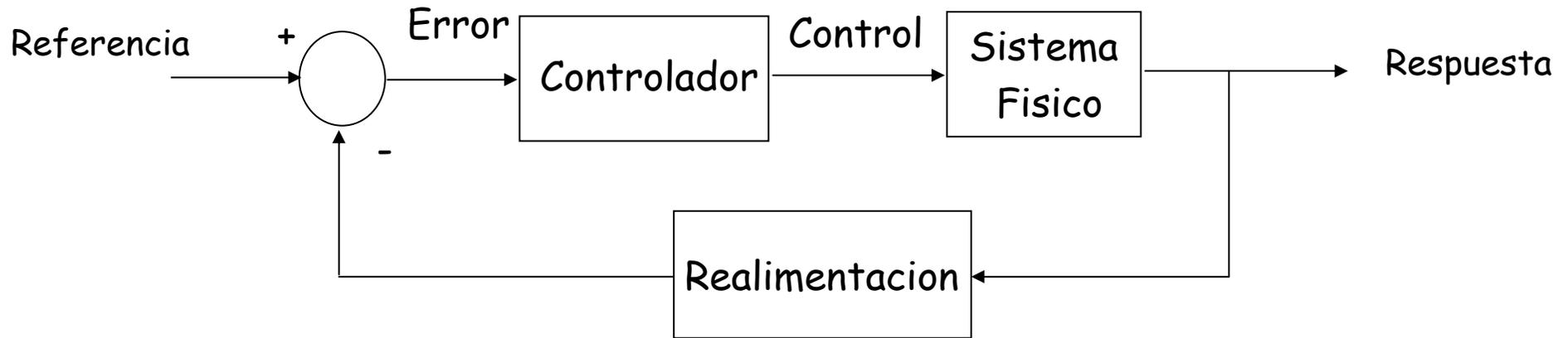


Control en lazo cerrado

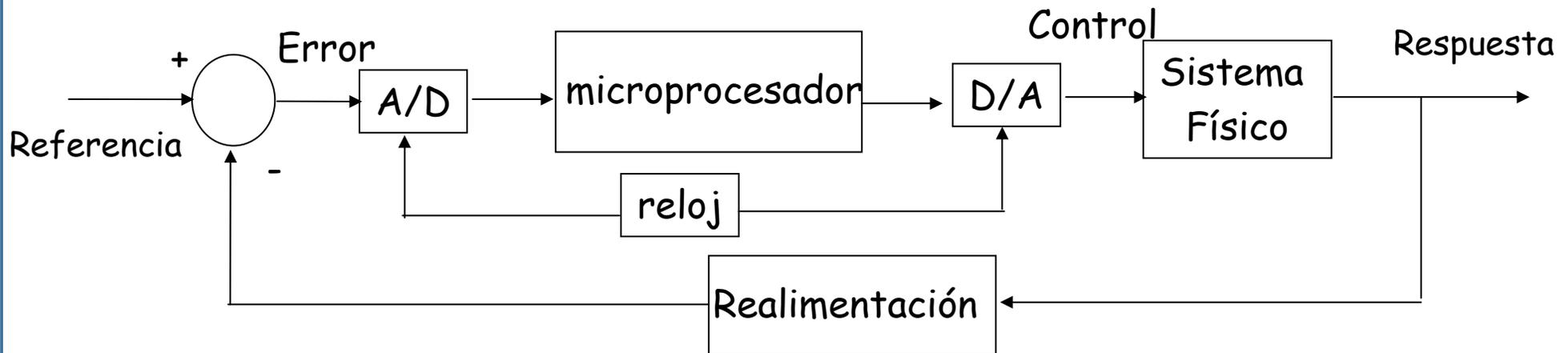
Para realizar el control en lazo cerrado, en primer lugar se deben transformar las variables físicas del sistema (en este caso, la temperatura) en señal eléctrica. Utilizaremos para ello un termopar, un transductor que nos transforma la variación de temperatura en señal eléctrica y lo introduciremos en el horno (ver figura). Posteriormente, la salida del termopar se compara (resta) con la temperatura de referencia. La señal resultante (+, -, 0) se amplifica para mover el eje del calentador. El diagrama de bloques nos muestra todos los elementos que forman el sistema de control en lazo cerrado.

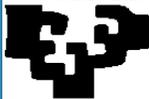


Control analógico



Control discreto





Tema 1. Introducción a los sistemas de control

Sistema de orientación

