



UNIVERSIDAD  
DE LIMA

# SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO

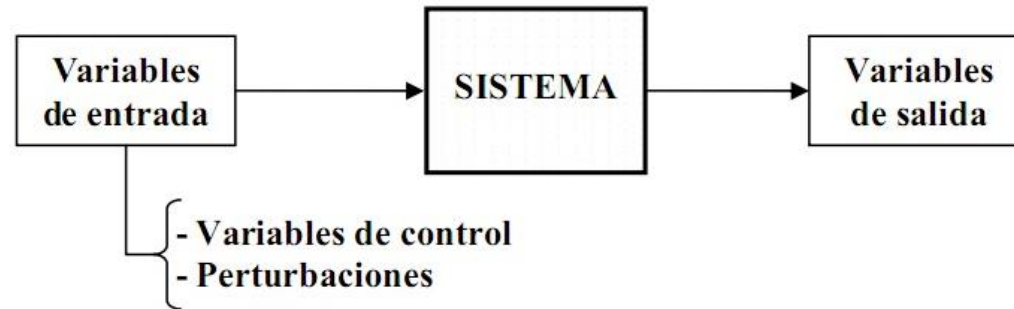
# Teoría de control



<https://www.youtube.com/watch?v=1sKPy-Flgog>

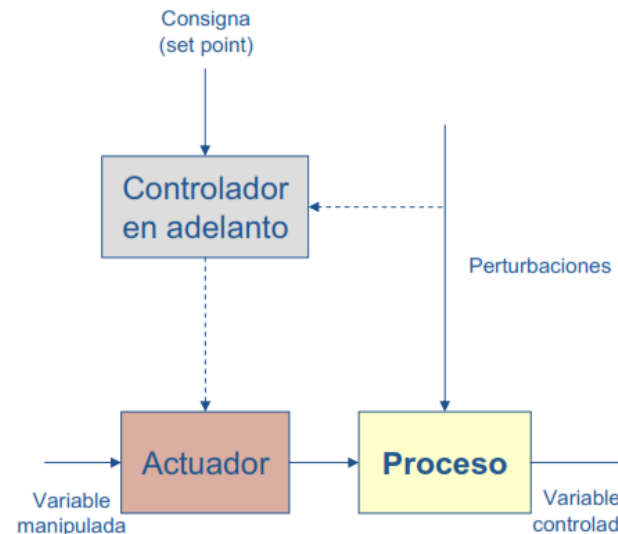
# ¿Qué es un sistema de control?

- Un sistema o controlador que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida.



# Lazo abierto

- Un sensor mide la perturbación que entra al proceso
- El controlador reajusta la variable de salida requerida
- La señal reajustada es enviada al actuador

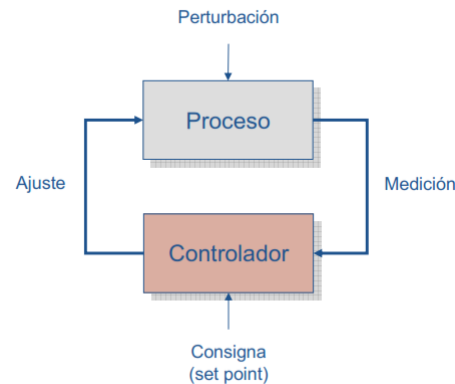


# Ventajas y desventajas

- Ventaja:
  - Sencillo de implementar
- Desventaja:
  - No hay monitoreo de la variable controlada
  - Se debe conocer el proceso al milímetro
  - Computación muy compleja
  - Controlador específico

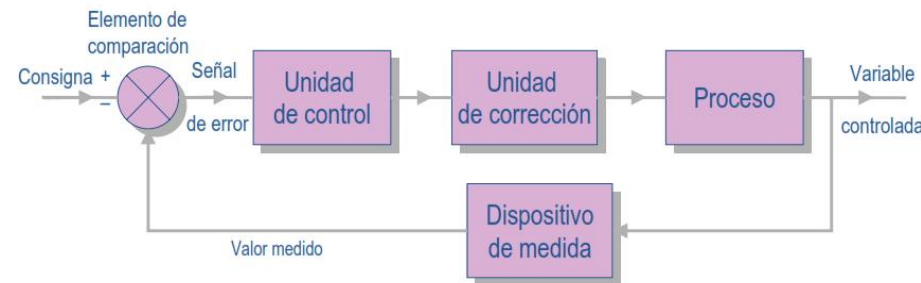
# Lazo cerrado

- Un sensor mide la perturbación que entra al proceso
- El controlador reajusta la variable de salida requerida
- La señal reajustada es enviada al actuador
- El sensor vuelve a medir la variable manipulada



# Ventajas y desventajas

- Ventaja
  - Se controla constantemente las posibles perturbaciones
  - El proceso se vuelve robusto
  - Disminución de errores
- Desventaja:
  - Puede ser costoso
  - Mayor cableado e instalación

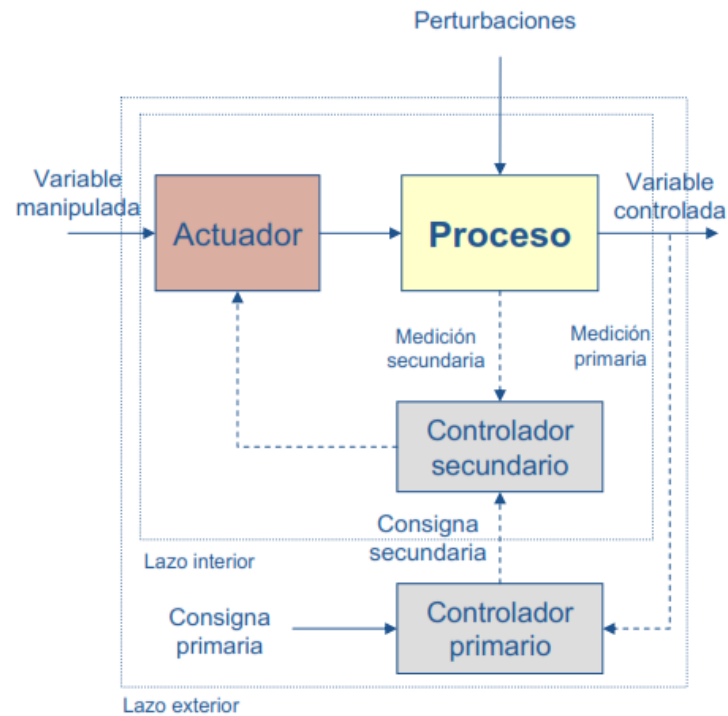


- Con retroalimentación
- Se monitorea continuamente la variable



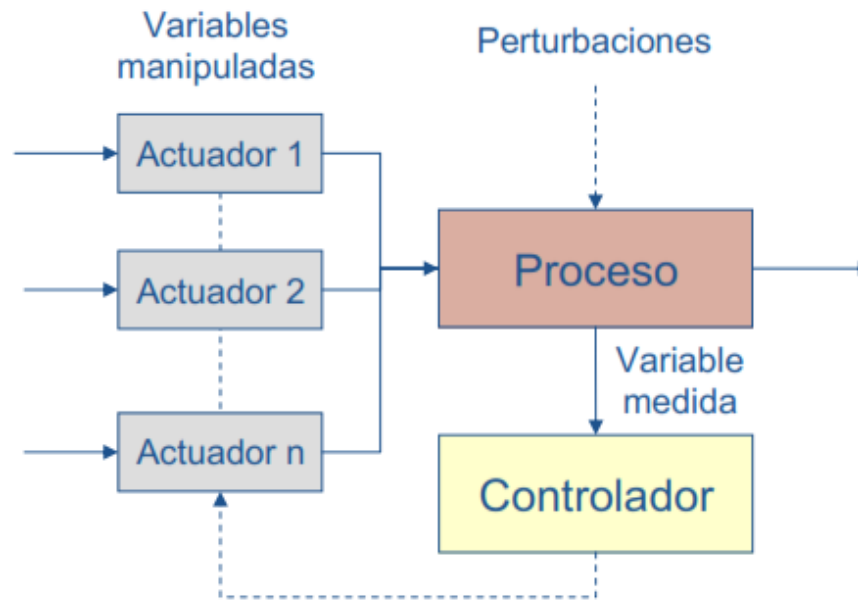
# Tipos de lazo cerrado

- Control en cascada



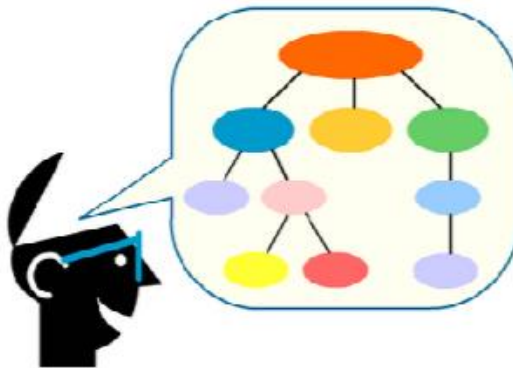
# Tipos de lazo cerrado

- Control de rango partido

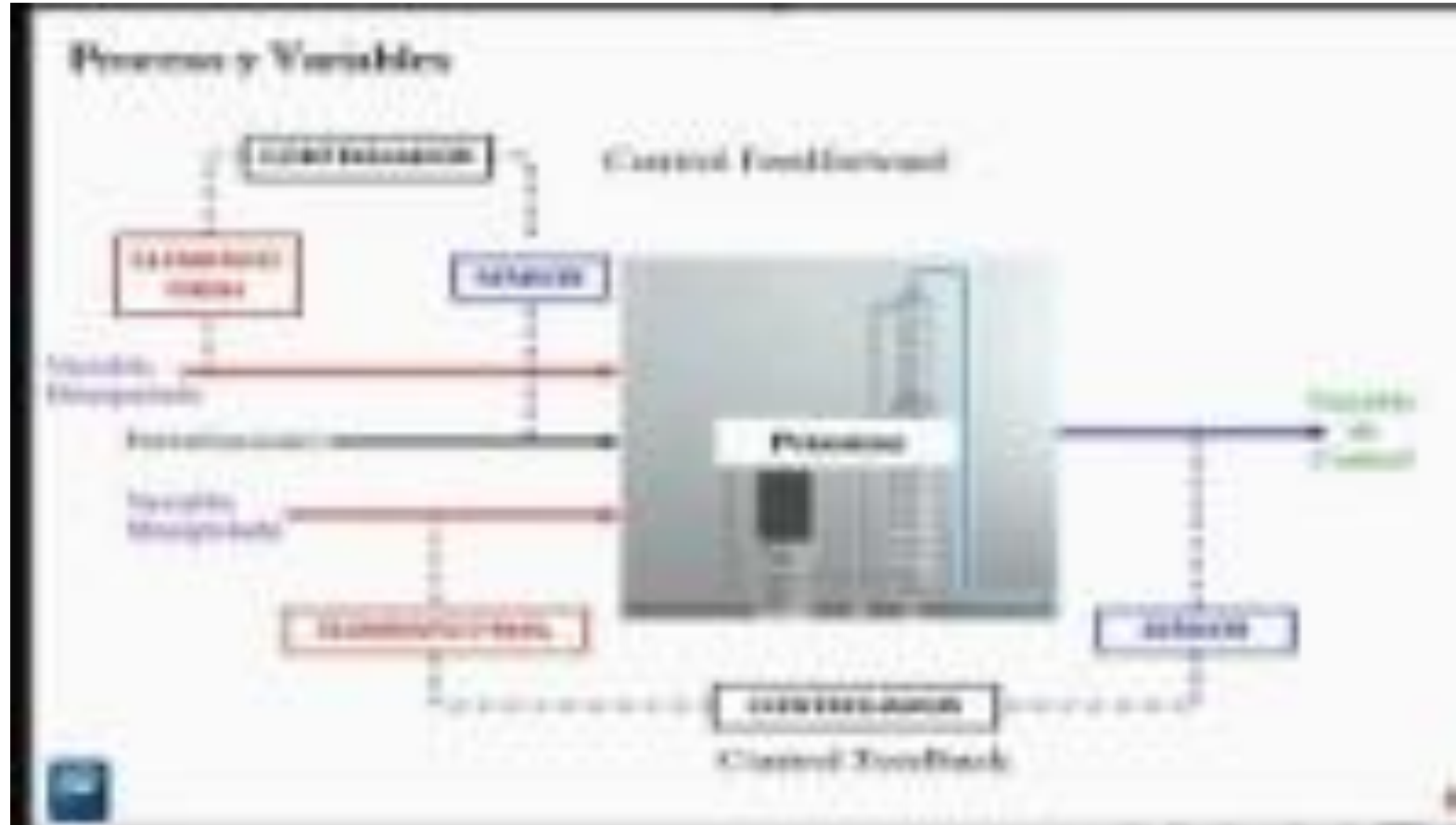


# ¿Qué es una estrategia de control?

- Para determinadas problemáticas existen estructuras o procedimientos, que teniendo en cuenta los datos iniciales, mediante una determinada distribución de piezas o componentes logra solucionar el problema.
- Determinamos una distribución de piezas o componentes, las cuales tienen ciertas tareas que efectuar y en algún orden, para alcanzar nuestro objetivo



# Concepto de estrategia de control



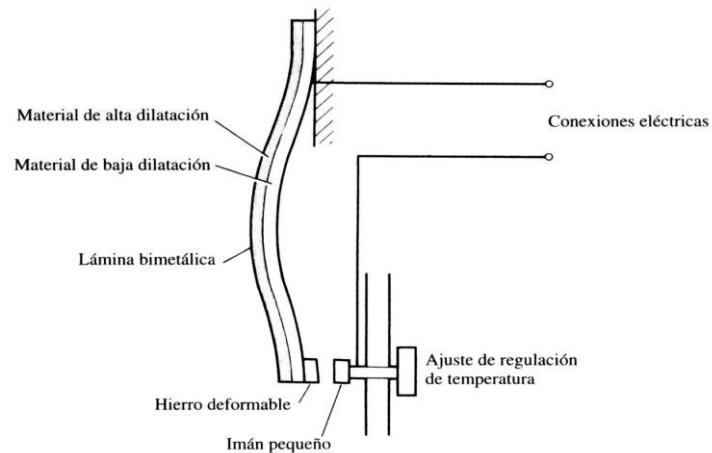
<https://www.youtube.com/watch?v=zh59NzL82RU>

# Tipos de Estrategias de control

- Control realimentado
- Control por actuadores en paralelo
- Controlador en Cascada
- Controlador de Relación
- Controlador de Rango Dividido
- Controlador Selectivo
- Controlador Anticipatorio
- Controlador Adaptativo
- Controlador Predictivo,
- Controlador de adelanto de fase
- Controlador por retardo de fase,
- Controlador por lógica difusa
- Controladores lógicos programables

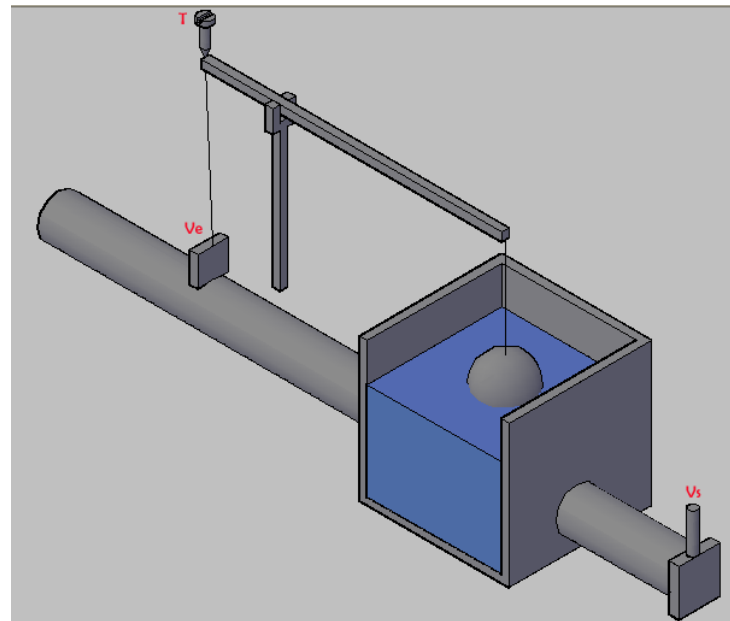
# Control On/Off

- La señal de salida del controlador se prende o apaga en función al valor deseado
- Es un control discontinuo
- No es preciso
- Es fácil de implementar
- Es barato



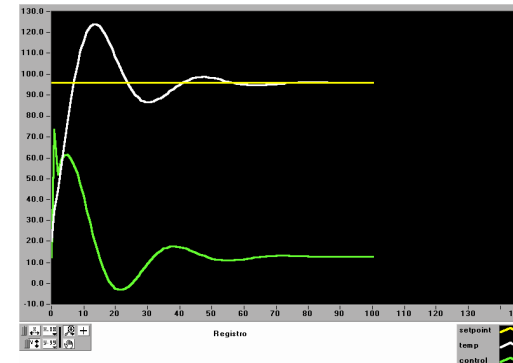
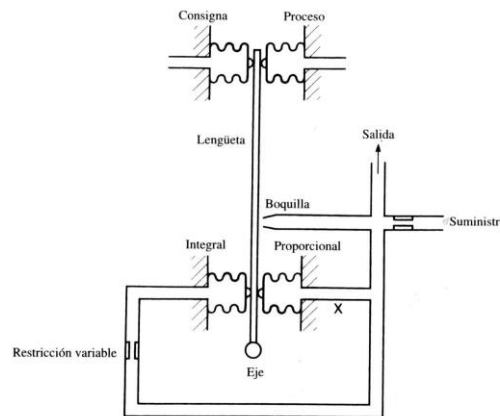
# Control Proporcional

- Salida del controlador es proporcional al error
- El control es continuo: a medida que el valor medido se acerca al valor deseado disminuye la acción de control



# Control Proporcional integral

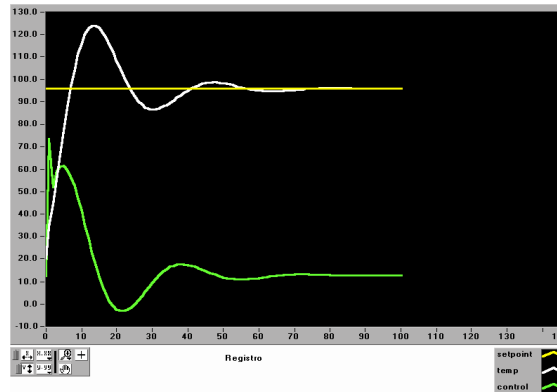
- El valor deseado (SP) es alcanzado
- Existe un parámetro llamado  $T_i$ , conocida como Reset
- Respuesta más lenta que el control proporcional
- El sistema puede hacerse más lento si  $T_i$  es demasiado alto
- El sistema se hace oscilatorio si el  $T_i$  es demasiado bajo





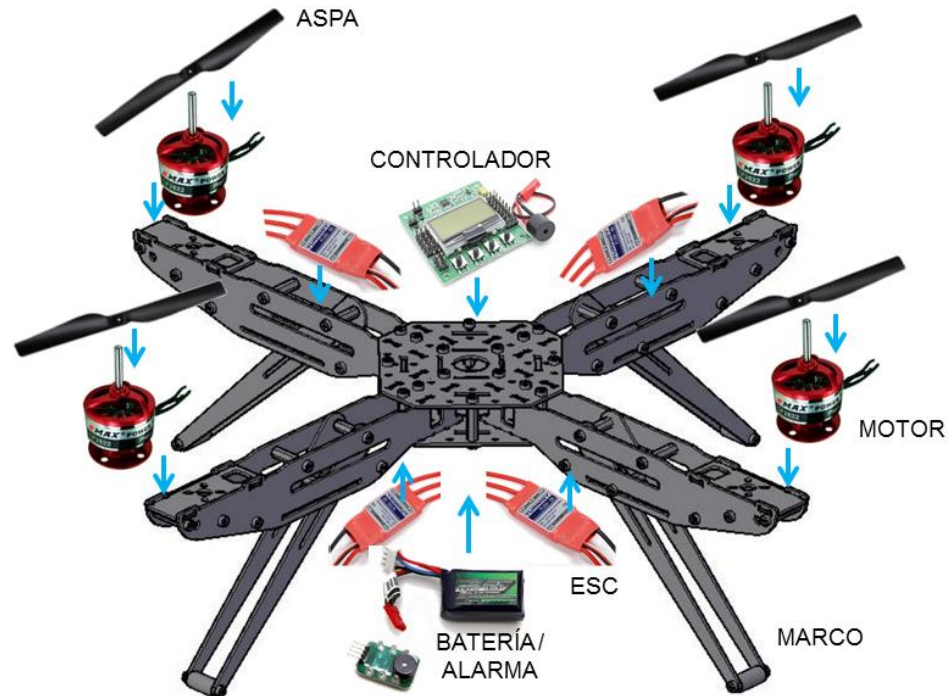
# Control Proporcional integral derivativo

- Elimina el error
- En general, se consiguen respuestas más rápidas que con el control PI.
- Existe el parámetro  $T_d$ , que es una constante de tiempo derivativa
- Se reduce la tendencia a oscilaciones, salvo que el valor de  $T_d$  sea muy alto y el control se vuelva inestable.

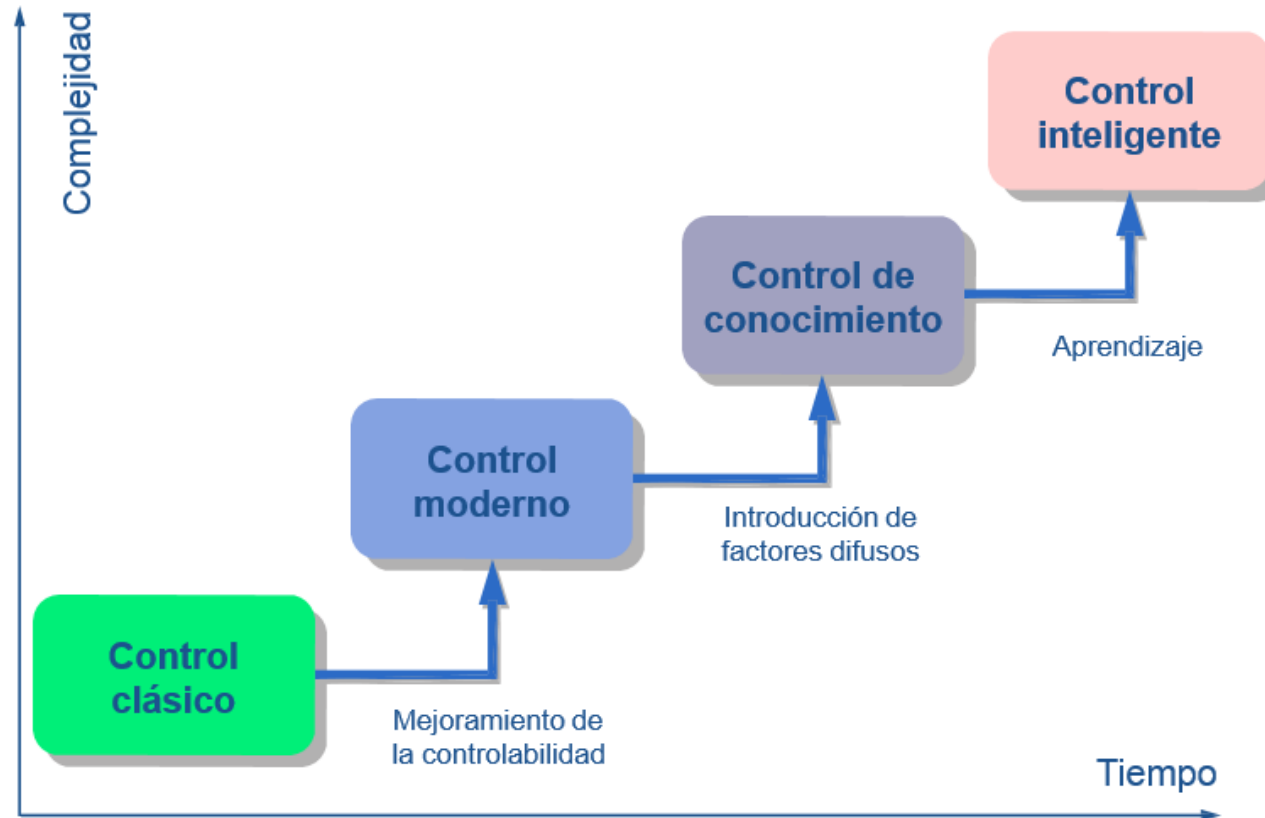


# Aplicaciones

- [https://www.youtube.com/watch?v=9\\_BR-8ooyNI](https://www.youtube.com/watch?v=9_BR-8ooyNI)



# Progreso de las estrategias de control

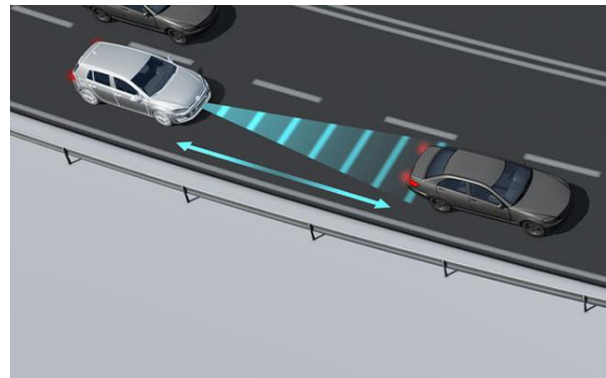


# Estrategias de control avanzados

- Sistemas Adaptivos
- Sistemas Predictivos
- Lógica Difusa
- Redes Neuronales Artificiales

# Sistemas adaptivos

- Las condiciones del proceso varían continuamente
- Se requiere un control rápido que se adapte a las nuevas condiciones y que evite sobredisparos ("overshoot")
- Si es necesario se recalculan las constantes continuamente.
- Ejm.: procesos con organismos vivos (fermentación, etc.).



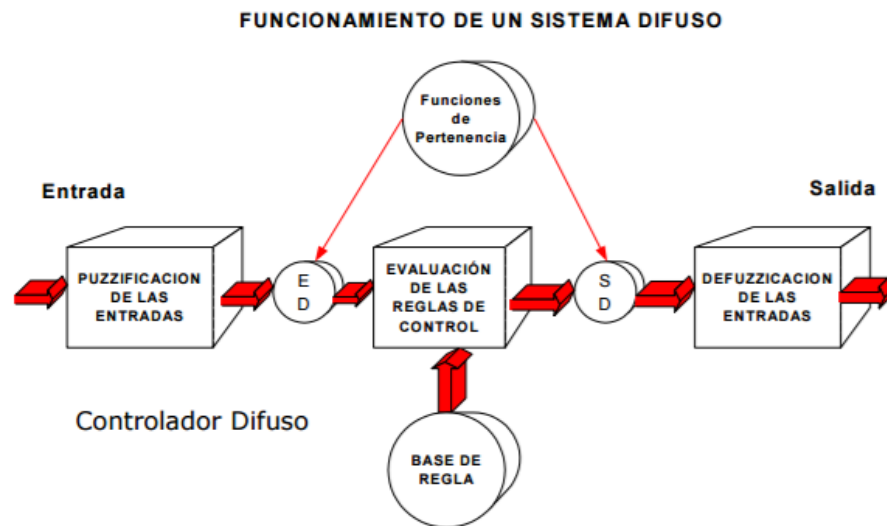
# Sistemas predictivos

- Se usa cuando la respuesta del proceso es muy lenta y no puede esperarse para aplicarse la señal de control.
- La respuesta debe predecirse con un modelo matemático.
- El control se realiza en base a la respuesta del modelo.



# Lógica difusa

- Control basado en reglas que dicta la experiencia
- Se aplica a sistemas difíciles de modelar
- Lógica difusa = estimador de una función basado en asociaciones lingüísticas (E/S)



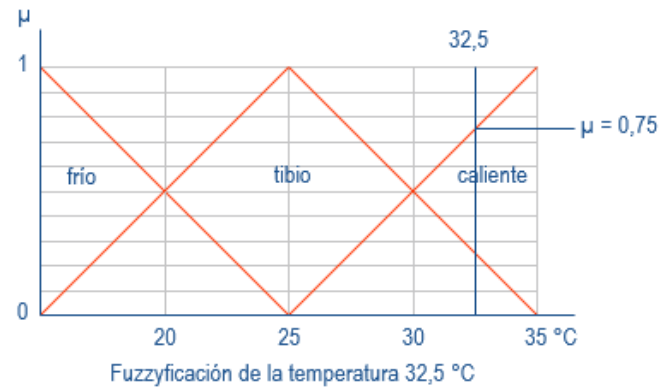
# Lógica difusa



<https://www.youtube.com/watch?v=ayfoP7Tqa-s>



# Lógica difusa

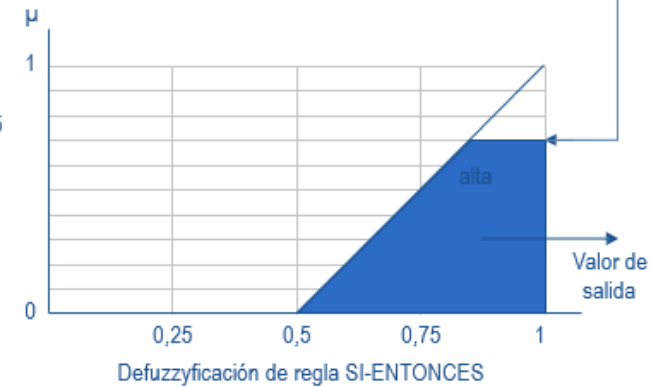
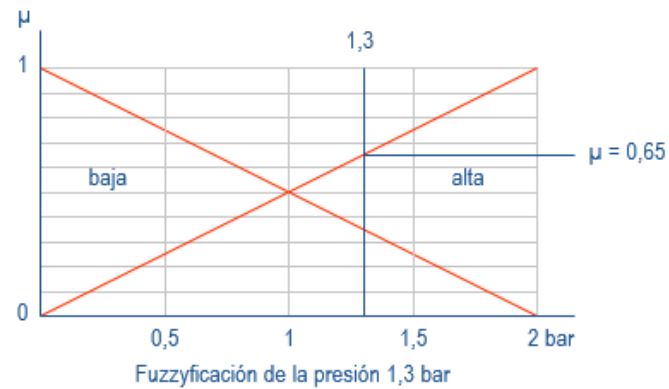


Reglas de inferencia:

"Si el agua está caliente **y** la presión es alta":  
 $\min(0,75, 0,65) = 0,65$

"Si el agua está caliente **o** la presión es alta":  
 $\max(0,75, 0,65) = 0,75$

**entonces...** (regla, base de conocimiento)



# Redes neuronales artificiales

- Programas basados en el modelo de las conexiones neuronales del cerebro.
- Cada neurona artificial recibe señales de entrada (de datos originales u otras neuronas).
- Cuando la suma de las entradas supera el valor umbral (threshold) de la neurona, ésta genera una señal de salida.
- Se estima que en el cerebro humano existen unas 10 mil millones de neuronas, cada una con varios miles de conexiones.
- El “aprendizaje” consiste básicamente en alterar la fuerza de las conexiones sinápticas.

# Redes neuronales

- <https://www.youtube.com/watch?v=qv6UVOQ0F44>



<https://www.youtube.com/watch?v=V5BYRPJThjE>