

AUXILIAR 6

Mecatrónica - ME4250

Profesor: Harold Valenzuela

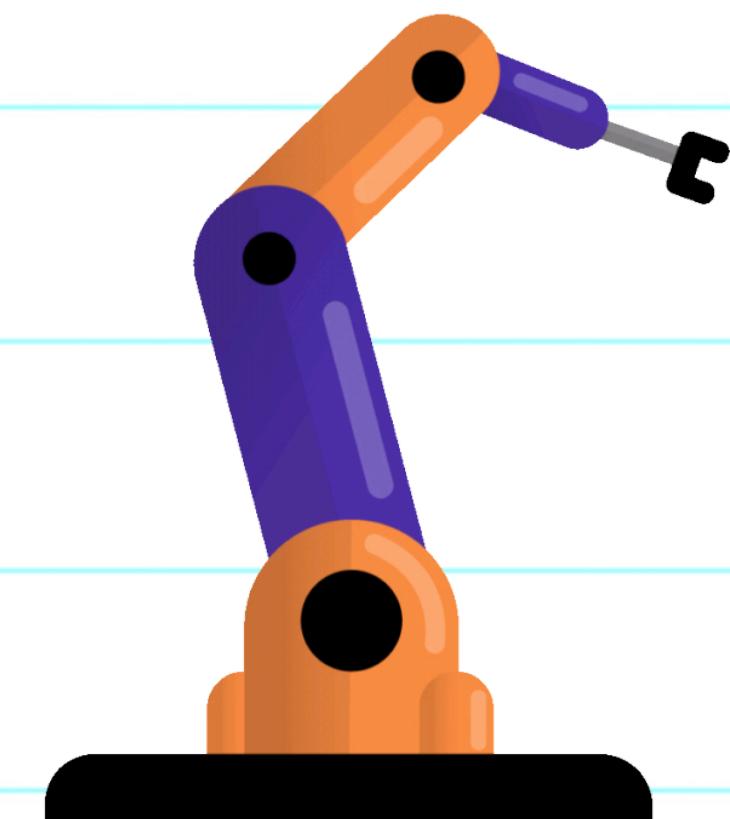
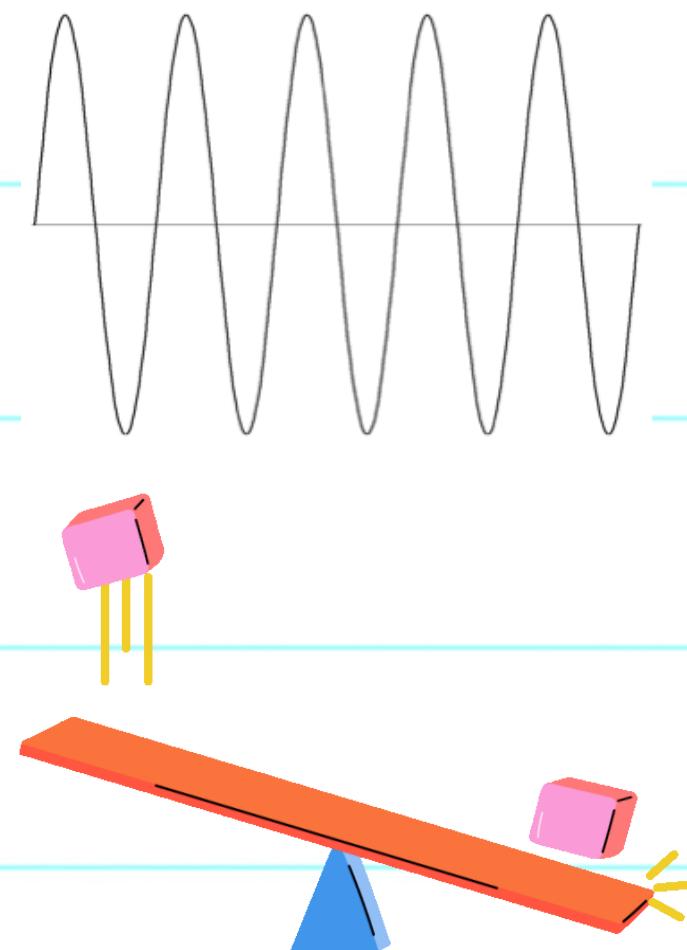
Auxiliares: Francisco Cáceres - Fernando Navarrete

CONTROL

SEÑALES, INFORMACIÓN

SENSOR

ACTUACIÓN

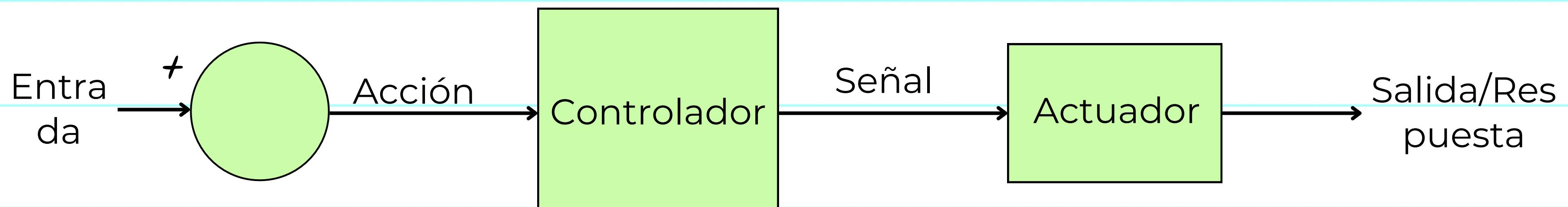


TIPOS DE CONTROL

- Control automático de lazo abierto (Open-Loop)
- Control automático con retroalimentación (Closed-Loop o Feedback control):
 - Lazo cerrado con retroalimentación negativa.
 - Lazo cerrado con retroalimentación positiva.
- Control de adelanto-retraso (Lead-Lag)
- Etc.

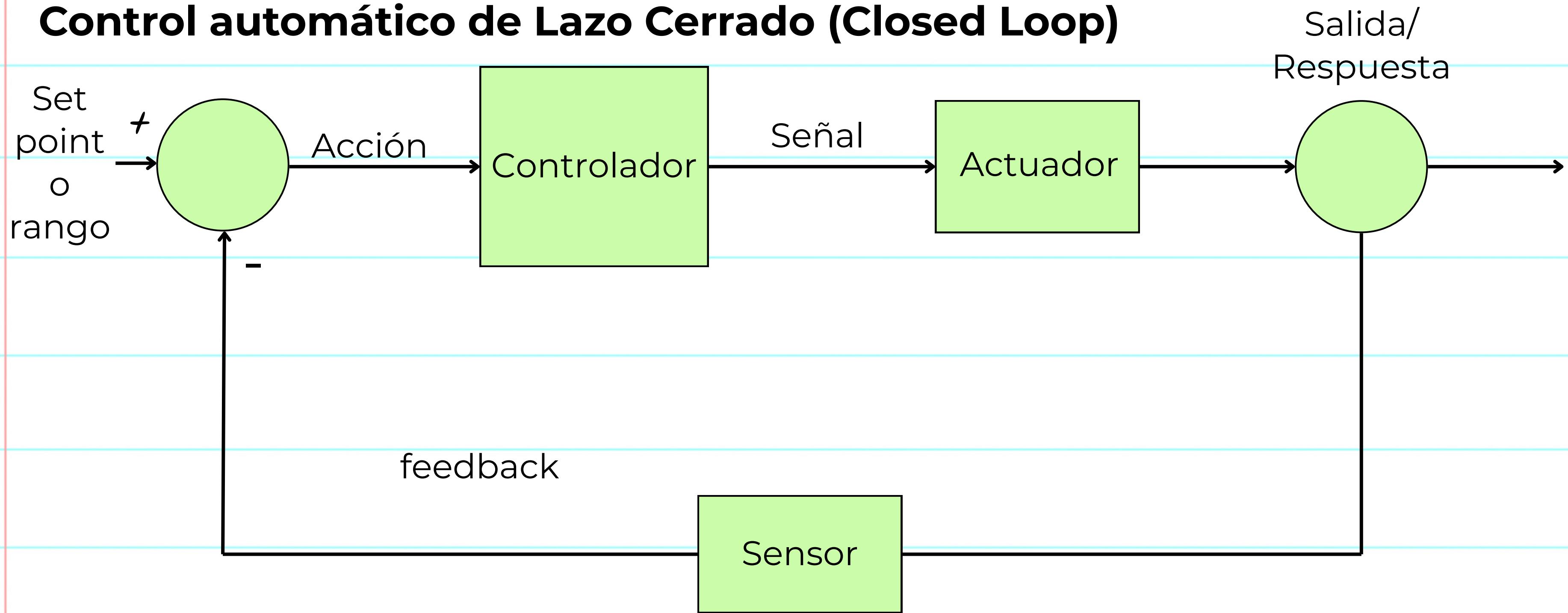
TIPOS DE CONTROL

Control automático de Lazo Abierto (Open Loop)



TIPOS DE CONTROL

Control automático de Lazo Cerrado (Closed Loop)

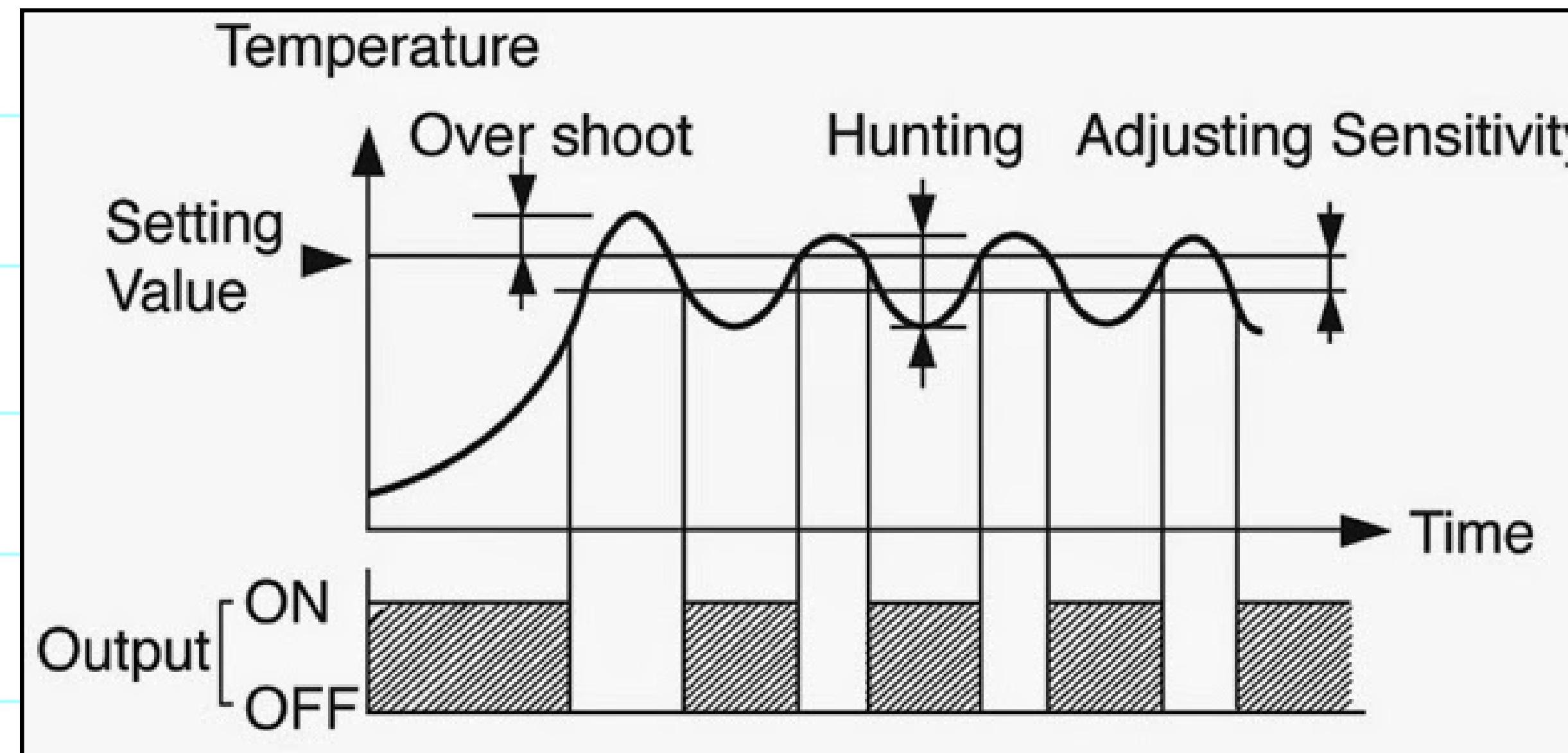


TIPOS DE CONTROLES

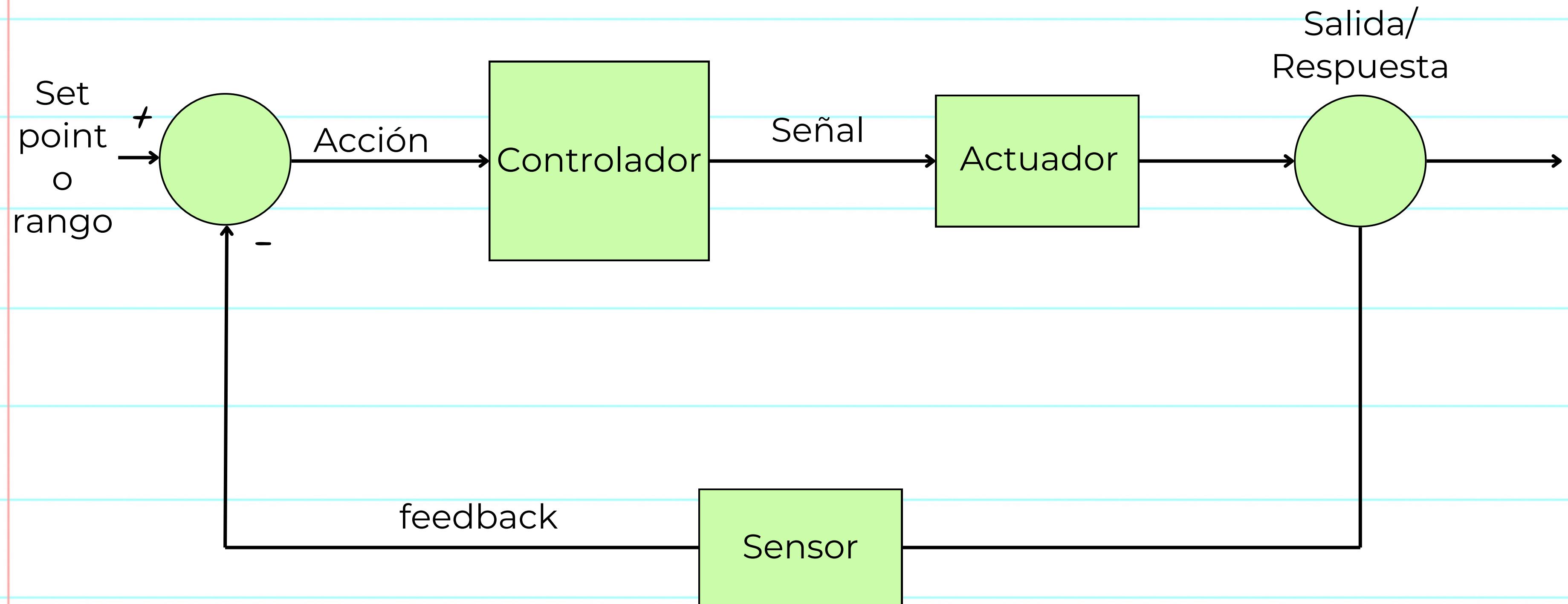
- **Control automático ON/OFF** (Todo o Nada)
- Control automático P (Proporcional)
- Control automático PI (Proporcional e integrativo)
- **Control automático PID** (Proporcional, integrativo y derivativo).
- **MPC, etc.**

TIPOS DE RESPUESTA

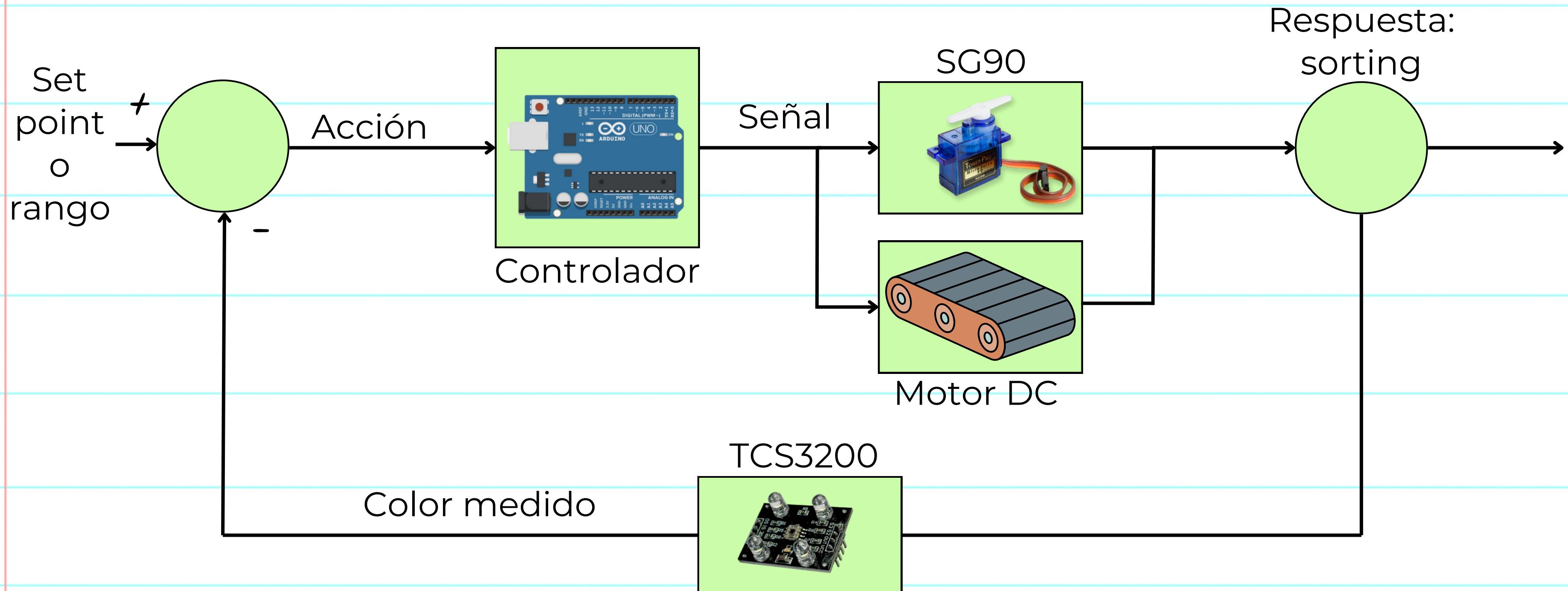
Control automático ON/OFF (Todo o Nada)



CONTROL AUTOMÁTICO: ON/OFF



CONTROL AUTOMÁTICO: DESAFÍO 2

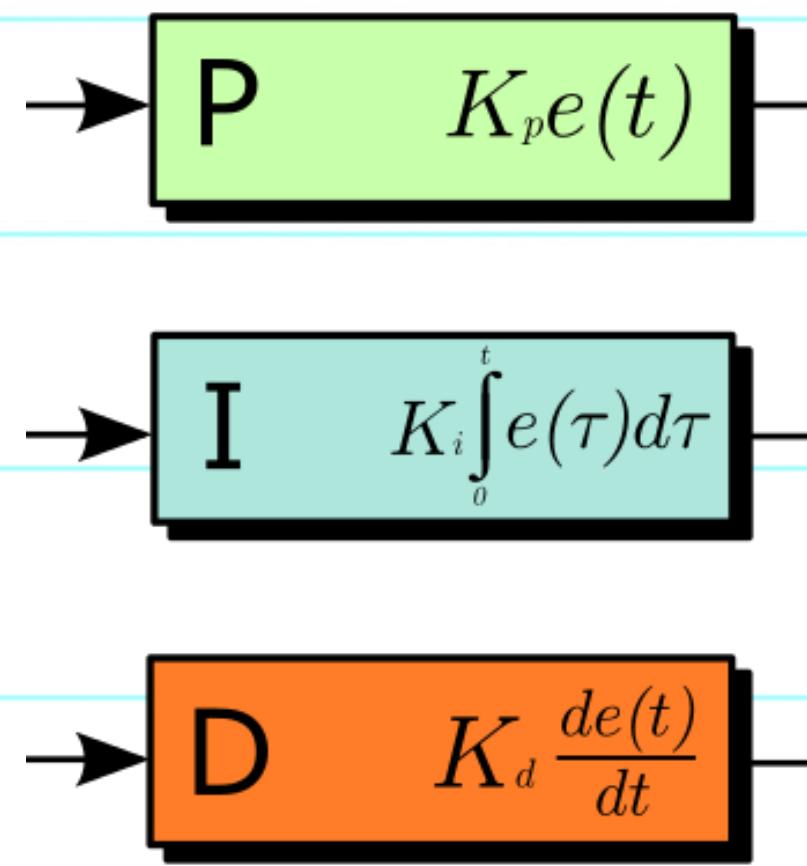


CONTROL PID

- **P** $K_p e(t)$ – Control proporcional: “presente”
- **I** $K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$ – Control integrativo: “pasado”
- **D** $K_d \frac{de(t)}{dt}$ – Control derivativo: “futuro”

Salida: $e_{total}(t) = K_p \cdot e(t) + K_I \cdot \int_0^t e(t) dt + K_D \cdot \frac{de(t)}{dt}$

CONTROL PID



Salida

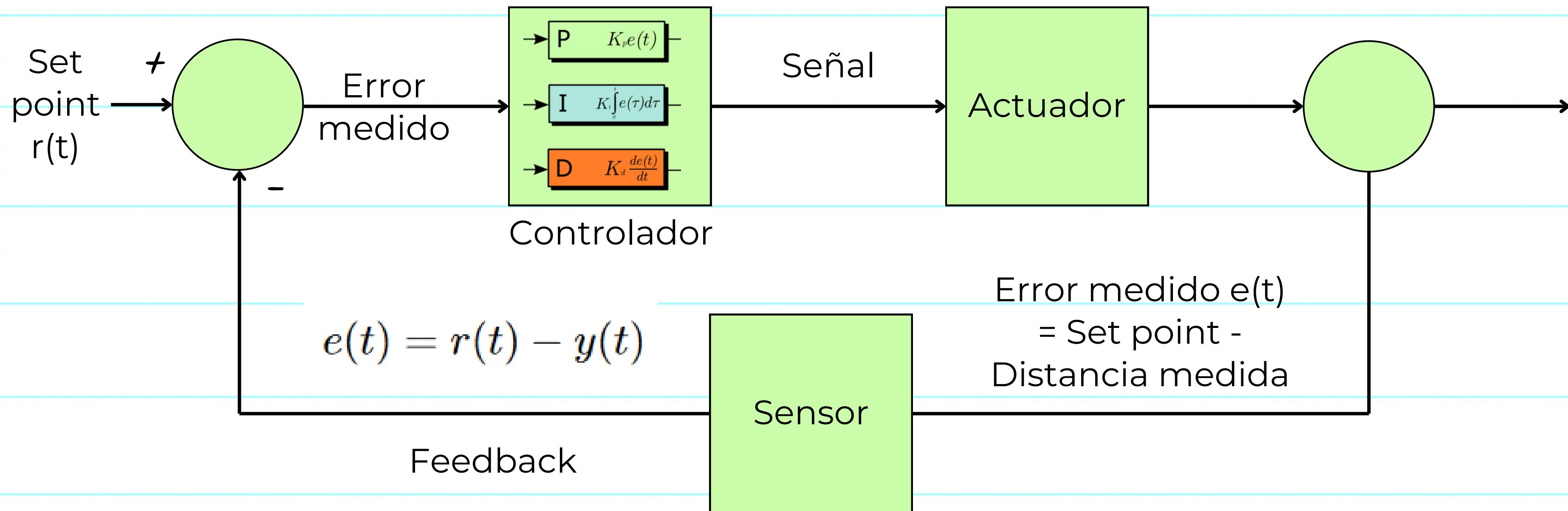
$$e_{total}(t) = K_p \cdot e(t) + K_I \cdot \int_0^t e(t) + K_D \cdot \frac{de(t)}{dt}$$

Salida discretizada:

$$e_{total}(t) = K_p \cdot e(t) + K_I \cdot \sum_0^t e(t) \cdot \Delta t + K_D \cdot \frac{e(t) - e(t - 1)}{\Delta t}$$

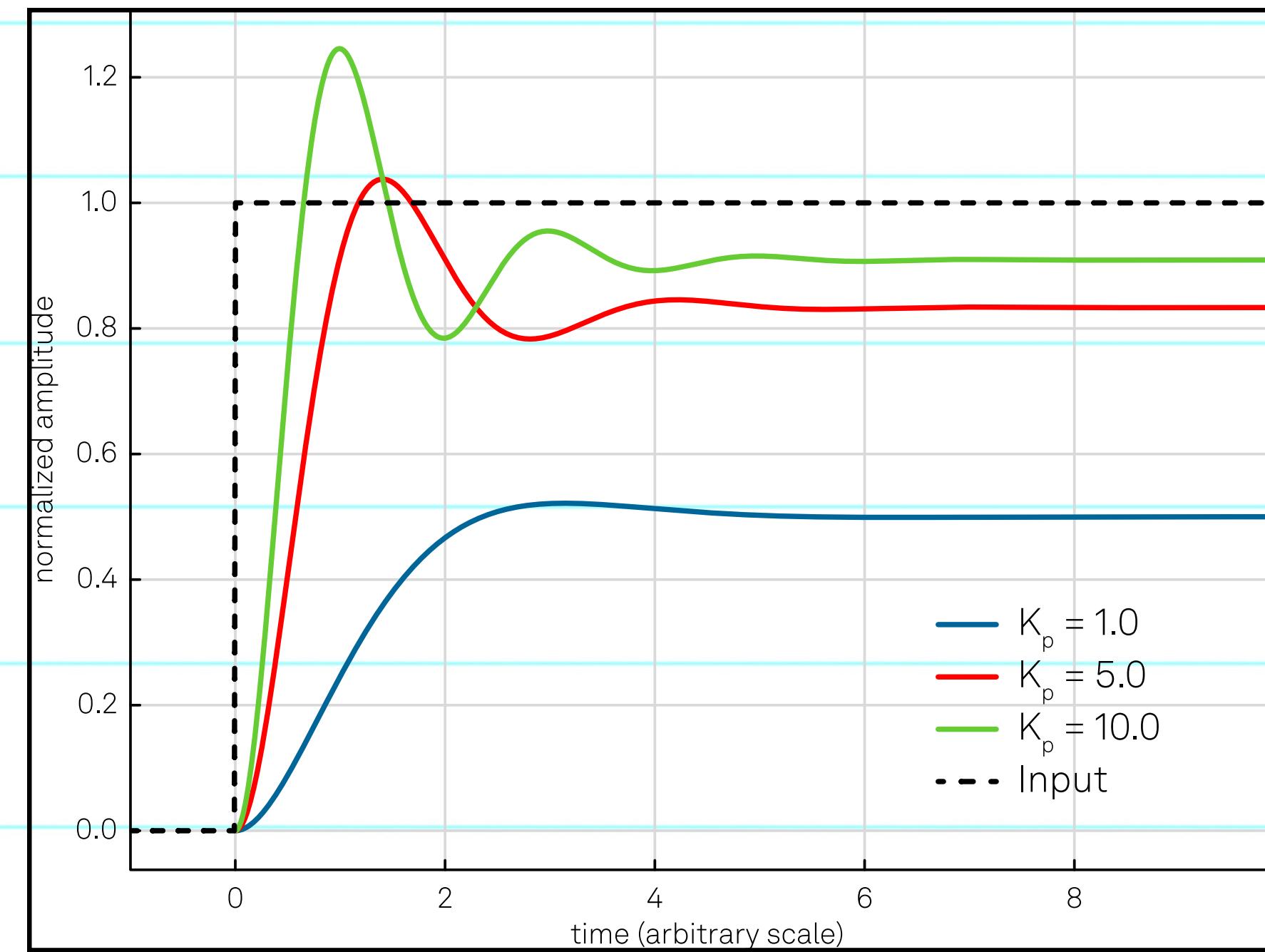
TIPOS DE RESPUESTA

Control automático PID



TIPOS DE RESPUESTA

Control automático PID



MÉTODO DE ZIEGLER-NICHOLS (PID)

PASOS A SEGUIR:

- DEFINIR TODAS LAS GANANCIAS EN CERO
- INCREMENTAR GRADUALMENTE KP HASTA QUE EL SISTEMA ALCANCE UNA OSCILACIÓN ESTACIONARIA, EL VALOR OBTENIDO SERÁ LA “GANANCIA ÚLTIMA”
- DETERMINAR EL PERÍODO DE OSCILACIÓN ASOCIADO A ESTE ESTADO ESTACIONARIO DADO POR LA GANANCIA ÚLTIMA.

$$K_P = K_I = K_D = 0 \quad K_U := K_P^{\text{steady}} \quad T_U := T_U^{\text{steady}} [s]$$

Referencia

MÉTODO DE ZIEGLER-NICHOLS (PID)

PASOS A SEGUIR:

- SEGÚN EL TIPO DE CONTROL REQUERIDO, CALCULAR LAS CONSTANTES SUGERIDAS POR LA TABLA MOSTRADA A CONTINUACIÓN:

Tipo de Control	K_P	T_I	T_D	K_I	K_D
P	$0.5K_u$	—	—	—	—
PI	$0.45K_u$	$0.83\bar{3}T_u$	—	$0.54K_u/T_u$	—
PD	$0.8K_u$	—	$0.125T_u$	—	$0.10K_uT_u$
PID clásico	$0.6K_u$	$0.5T_u$	$0.125T_u$	$1.2K_u/T_u$	$0.075K_uT_u$
Regla de Pessen	$0.7K_u$	$0.4T_u$	$0.15T_u$	$1.75K_u/T_u$	$0.105K_uT_u$
Overshoot	$0.33K_u$	$0.5T_u$	$0.33T_u$	$0.66K_u/T_u$	$0.11K_uT_u$
No Overshoot	$0.2K_u$	$0.5T_u$	$0.33T_u$	$0.4K_u/T_u$	$0.066K_uT_u$

MÉTODO DE ZIEGLER-NICHOLS (PID)

SUGERENCIAS:

- SE SUGIERE IR AJUSTANDO LAS CONSTANTES CALCULADAS CON EL FIN DE COMPENSAR LOS RETRASOS FÍSICOS DEL SISTEMA.
- PRUEBEN A DISMINUIR EN TOLERANCIAS DE 0.1 PARA CADA CONSTANTE, CONSIDERANDO AJUSTAR EN EL SIGUIENTE ORDEN: PROPORCIONAL, DERIVATIVO E INTEGRATIVO.
- ADECUAR SU CONTROL AUTOMÁTICO DE ACUERDO A LOS CASOS DE LA TABLA.

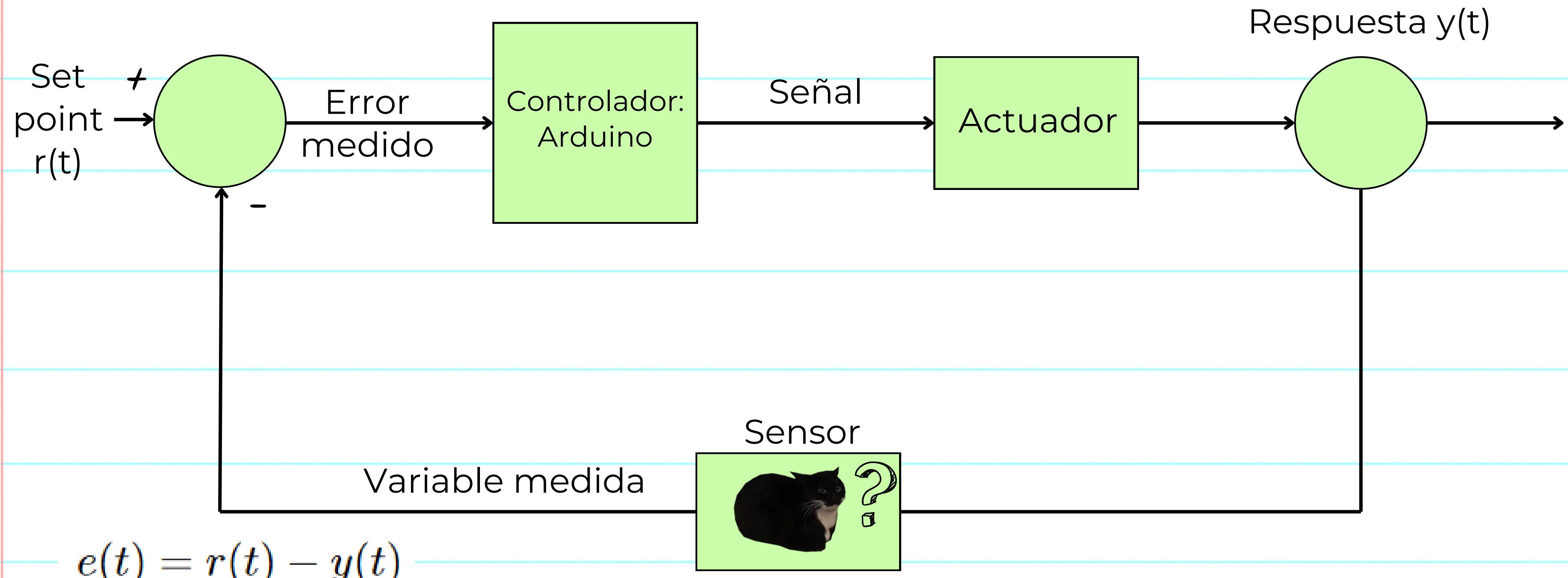
MÉTODO EMPÍRICO (A MANO)

BASICAMENTE:

CAMBIAR LAS CONSTANTES HASTA QUE FUNCIONE.

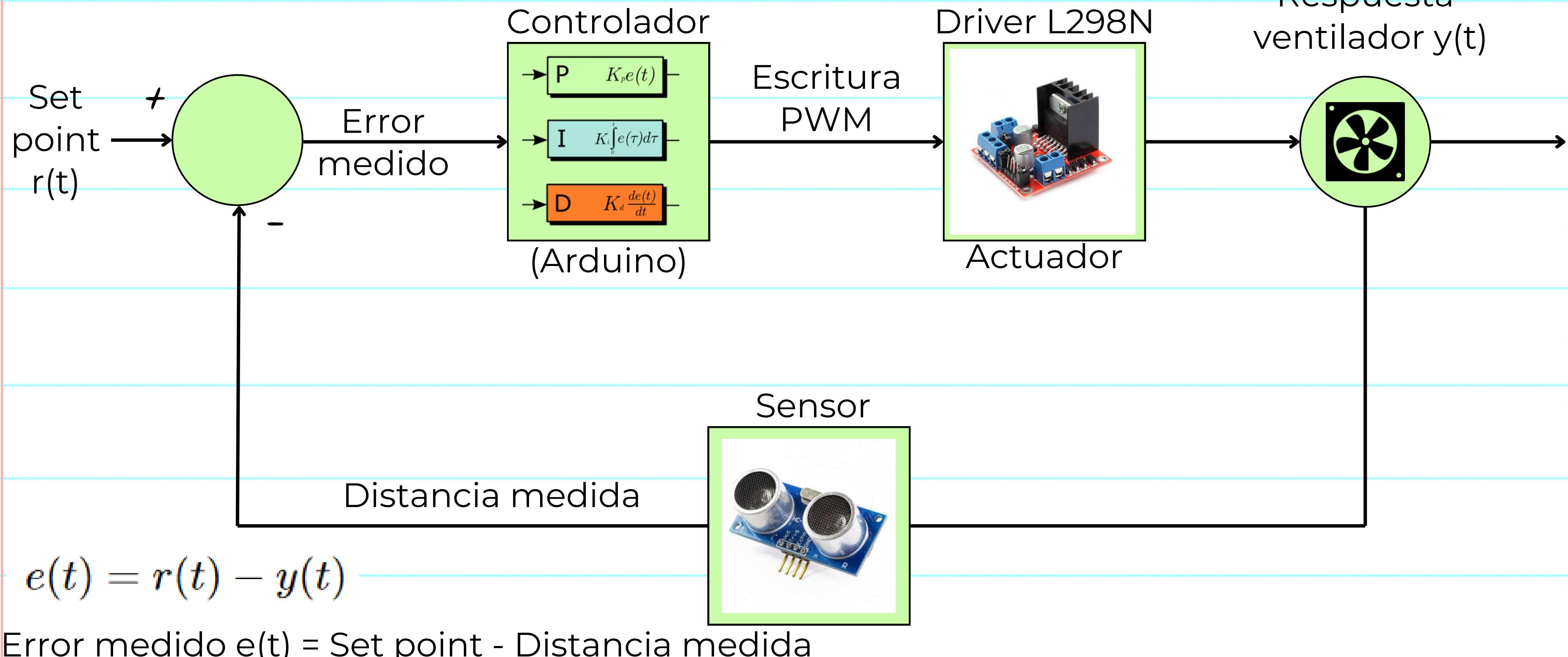
- SE PARTE CON LA KP
- LUEGO KD
- ÚLTIMO KI

CONTROL PID APLICADO



Error medido $e(t) = \text{Set point} - \text{Variable medida}$

CONTROL PID APLICADO



CONTROL PID



[Watch video on YouTube](#)

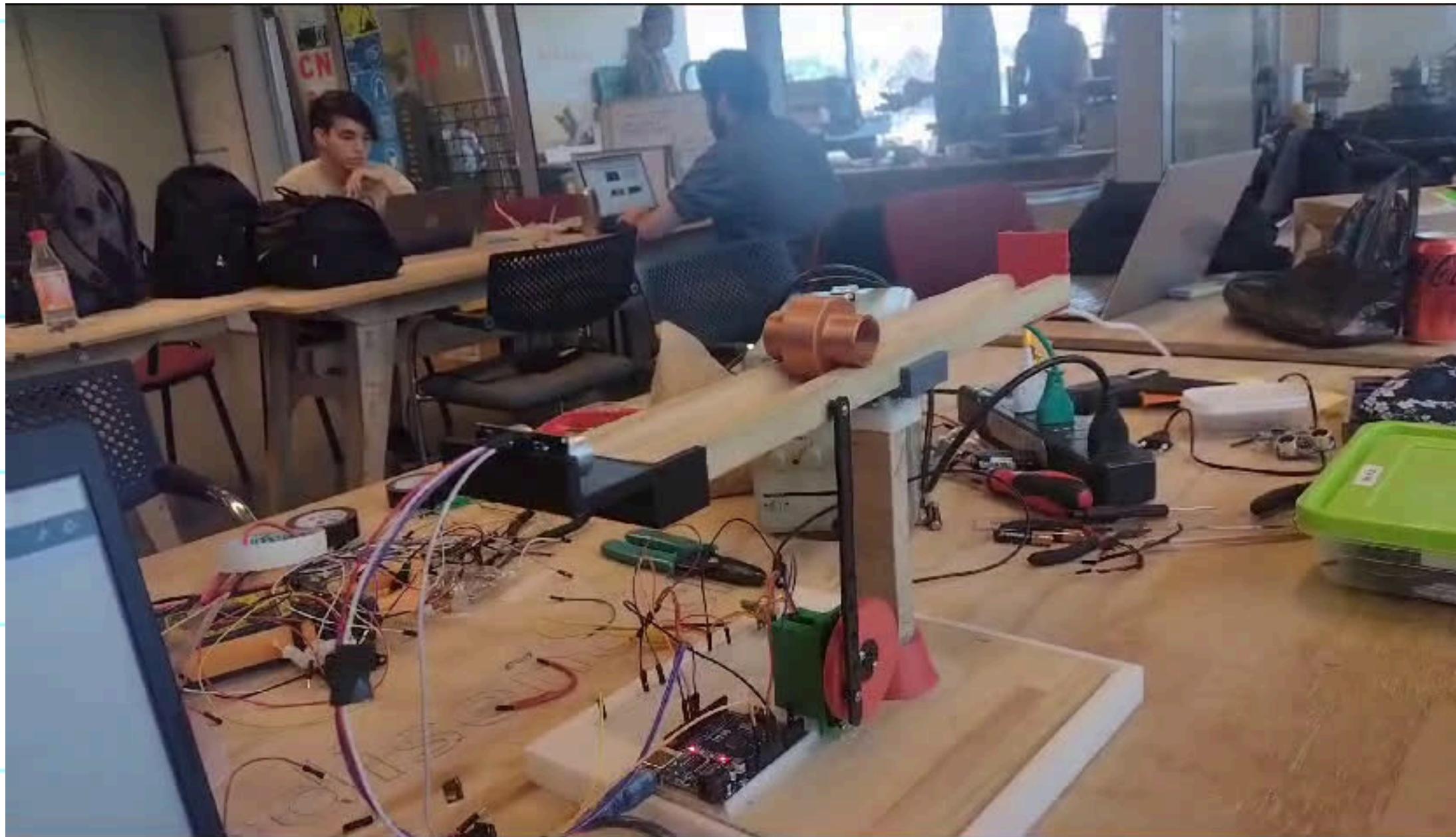
Error 153

Video player configuration error



[LINK VIDEO](#)

CONTROL PID



[Referencia proyecto](#)

EJEMPLO DE CÓDIGO

¡GRACIAS!

