



Diseño de Controladores PID

Sistemas de Control
Prof. Mariela CERRADA

Controlador del tipo PID: Mejorando la respuesta transitoria y estacionaria

- Los controladores del tipo PI permiten incorporar acciones Proporcionales, Integrales y derivativas, sobre la señal de error del sistema.

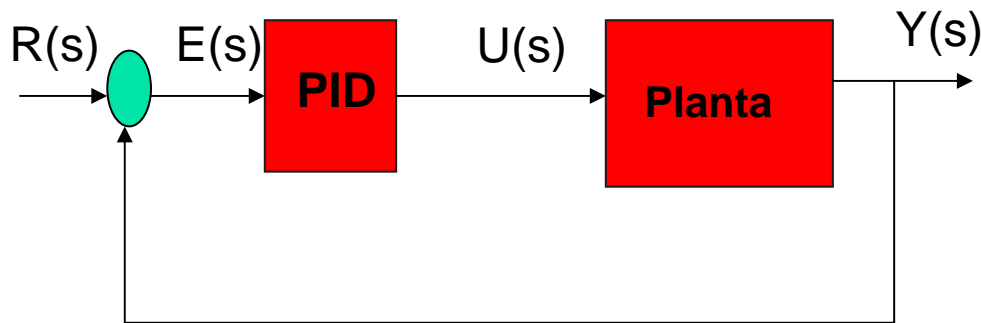


Figura 1. Compensación PI

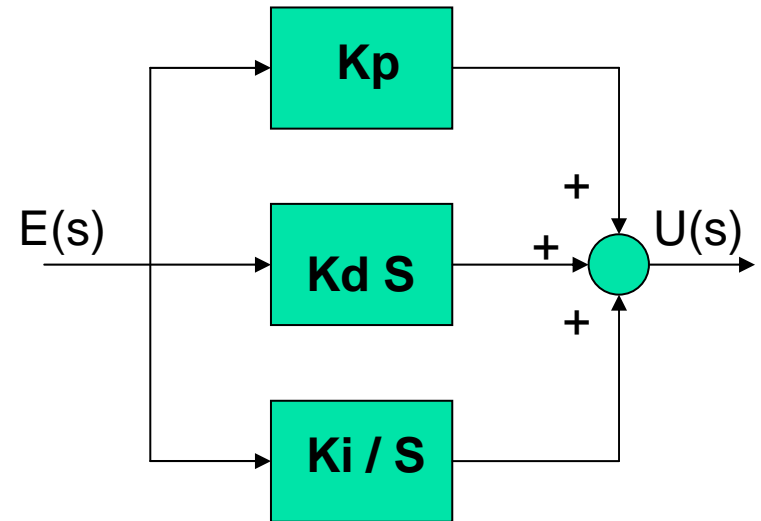


Figura 2. Control PID

$$u(t) = K_p e(t) + K_d \frac{de(t)}{dt} + K_i \int e(t) dt \quad \longrightarrow \quad U(s) = K_p E(s) + K_d s E(s) + K_i \frac{1}{s} E(s)$$

Controlador del tipo PID: Mejorando la respuesta transitoria y estacionaria

Función de Transferencia
del Controlador

$$G_c(s) = K_p + K_d s + \frac{K_i}{s} = (1 + K_{d1} s) \left(K_{p2} + \frac{K_{i2}}{s} \right)$$

$$G_c(s) = (1 + K_{d1} s) \frac{K_{p2} \left(s + \frac{K_{i2}}{K_{p2}} \right)}{s}$$

Parte PI

Parte PD

$$K_p = K_{p2} + K_{d1} K_{i2}$$

$$K_d = K_{d1} K_{p2}$$

$$K_i = K_{i2}$$

Interpretación del Controlador PID: Lugar de las raíces

La parte derivativa se usa para compensar la fase necesaria para ubicar a un punto de diseño So sobre el lugar de las raíces del sistema compensado. La parte PI se usa para ajustar las condiciones de error y la ganancia del sistema compensado.

Función de transferencia
de la planta

$$G_p(s) = K \frac{\prod_{i=1}^m s + z_i}{s^q \prod_{j=1}^n s + p_j}$$

$$G_c G_p(s) = K_{p2} K (1 + K_{d1}) \frac{(s + \frac{K_{i2}}{K_{p2}})}{s} \frac{\prod_{i=1}^m s + z_i}{s^q \prod_{j=1}^n s + p_j}$$

ganancia

Función de transferencia
del sistema controlado

Interpretación del Controlador

PID: Lugar de las raíces

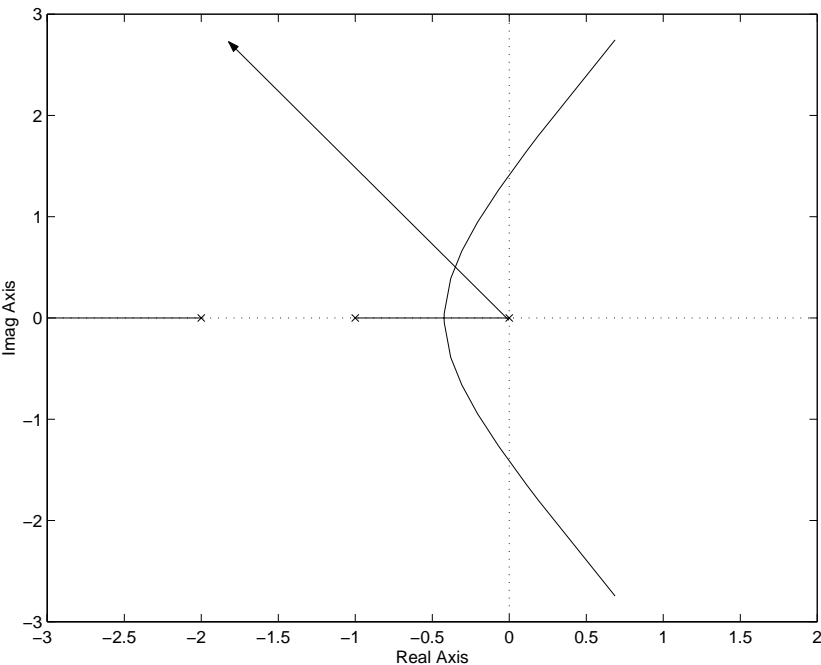


Figura 3. Sistema sin Compensar

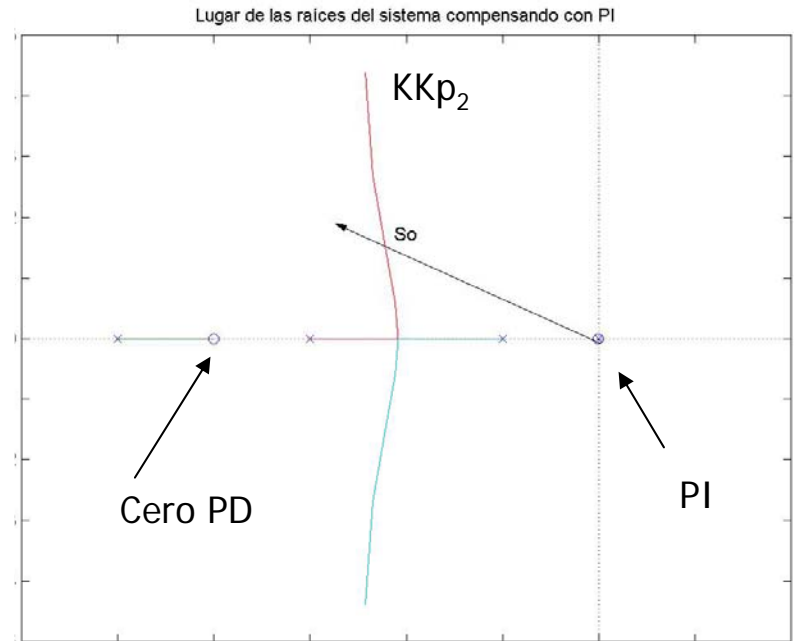


Figura 4. Sistema Compensado con PID

Interpretación del Controlador PID

PID: dominio frecuencial

El control PD se comporta como un filtro **rechaza banda**, agregando fase negativa (retraso de fase) en las bajas frecuencias y agregando fase positiva (adelanto de fase) en las altas frecuencias

Esta característica permite:

- Mejorar el margen de ganancia
- Mejorar el margen de fase (o mantenerlo)
- Las desventajas del adelanto defase (empujar la frecuencia de cruce de ganancia hacia un valor mas alto), puede atenuarse con el efecto del atraso de fase (empujar la frecuencia de cruce de ganancia hacia un valor mas bajo), a través de una ubicación adecuada de las frecuencias de corte del controlador PID

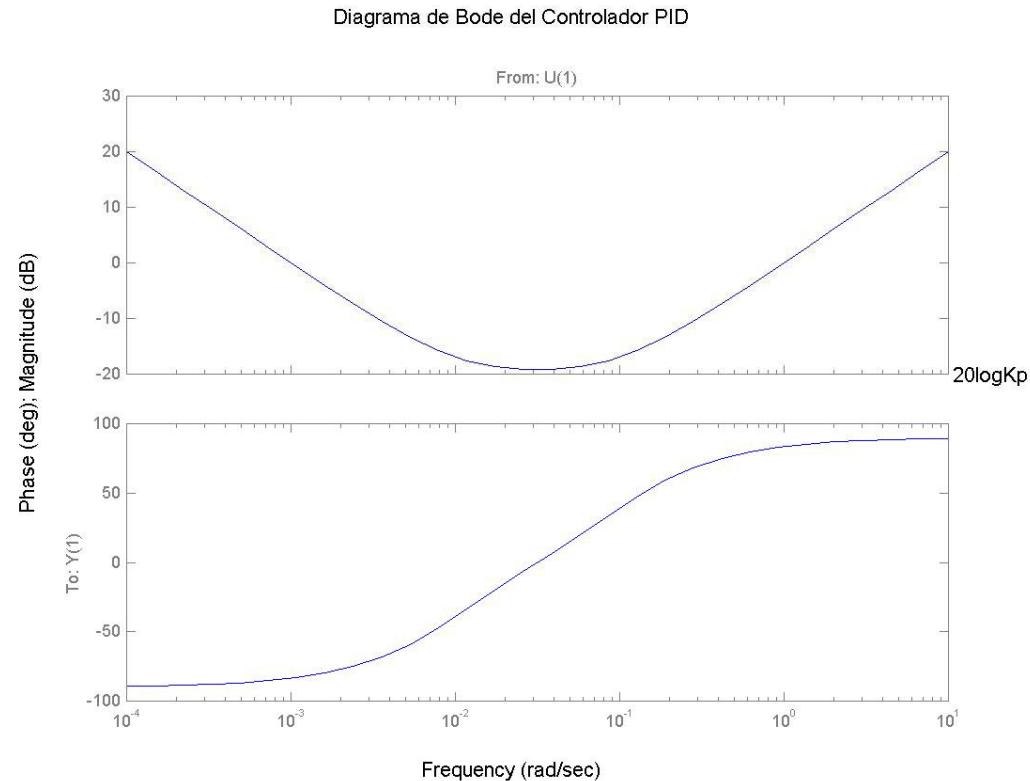


Figura 7. Diagrama de Bode del control PID



Diseño del Controlador PID

Principio general de diseño

El controlador PD está concebido para introducir mejoras en el estado transitorio. El controlador PI está concebido para mejorar el error en estado estacionario, pero éste puede diseñarse para lograr algunas mejoras en el estado transitorio.

Pasos para el diseño

1. Considere que solo la parte PD está operando. Seleccione el valor de K_{d1} para lograr las especificaciones de estado transitorio deseadas (sobredisparo máximo o margen de ganancia), o una parte de ellas. Para ello utilice los pasos de diseño estudiados para el controlador PD.
2. Seleccione los valores de K_{p2} y K_{i2} para satisfacer condiciones de error en estado estable y satisfacer completamente las condiciones de estado transitorio (estabilidad relativa), si es necesario.