

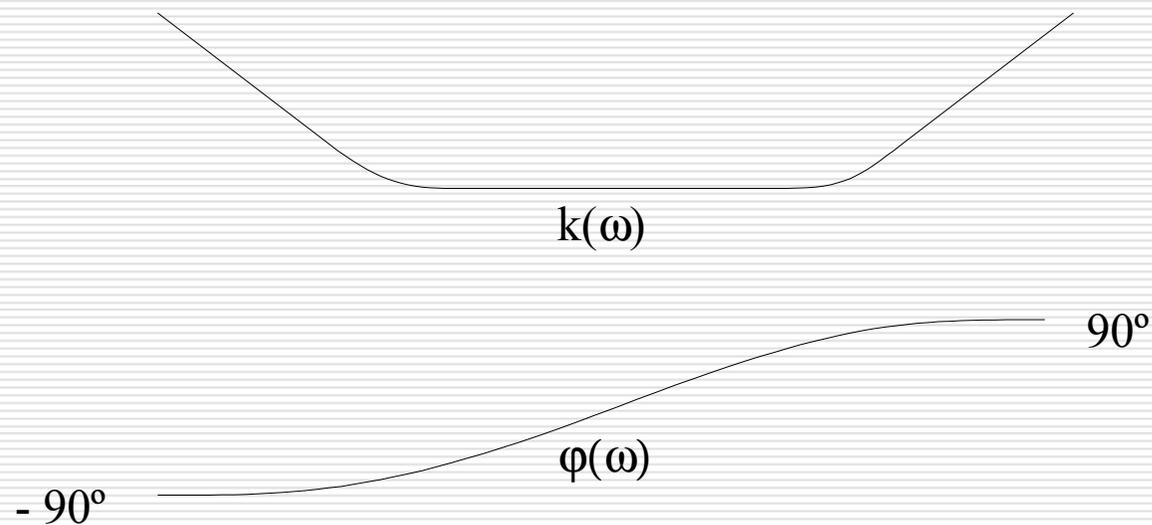
DISEÑO DE PID_s

Diseño frecuencial de PID_s.

1. Principios básicos de diseño frecuencial.
2. Relación entre las características temporales y frecuenciales.
3. Comportamiento frecuencial de reguladores PID.
4. Reglas de diseño frecuencial.

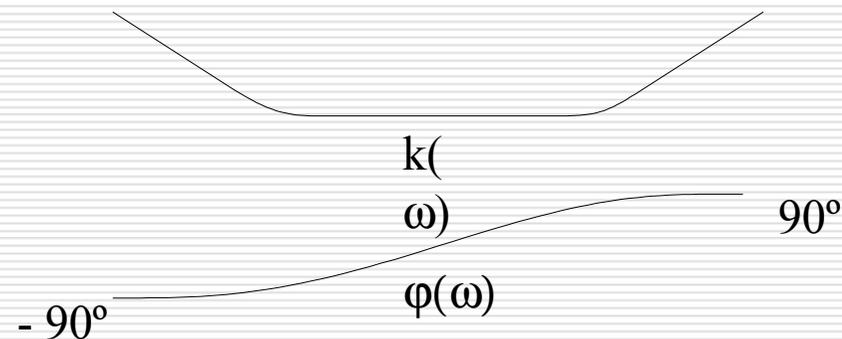
COMPORTAMIENTO FRECUENCIAL DE UN REGULADOR PID

- Un PID tiene un polo en el origen y dos ceros, por tanto su respuesta en frecuencia es:



COMPORTAMIENTO FRECUENCIAL DE UN REGULADOR PID

- Con las altas ganancias a bajas frecuencias aumenta la ganancia estática, con lo que mejora el régimen permanente.
- Con el aumento de ganancia a altas frecuencias aumenta el ancho de banda y por tanto la rapidez del sistema.
- Con la reducción del desfase a altas frecuencias aumenta el margen de fase (relativamente debido al aumento de ganancia), con lo que se puede disminuir la sobreoscilación.



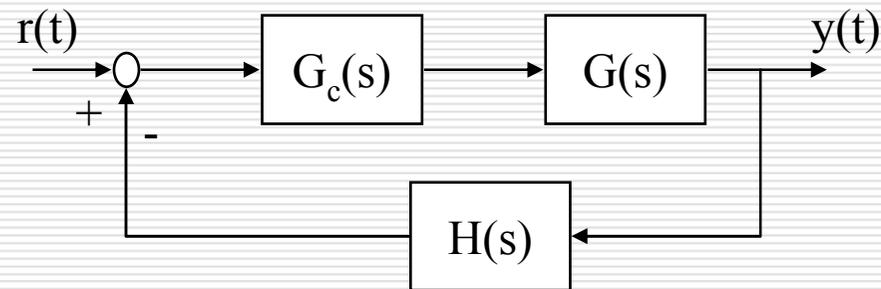
DISEÑO FRECUENCIAL. ESPECIFICACIONES

- Se ajusta directamente un regulador PID (no se intenta ajustar otros reguladores más sencillos)
- Especificaciones
 - Régimen permanente
 - e_v ($e_a \dots$)
 - Régimen transitorio
 - γ Margen de fase
 - ω_g Frecuencia de corte de ganancia

estos parámetros están relacionados con M_p y t_s según las fórmulas:

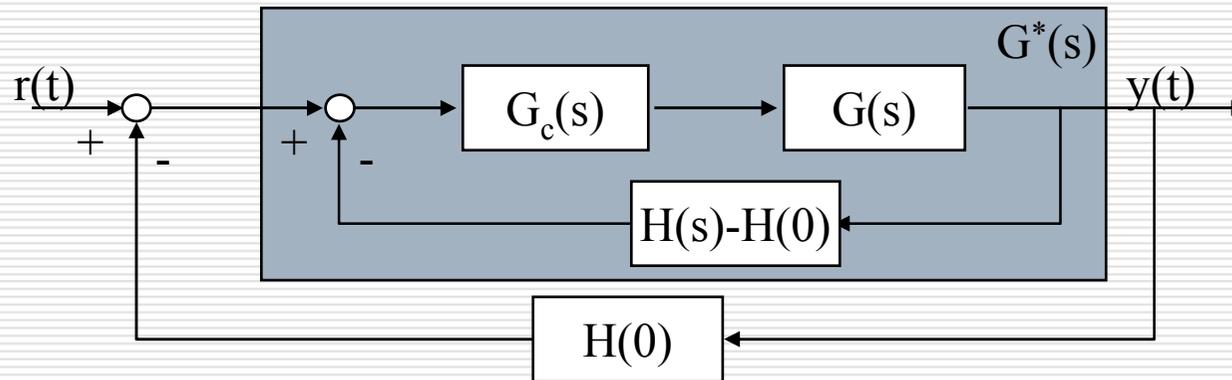
$$\gamma \approx 100\zeta \quad 0 < \zeta < 0,7$$
$$t_s \approx \frac{2\pi}{\omega_g \operatorname{tg}(\gamma)} = \frac{1}{f_g \operatorname{tg}(\gamma)}$$

AJUSTE DE PARÁMETROS



$$G_c(s) = k_p + \frac{k_i}{s} + k_d s$$

AJUSTE DE PARÁMETROS



- k_i se calcula a partir de las especificaciones de régimen permanente

$$k_v = \lim_{s \rightarrow 0} s G^*(s) H(0) = F(k_i, G(s), H(s))$$

AJUSTE DE PARÁMETROS

- Kp y Kd se calculan a partir de las especificaciones de régimen transitorio

$$\left| G_c(j\omega_g)GH(j\omega_g) \right| = 1 \quad \Rightarrow \quad \left| G_c(j\omega_g) \right| = \frac{1}{\left| GH(j\omega_g) \right|}$$

$$\arg(G_c(j\omega_g)GH(j\omega_g)) = -180^\circ + \gamma$$

$$\Rightarrow \arg(G_c(j\omega_g)) = -180^\circ + \gamma - \arg(GH(j\omega_g))$$

$$G_c(j\omega_g) = k_p + \frac{k_i}{j\omega_g} + k_d j\omega_g = k_p + j \left(k_d \omega_g - \frac{k_i}{\omega_g} \right)$$

AJUSTE DE PARÁMETROS

Igualando la parte real e imaginaria de $G_c(j\omega_g)$
 Obtenemos dos ecuaciones con dos incógnitas (k_d, k_p)

$$\begin{aligned} \operatorname{re}(G_c(j\omega_g)) &= |G_c(j\omega_g)| \cos(\arg(G_c(j\omega_g))) = \\ &= \frac{\cos(-180^\circ + \gamma - \arg(GH(j\omega_g)))}{|GH(j\omega_g)|} = k_p \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{im}(G_c(j\omega_g)) &= |G_c(j\omega_g)| \operatorname{sen}(\arg(G_c(j\omega_g))) = \\ &= \frac{\operatorname{sen}(-180^\circ + \gamma - \arg(GH(j\omega_g)))}{|GH(j\omega_g)|} = k_d \omega_g - \frac{k_i}{\omega_g} \end{aligned}$$