

Pauta Control 1

Problema 1

a)

$$Gp(s) = \frac{5}{(10s+1)} \cdot e^{-2s} = Gd(s)$$

$$Gf(s) = 1$$

$$Gc(s) = Kc \cdot \left(1 + \frac{1}{5s}\right)$$

$$Gm(s) = \frac{1}{(s+1)}$$

Se utilizará el criterio de Bode:

$$G_{OL} = G_c \cdot G_p \cdot G_f \cdot G_m = Kc \cdot \left(1 + \frac{1}{5s}\right) \cdot \frac{5}{(10s+1)} \cdot e^{-2s} \cdot 1 \cdot \frac{1}{(s+1)}$$

$$AR_{OL} = AR_c \cdot AR_p \cdot AR_f \cdot AR_m = Kc \sqrt{1 + \frac{1}{(5W)^2}} \cdot \frac{5}{\sqrt{1 + (10W)^2}} \cdot 1 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (W)^2}}$$

$$\phi_{OL} = \phi_c \cdot \phi_p \cdot \phi_f \cdot \phi_m = -\tan^{-1}\left(\frac{1}{5W}\right) - \tan^{-1}(10W) - 2W + 0 - \tan^{-1}(W)$$

- Primera condición: $\phi(W_{co}) = -180^\circ$:

$$-\tan^{-1}\left(\frac{1}{5W_{co}}\right) - \tan^{-1}(10W_{co}) - 2W_{co} - \tan^{-1}(W_{co}) = -\pi$$

$$\rightarrow W_{co} = 0,4695 \approx 0,47$$

- La otra condición es que $AR(W_{co}) < 1$, luego $K_{critico}$ para $AR=1$

$$AR_{OL} = K_{critico} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{(5W)^2}} \cdot \frac{5}{\sqrt{1 + (10W)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (W)^2}} = 1$$

$$K_{critico} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{(5 \cdot 0,47)^2}} \cdot \frac{5}{\sqrt{1 + (10 \cdot 0,47)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (0,47)^2}} = 1$$

$$K_{critico} \cdot 1,023 = 1$$

$$\rightarrow K_{\text{critico}} = 0,974$$

Luego, para que sea estable $K_c \leq 0.974$

b) Si se utilizó un margen de ganancia entonces:

$$K_c \cdot 1,023 = AR$$

$$AR = 0,2 \cdot 1,023 = 0,2046$$

$$GM = 1 / AR = 1 / 0,2046 = 4,88$$

Margen de fase:

$$0,2 \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{(5 \cdot W)^2}} \cdot \frac{5}{\sqrt{1 + (10 \cdot W)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (W)^2}} = 1$$

$$\rightarrow W = 0,14$$

De esta manera:

$$-\tan^{-1}\left(\frac{1}{5 \cdot 0,14}\right) - \tan^{-1}(10 \cdot 0,14) - 2 \cdot 0,14 - \tan^{-1}(0,14) = -\pi + \phi_F$$

$$\rightarrow \phi_F = 0,812 \text{ rad}$$

$$\rightarrow \phi_F = 0,812 \cdot (180/\pi) = 46,5^\circ$$

c)

$$\frac{1}{AR} = 1,7$$

$$AR = 0,5882$$

$$K_c \leq \frac{0,5882}{1,023} = 0,575$$

d)

A)

$$K_{\text{critico}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{(5 \cdot 0,47)^2}} \cdot \frac{6}{\sqrt{1 + (10 \cdot 0,47)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + (0,47)^2}} = 1$$

$$K_{\text{critico}} \cdot 1,227 = 1$$

$\rightarrow K_{\text{critico}} = 0,814$ (no se puede usar el K_{critico} de parte a, porque $AR > 1$, es decir, el proceso es inestable)

B)

$$K_c=0,2$$

$$GM=4,07$$

$$AR=0,24$$

C)

$$K_c=0,47$$

$$GM=1,7$$

$$AR=0,588$$

*Mientras mayor sea el margen de ganancia se obtiene un K_c menor, esto implica una respuesta más lenta, pero asegura estabilidad.