Solución

ELO270 – S2 2014 – Control #6 – 3 de diciembre de 2014

Problema 6.1 *Considere una planta descrita por la función transferencia*

$$G_o(s) = \frac{(-0{,}5s+1)}{(s+1)(s+3)}e^{-0{,}1s}$$

Se sabe además que

(a) Existen perturbaciones de salida de tipo escalón.

(b) Es posible medir dichas perturbaciones de salida, pero con ruido de medición no despreciable a contar de 4 [rad/s]

(c) Se desea buen seguimiento para referencias en la banda desde 0 hasta 8 [rad/s]

Diseñe un sistema de control adecuado en base a la información disponible, usando todos los grados de libertad que estime necesarios e indicando cómo diseñaría cada bloque.

Requisitos de diseño:

1) (a) $\Rightarrow$ $|S_o(0)| = 0$ $\Rightarrow$ Controlador con integración

2) (b) $\Rightarrow$ Se podría usar un bloque de prealimentación de la perturbación de salida, pero con ancho de banda menor que 4 [rad/s]

3) (c) $\Rightarrow$ Ancho de banda de $T_o(s)$ mayor o igual que 8 [rad/s]

4) G_o tiene un cero de fase no mínima en $s=2$
$\Rightarrow$ Ancho de banda de $T_o(s)$ menor que 2 para evitar undershoot muy grande.

5) G_o tiene un retardo de 0,1 [s]. Se puede despreciar, pero en dicho caso el error de modelado G_Δ se hace apreciable para $\omega = \frac{1}{0{,}1} = 10$ [rad/s] $\Rightarrow$ Ancho de banda de T_o debe ser menor que 10 [rad/s]

Conclusión: Claramente el requisito 3) es contradictorio con el requisito 4). Sin embargo, para satisfacerlos, es posible usar prealimentación de la referencia:
- se elige ancho de banda del lazo menor que 2 rad/s
- se mejora el seguimiento con un bloque de prealimentación de la referencia. para tener ancho de banda mayor o igual a 8[rad/s]

Diseño: Usamos el modelo nominal

$$G_o(s) = \frac{(-0{,}5s+1)}{(s+1)(s+3)}$$

Diseño del controlador:

$n = 2$ (orden de G_o)
$r = 1$ (controlador con integración)

$$\left.\begin{array}{l} n=2 \\ r=1 \end{array}\right\} \begin{array}{l} n_p = n-1+r = 2 \\ n_{cl} = 2n-1+r = 4 \end{array}$$

Asignación de polos

$$A_oL + B_oP = A_{cl}$$

$$(s+1)(s+3)s(s+l_o) + (-0.5s+1)(p_2s^2+p_1s+p_o) = \underbrace{(s^2+1{,}4s+1)(s+2)(s+3)}_{\text{para garantizar ancho de banda del lazo } \leq 2[\text{rad/s}]}$$

Donde se obtiene $C(s) = \dfrac{P(s)}{L(s)} = \underbrace{\dfrac{p_2s^2+p_1s+p_o}{s(s+l_o)}}_{\text{Controlador PID}}$

Prealimentación de la referencia:

$$\tilde{T}_o(s) = \frac{(-0.5s+1)(p_2s^2+p_1s+p_o)}{(s^2+1{,}4s+1)(s+2)(s+3)}$$

$$R \longrightarrow \boxed{H_{ff}} \longrightarrow \boxed{\tilde{T}_o(s)} \longrightarrow Y$$

El bloque H_{ff} puede cancelar polos estables de $\tilde{T}_o$ y los ceros "estables". No puede cancelar el cero de Fase No Mínima.

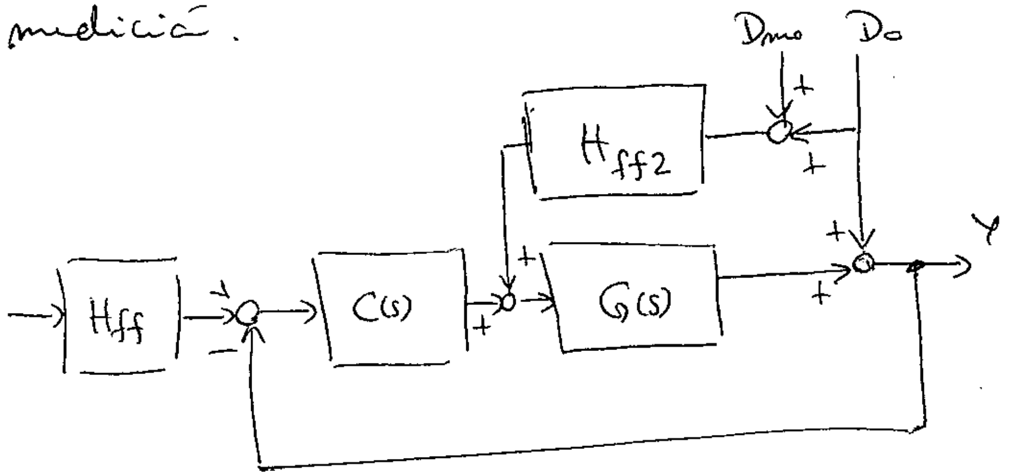
Por ejemplo,

$$H_{ff}(s) = \frac{(s^2+1.4s+1)(s+2)(s+3)}{(s^2+1{,}4\cdot 8s+8^2)(s^2+14s+100)}$$

Prealimentación de la perturbación de salida:

No es indispensable usar este bloque pues el lazo ya es capaz de compensar perturbaciones de tipo escalón (en estado estacionario).

Si se utiliza, se debe tener en cuenta el ruido de medición.



Para compensar "perfectamente" Do se requiere $\boxed{1 + H_{ff2}\, G = 0}$

Por tanto se elige $H_{ff2}(s) \approx -G^{-1}(s)$

por ejemplo $$H_{ff2}(s) = -\frac{(s+1)(s+3)\;4^2}{(s^2+1.4\cdot 4\cdot s+4^2)}$$

de manera que $H_{ff2}(0) = -G^{-1}(0)$

y $Bw(H_{ff2}) \approx 4$ [rad/s]