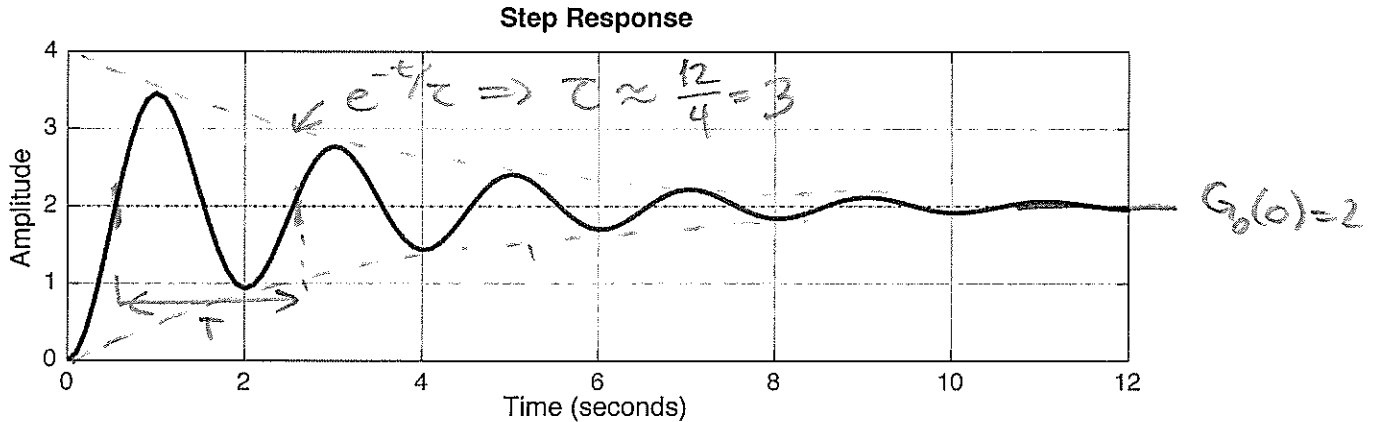


ELO270 - S2 2018 - Control #6

Problema 6.1 La figura muestra la respuesta a un escalón unitario en lazo abierto de una planta a controlar. Se sabe que existen perturbaciones de baja frecuencia con energía hasta aproximadamente 5 [rad/s]. Indique en detalle cómo diseñaría un controlador estabilizante tipo PID que tome en cuenta toda la información disponible.



- De la respuesta a escalón de la planta es posible obtener un modelo NOMINAL

$$G_0(s) = K_0 \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad \text{en que} \quad \left\{ \begin{array}{l} K_0 = G_0(0) = 2 \\ \omega_n = \frac{2\pi}{T} = \pi \\ \zeta\omega_n = \frac{1}{\tau} \approx \frac{1}{3} \Rightarrow \zeta \approx 0.1 \end{array} \right.$$

pues sus polos son $-\zeta\omega_n \pm j\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}$
y sus modos naturales $Ae^{-\zeta\omega_n t} \cos(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}t + \phi)$

- Un controlador PID es un controlador bipoles de orden menor o igual que 2 y con integración, es decir, de la forma:

$$C(s) = \frac{p_2 s^2 + p_1 s + p_0}{s(s + l_0)}$$

- Note que $m=2$ (orden del modelo nominal de la planta)
 $m_c=2$ (orden del controlador)
y $r=1$ (integración en el controlador)

Por tanto se cumple $\boxed{m_c = m - 1 + r}$ y, por tanto, pueden asignar los polos de lazo cerrado arbitrariamente.

- Para diseñar el controlador se usa la ecuación diferencial

$$A_c L + B_o P = A_c e$$

en que $A_c(s)$ se escoge para determinar el ancho de banda del lazo.

- En base al enunciado $B_w(T_o) \geq 5$ [rad/s] de manera de atenuar ^{las} perturbaciones en la banda de 0 a $5 \cdot \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$

- Es decir se debe resolver la ecuación diferencial

$$(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2) S(s+b) + K_o \omega_n^2 (p_2 s^2 + p_1 s + p_0) = (s^2 + 2\zeta_1 \omega_{n1} s + \omega_{n1}^2) (s+a)^2$$

en que, por ejemplo, $\zeta_1 \approx 0.7$
 $\omega_{n1} \geq 5$

y $a > \omega_{n1}$ para garantizar que ω_{n1} determine el ancho de banda del lazo.

- ⊗ Si se usa ZLN o C&C para ajustar un controlador PID usando el método de la curva de reacción y las tablas asociadas, note que podría haber importantes problemas de ROBUSTEZ, pues ambos suponen que $G_o(s) = \frac{k_o e^{-sT_o}}{v_o s + 1}$, pero $G(s) = \frac{k_o \omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$

y por tanto $|G_A(j\omega)|$ será significativo para frecuencias $\omega \geq 3$ (que es la frecuencia de corte de $G(s)$ según el gráfico)

por tanto, si $B_w(T_o) > 5$ entonces NO se respeta

la condición de estabilidad robusta $|T_o| |G_o| < 1$.
 y tampoco las tablas garantizan $B_w(T_o)$.