Problema 1 - Palm 7.10

$$\begin{aligned}
\frac{\Omega(s)}{\Omega_r(s)} &= \frac{K_I + K_p s}{Is^2 + (c+K_p)s + K_I} \\
\frac{\Omega(s)}{T_d(s)} &= \frac{-s}{Is^2 + (c+K_p)s + K_I} \\
\omega_n &= \sqrt{\frac{K_I}{I}} \\
2\zeta\omega_n &= \frac{c+K_p}{I}
\end{aligned}$$

a)

$$\begin{aligned}
\tau &= \frac{1}{\zeta\omega_n} \rightarrow \omega_n = \frac{1}{\tau\zeta} = 3{,}536 r/s \\
K_I &= \omega_n^2 I = 125 \\
K_p &= 2\zeta\omega_n I - c = 45
\end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned}
\omega_n &= 2{,}45\, r/s \\
K_I &= 62{,}5 \\
K_p &= 45
\end{aligned}$$

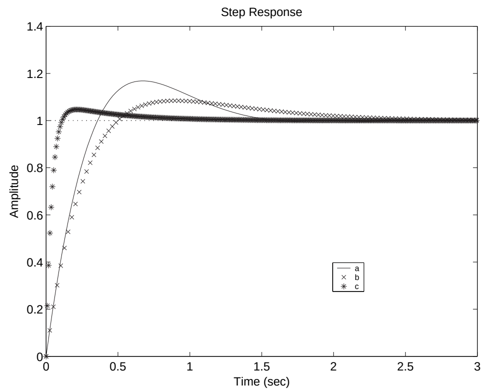
c) Para $\tau = 0{,}4\ s$ el polo dominante debe estar en $s_1 = -2{,}5,$ para conseguir una separación de polo 10x $s_2 = -250,$ Por lo tanto:

$$\begin{aligned}
(s+2{,}5)(s+25) &= s^2 + \frac{c+K_p}{I}s + \frac{K_I}{I} \\
I(s+2{,}5)(s+25) &= Is^2 + (c+K_p)s + K_I \\
10s^2 + 275s + 625 &= 10s^2 + K_p + 5s + K_I \\
K_I &= 625 \\
K_p &= 270
\end{aligned}$$

d)

$$\begin{aligned}
\text{a) } \omega(t) &= -0{,}707e^{-2.5t}\sin(2{,}5t + 3\pi/4) + 1 \\
\text{b) } \omega(t) &= e^{-2.5t}(2t-1) + 1 \\
\text{c) } \omega(t) &= 0{,}0889e^{-2.5t} - 1{,}0889e^{(} - 25t) + 1
\end{aligned}$$

Sobreexceso máximo: a) 1,17, b) 1,08, c) 1,05
10-90% Tiempo de subida : a) 0,27, b) 0,35, c) 0,07



Problema 2 - Palm 7.11

La manera más rápida, aunque no necesariamente la más idónea, para resolver este problema es observar que en la respuesta de tiempo en 7.10 la aceleración máxima ocurre en t = 0. Esto quiere decir que si se utilizan el teorema del valor inicial y la función de transferencia, podemos obtener la torsión máxima:

$$\begin{aligned}
\frac{T(s)}{\Omega_r(s)} &= \frac{IK_p s^2 + (K_I I + cK_p)s + K_I c}{Is^2 + (c + K_p)s + K_I} \\
T(0) &= \lim_{s \to \infty} s * T(s) * u(s) \\
T(0) &= K_p
\end{aligned}$$

T_{max}: a) 45, b) 45, c) 270

Problema 3 - Palm 7.17

I=10, c=5, $\tau = 0.1$

a) Para resolver este problema es necesario que utilicemos el teorema del valor final para determinar los errores de estado estacionario. Considerando en primer lugar el control P:

$$\begin{aligned}
\frac{e(s)}{\Theta(s)} &= \frac{Is^2 + cs}{Is^2 + cs + K_p} \\
\frac{e(s)}{T_d(s)} &= \frac{1}{Is^2 + cs + K_p} \\
e_{ss} &= \lim_{s \to 0} \frac{Is^2 + cs}{Is^2 + cs + K_p} = 0 \\
w_{ss} &= \lim_{s \to 0} \frac{1}{Is^2 + cs + K_p} = \frac{1}{K_p} \\
K_p &= 10 \\
\tau &= \frac{2I}{c} = 4
\end{aligned}$$

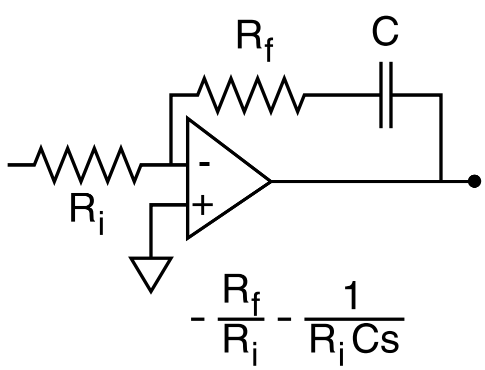
Por consiguiente, observamos que no podemos cumplir las restricciones de constante de tiempo únicamente con P.

Considerando el control PD:

$$
\begin{aligned}
\frac{e(s)}{\Omega(s)} &= \frac{Is^2+cs}{Is^2+(c+K_d)s+K_p} \\
\frac{e(s)}{T_d(s)} &= \frac{1}{Is^2+(c+K_d)s+K_p} \\
e_{ss} &= \lim_{s\to 0} \frac{Is^2+cs}{Is^2+(c+K_d)s+K_p} = 0 \\
w_{ss} &= \lim_{s\to 0} \frac{1}{Is^2+(c+K_d)s+K_p} = \frac{1}{K_p} \\
K_p &\geq 10 \\
\tau &= \frac{2I}{c+K_d} \rightarrow K_d = 195 \\
\text{para } \tau = 1/\zeta\omega_n \quad \zeta &\leq 1 \\
K_p &= \frac{1}{I}\left(\frac{c+K_d}{2\zeta}\right)^2 \geq \frac{1}{10}\left(\frac{200}{2}\right)^2 = 1000
\end{aligned}
$$

b) No se pueden cumplir los criterios de tiempo de subida y de error únicamente con el control P. Una solución posible con el control PD es tener $K_p = 1000$ y $K_d = 195$.

Problema 4 - Palm 7.26

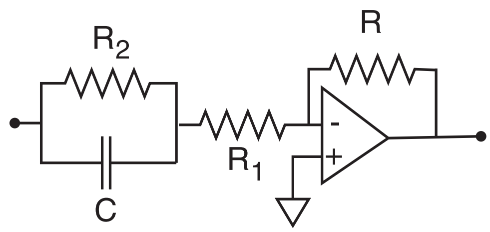


$$
\begin{aligned}
K_I &= \frac{1}{CR_i} = 0{,}04 \rightarrow R_i = \frac{1}{1e^{-}6 * 0{,}04} = 25e^6\Omega \\
K_p &= \frac{R_f}{R_i} = 2 \rightarrow R_f = 50e^6\Omega
\end{aligned}
$$

Problema 5 - Palm 7.27

a)

$$
K_P = \frac{R}{R_1+R_2}
$$



$$
\begin{aligned}
T_D &= R_2 C = 1 \rightarrow\ R_2 = 1/1e-6 = 1e6\Omega \\
\alpha &= \frac{R_1}{R_1 + R_2} \\
\omega_c &= \frac{1}{\alpha T_d} = 10 \rightarrow\ R_1 = \frac{R_2}{9} = 1/9e^6\Omega \\
R &= R_1 + R_2 = 10/9e6\Omega
\end{aligned}
$$

b)