(03) $C(s) = K\alpha \dfrac{Ts+1}{\alpha Ts+1}$, $T>0$, $\alpha>1$

podemos inicialmente ignorar o controlador e ajustar K para que se tenha um $PM = 50° + 10°$.

$\angle G(j\omega_{cp}) = -180° + PM = -120°$

$G(j\omega_{cp}) = \dfrac{10K}{(1000-500\omega_{cp}^2)+5100\omega_{cp}j}$

$-\operatorname{atan}\left(\dfrac{5100\omega_{cp}}{1000-500\omega_{cp}^2}\right) = -120°$

$\dfrac{5100\omega_{cp}}{1000-500\omega_{cp}^2} = -\sqrt{3}$

$500\sqrt{3}\omega_{cp}^2 - 5100\omega_{cp} - 1000\sqrt{3} = 0$

$\downarrow$ roots

$\omega_{cp} = 6{,}21$ rad/s

$\Rightarrow |G(j\omega_{cp})| = 1$

$10K = \sqrt{(1000-500\omega_{cp}^2)^2 + (5100\omega_{cp})^2}$

$K = 3657{,}6$

para ajuste do erro, calcula-se a equação de malha fechada:

$G_f(s) = \dfrac{10K\alpha Ts + 10K\alpha}{500\alpha Ts^3 + (5100\alpha T + 500)s^2 + ((1000+10K)\alpha T + 5100)s + (1000+10K\alpha)}$

$e_{o,rampa} = 1 - G_f(0) = 1 - \dfrac{10K\alpha}{1000+10K\alpha} = \dfrac{1000}{1000+10K\alpha}$

fazendo $e_{o,rampa} = 0{,}005$

$\alpha = 5{,}44$

para T, podemos usar o recomendado

$\dfrac{1}{T} = \dfrac{\omega_{cp}}{5} \Rightarrow T = 0{,}8$

Scanned with CamScanner