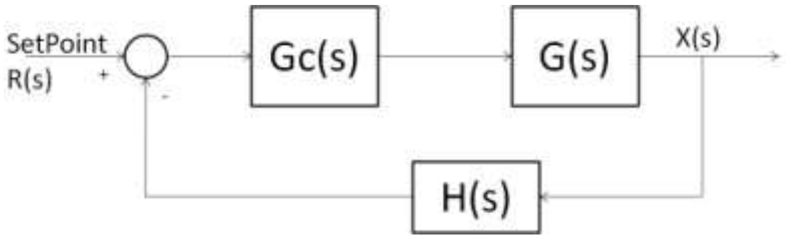
Prova 2 – Sistemas Dinâmicos I – PMR 3320   29/06/2017

Nome: __GABARITO Q2 e Q3 NUSP: ____________________

2- (3,5 pts) Um forno de precisão utilizado numa indústria de biotecnologia é dotado de um sistema de controle de temperatura, modelado conforme o diagrama abaixo. A função de transferência do sistema (que relaciona a Potência elétrica de aquecimento à Temperatura) é $G(s) = \frac{1}{(s+1)(100s+1)}$ e assume-se um controlador do tipo proporcional $G_c(s) = K_c$. O sensor de temperatura possui dinâmica dada por $H(s) = \frac{1}{(0.05s+1)}$.

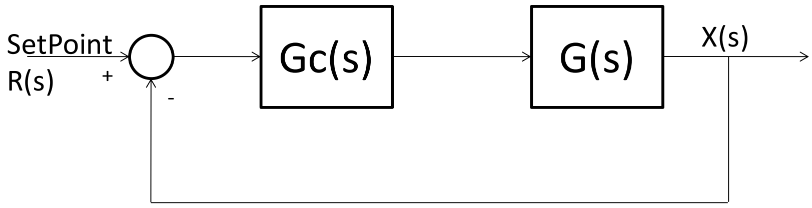


Utilizando o conceito de dominância de polos, calcule o valor do ganho K_c para que o sistema em malha fechada possua tempo de estabilização 2% de:

a) (1,75pt) 100seg

b) (1,75pt) 10seg

3- (3,0 pts) Uma planta instável $G(s) = \frac{1}{(s+5)(s-1)}$ é controlada por uma controlador do tipo proporcional $G_c(s) = K_c$.



Obter:

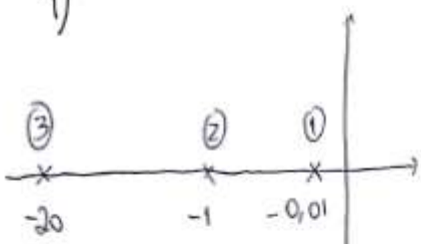
a)(1,5pt) o intervalo para o ganho K_c para o qual o sistema em malha fechada é estável.

b)(1,5pt) o valor do ganho K_c para o qual o sistema apresente em malha fechada resposta com amortecimento $\zeta = 0{,}7$.

Gabarito

2)

1)



polo do sistema em malha aberta

a) . para um sistema de 1ª ordem, $\left(\frac{1}{\tau s+1}\right)$ o tempo de estabelecimento 2% é 4τ

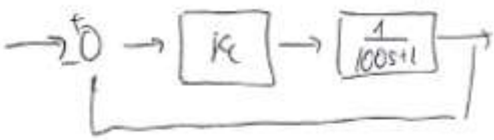
. para um sistema de 2ª ordem, $\frac{4}{\xi\omega_n}$

$\Rightarrow$ tempo de estab 2% $\cong -4/$ parte real do polo dominante

$t_s^{2\%} = 100s \Rightarrow$ parte real polo dominante $= \underline{\underline{-0,04}}$

$\Uparrow$

para este caso, podemos desprezar os polos ② e ③ e projetar o sistema de controle apenas considerando a função $G(s) \cong \frac{1}{100s+1}$



malha fechada

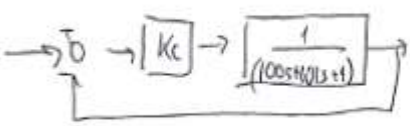
$\Rightarrow G_{MF}(s) = \frac{K_c}{100s+1+K_c} = \frac{K_c/1+K_c}{\frac{100}{1+K}s+1} \Rightarrow \tau = \frac{100}{1+K_c}$

$\tau = \frac{1}{0{,}04} = 25 \Rightarrow 25 = \frac{100}{1+K}$

$\boxed{K_c = 3}$

b) $t_s^{2\%} = 10s$

parte real polo dominante $= -0{,}4 \Leftarrow$ só podemos desprezar o polo ③



$G_{MF} = \frac{K_c/1+K_c}{\frac{100}{1+K_c}s^2+\frac{101}{1+K_c}s+1}$

polos em malha fechada: $-0{,}4$ e $-p \Rightarrow \frac{100}{1+K_c}s^2+\frac{101}{1+K_c}s+1 = (2{,}5s+1)\left(\frac{s}{p}+1\right)$

$\vdots\ \boxed{K_c = 23{,}5} \Leftarrow$

$p = 0{,}6$?

3)

$$G(s) = \frac{1}{(s+5)(s-1)} \Rightarrow G_{MF}(s) = \frac{K}{s^2+4s-5+K}$$

a) Para ser estável

$$s_{1,2} = \frac{-4 \pm \sqrt{16-4(K-5)}}{2}$$

$\sqrt{16-4(K-5)} < 4$ pois garante-se que os dois polos terão parte real negativa

$\cancel{16} - 4K + 20 < \cancel{16}$

$\boxed{K > 5}$

ou pode-se aplicar o critério Routh-Hurwitz

b) $s^2 + 2\zeta w_n s + w_n^2$

$$\begin{cases} w_n^2 = K-5 \\ 2\zeta w_n = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} w_n^2 = K-5 \\ 1{,}4 w_n = 4 \Rightarrow w_n = 4/1{,}4 \end{cases}$$

ζ 0,7

e $K = w_n^2 + 5 \Rightarrow \boxed{K = 13{,}1}$