

Nome: Matrícula:

Obs.: Resolva as questões e justifique as respostas nas folhas de papel almaço.

1a	
1b	
2	
3a	
3b	
3c	
4	
5	

1ª Questão:

a) Mapeie no plano complexo a região factível para sintetizar um sistema de segunda ordem que satisfaça as seguintes especificações:

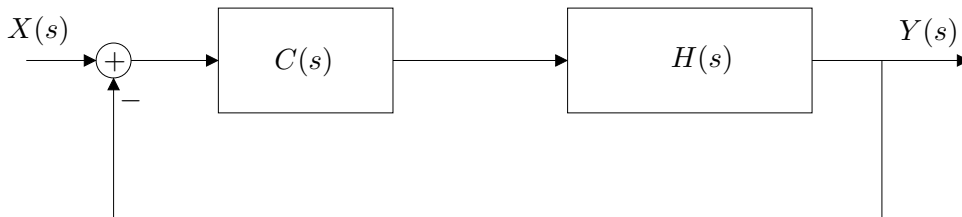
$$20\% \leq M_p \leq 40\%, \quad 3s \leq t_{s2\%} \leq 5s, \quad t_r \leq 2s$$

b) Escreva a função de transferência do sistema na forma padrão para a maior frequência natural que garanta as especificações desejadas.

2ª Questão: Discuta as diferentes ações de controle possíveis em um controlador PID. Como o controlador em atraso de fase se relaciona com o PID?



3ª Questão: Considere o diagrama apresentado na Figura com a planta $H(s)$ e o controlador $C(s)$



com

$$H(s) = \frac{1}{14s^2 + 15s + 2} \quad \text{e} \quad C(s) = k_p + \frac{k_i}{s}$$

- a) Encontre a função de transferência em malha fechada do sistema.
- b) Analise a tabela de Routh e determine as condições que asseguram a estabilidade em malha fechada do sistema.
- c) É possível aplicar o método de Ziegler Nichols para projetar o controle para a planta considerada? Justifique sua resposta.

4ª Questão: Para que um sistema a tempo discreto seja estável, todos os pólos de sua função de transferência devem estar localizados no interior do círculo de raio unitário. A transformação bilinear mapeia os pontos do círculo unitário nos pontos do semi-plano esquerdo complexo e vice-versa. Essa transformação é definida na forma

$$z = \frac{1 + s}{1 - s}$$

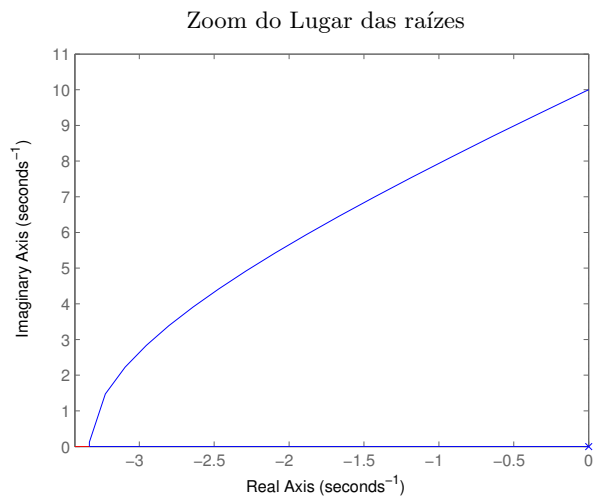
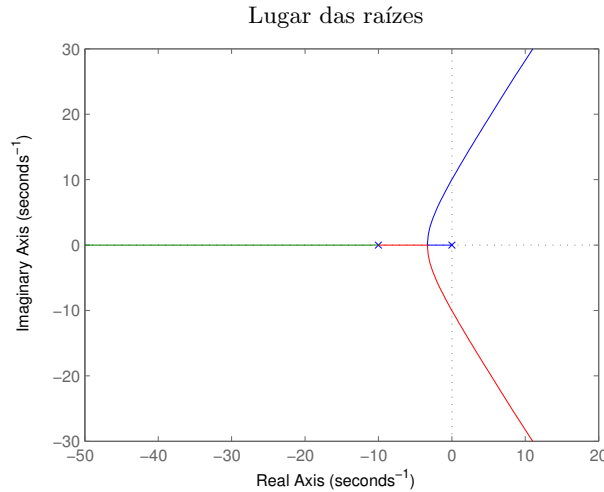
De posse dessa informação, utilize o critério de Routh para analisar a estabilidade de um sistema discreto com polinômio característico dado por

$$\Delta(z) = z^4 - 6z^3 + 11.25z^2 - 7.25z + 1.5$$

5ª Questão: Considere a planta em malha aberta

$$H(s) = \frac{k}{s(s + 10)^2}$$

Projete um controlador em atraso de fase para que o sistema em malha fechada com realimentação unitária atenda as seguintes especificações: constante de velocidade $K_v = 20$ e amortecimento $\xi = 0.707$. O lugar das raízes do sistema não compensado é apresentado na sequência.



Consulta:

$$t_r = \frac{1.8}{\omega_n}, \quad t_{s2\%} = \frac{4}{\xi\omega_n}, \quad M_s = e^{-\frac{\xi}{\sqrt{1-\xi^2}}\pi}, \quad M_p = 100\%M_s$$

Tabela 1: Parâmetros do Controlador PID.

Controlador	K_p	T_i	T_d	Controlador	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K_{cr}$	∞	0	P	$\frac{T}{L}$	∞	0
PI	$0.45K_{cr}$	$\frac{1}{1.2}P_{cr}$	0	PI	$0.9\frac{T}{L}$	$\frac{L}{0.3}$	0
PID	$0.6K_{cr}$	$0.5P_{cr}$	$0.125P_{cr}$	PID	$1.2\frac{T}{L}$	$2L$	$0.5L$