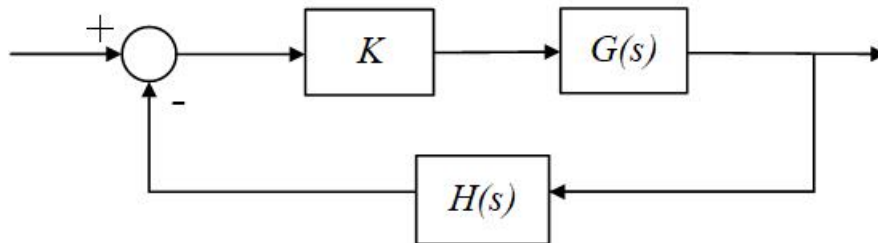


## SEM 536 - SISTEMAS DE CONTROLE I

Prova 1 - 2022 - 1 de dezembro de 2022 (reposição)

Considere o seguinte diagrama de blocos.



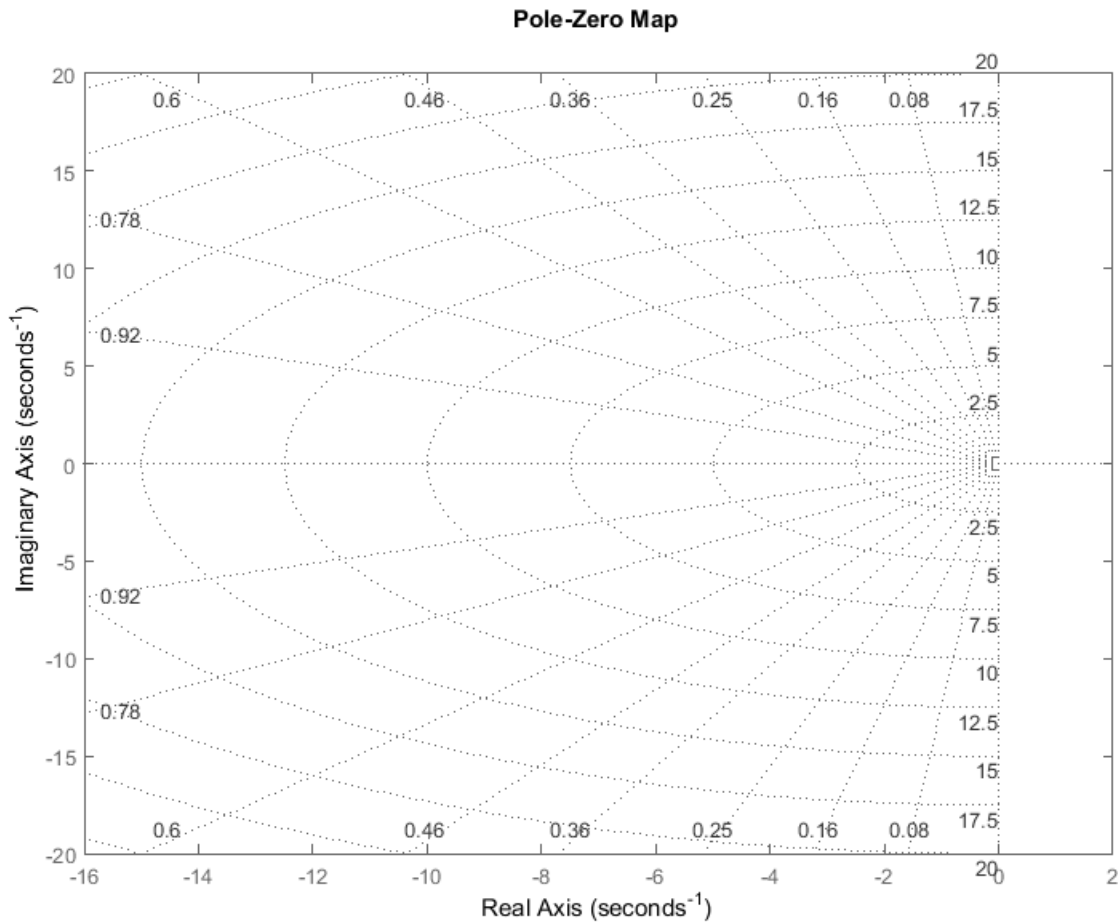
sendo:

$$G(s) = \frac{8}{s^2 + 8s}$$

a função transferência da planta e  $H(s)$  a função transferência do sensor.

1) (5,0 pontos) Considerando  $H(s) = 1$ :

- Calcule a Função Transferência de Malha Fechada em função de  $K$ .
- Analise analiticamente o efeito da alteração do ganho  $K$  nos parâmetros de um sistema de 2a. ordem equivalente ( $\omega_n$  e  $\zeta$ ) e nas especificações de desempenho (tempo de subida,  $t_r$ , e sobressinal,  $M_p$ ).
- Esboce na figura abaixo o Lugar das Raízes em função de  $K$ .
- Analise novamente, agora graficamente pelo Lugar da Raízes, o efeito da alteração do ganho  $K$  nos parâmetros de um sistema de 2a. ordem equivalente ( $\omega_n$  e  $\zeta$ ).
- Encontre o valor de  $K$  que garanta polos de Malha Fechada com  $\omega_n = 10$  rad/s. Utilize a técnica do Lugar das Raízes.



- 2) (3,0 pontos) Considere que a função transferência do sensor,  $H(s)$ , represente um atraso de tempo  $\tau$  s, que pode ser aproximado por:

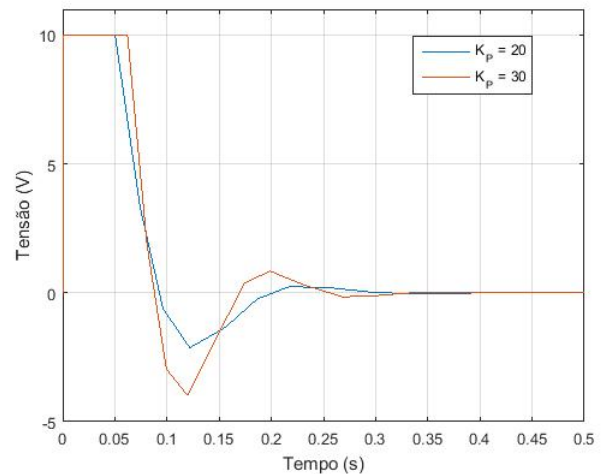
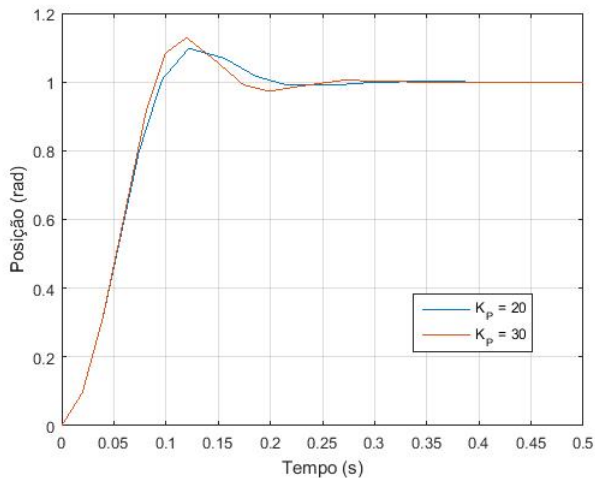
$$H(s) = \frac{1}{\tau s + 1} = \frac{\lambda}{s + \lambda}, \quad \text{sendo } \lambda = 1/\tau.$$

- Esboce na figura acima o Lugar das Raízes em função de  $K$ , considerando  $\lambda = 20$ , ou seja, um atraso de  $\tau = 0,05$  s.
- Analise como o Lugar das Raízes seria alterado se o valor do atraso aumentasse.
- Considere  $K$  igual ao valor obtido no item e na questão 1, calcule qual o valor mínimo de  $\lambda$  tal que o sistema ainda seja estável. Use o Critério de Routh.

3) (2,0 pontos) Considerando a Prática 2, obtivemos a seguinte tabela com valores teóricos e experimentais.

		Teórico				Experimental			
$K_p$	$K_v$	$M_p$	$t_p$	$\omega_n$	$\zeta$	$M_p$	$t_p$	$\omega_n$	$\zeta$
10	0,05	2,25	0,20	24,70	0,77	2,85	0,19	24,98	0,75
10	0,1	0,90	0,23	24,70	0,83	0,83	0,21	26,05	0,83
20	0,05	13,00	0,10	34,93	0,54	15,75	0,13	28,04	0,50
20	0,1	10,17	0,11	34,93	0,59	9,33	0,13	30,30	0,60
30	0,05	21,02	0,082	42,78	0,44	17,3	0,12	29,98	0,48
30	0,1	17,90	0,084	42,78	0,48	13,33	0,12	31,1	0,54

As figuras abaixo mostram as respostas para  $K_p = 20$  (azul) e  $K_p = 30$  (vermelho), considerando  $K_v = 0,05$ , para o caso experimental.



Com base nos gráficos acima, por que os valores de tempo de pico ( $t_p$ ) e  $\omega_n$  para o caso experimental, com  $K_p = 30$  (dados em vermelho na tabela), não são próximos aos valores teóricos?