

PTC 3313– Sistemas de Controle
Rec – 2020 (19/3/2021)

Nome: _____ N ° USP: _____

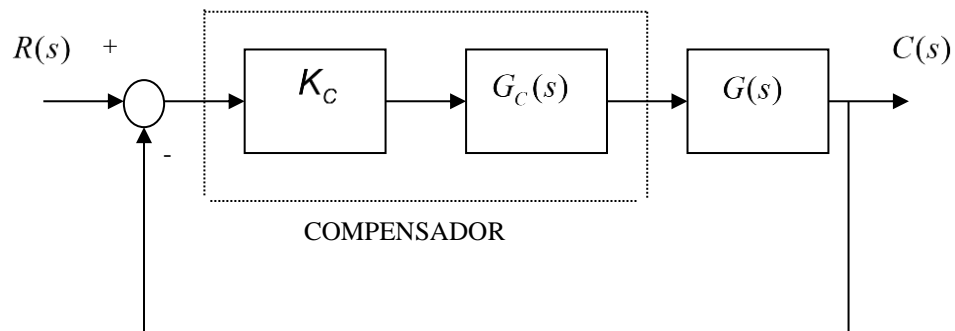
INSTRUÇÕES

- Duração: 3h
- Consulta permitida apenas ao formulário em papel A4 próprio, devidamente identificado e que não contenha soluções de exercícios/problemas.
- Coloque nome e número em todas as folhas.
- Apresente com clareza suas soluções para os problemas. Nunca deixe subentendido seu raciocínio. Respostas sem justificativas não serão consideradas.
- Um arquivo único, contendo as soluções das questões propostas e o formulário utilizado, deverá ser entregue. Os nomes dos arquivos das provas digitalizadas deverão conter somente o nome completo do aluno. Ex.: **Diego Colón.pdf** ou **Fuad Kassab Junior.jpg**

1ª questão: (Valor 6,0)

Considere o sistema da figura seguinte.

Figura 1 – Sistema de controle realimentado



Sabe-se que

$$G(s) = \frac{k}{s(s+3)(s+15)(s+20)} .$$

- Considerando $K_c G_c(s) = 1$ determine, utilizando o critério de Routh, qual o valor máximo de k para o qual o sistema em malha fechada é estável. **(Valor 0,50)**
- Esboce o LGR (Lugar Geométrico das Raízes) indicando claramente os pontos de início e término do LGR, o LGR sobre o eixo real, as assíntotas, os pontos de

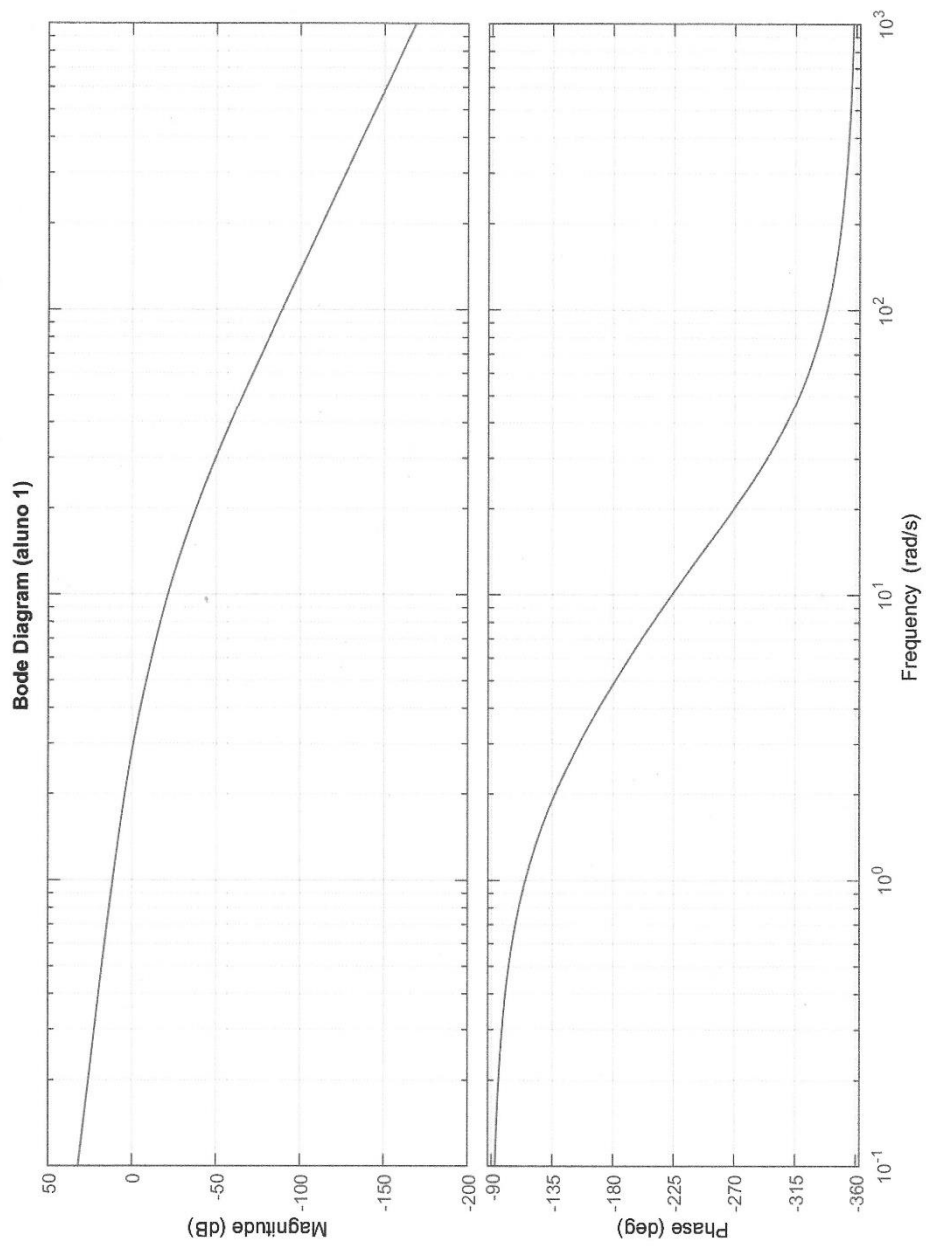
partida e chegada sobre o eixo real (e o ganho associado) e pontos de cruzamento com o eixo imaginário. **(Valor 2,00)**

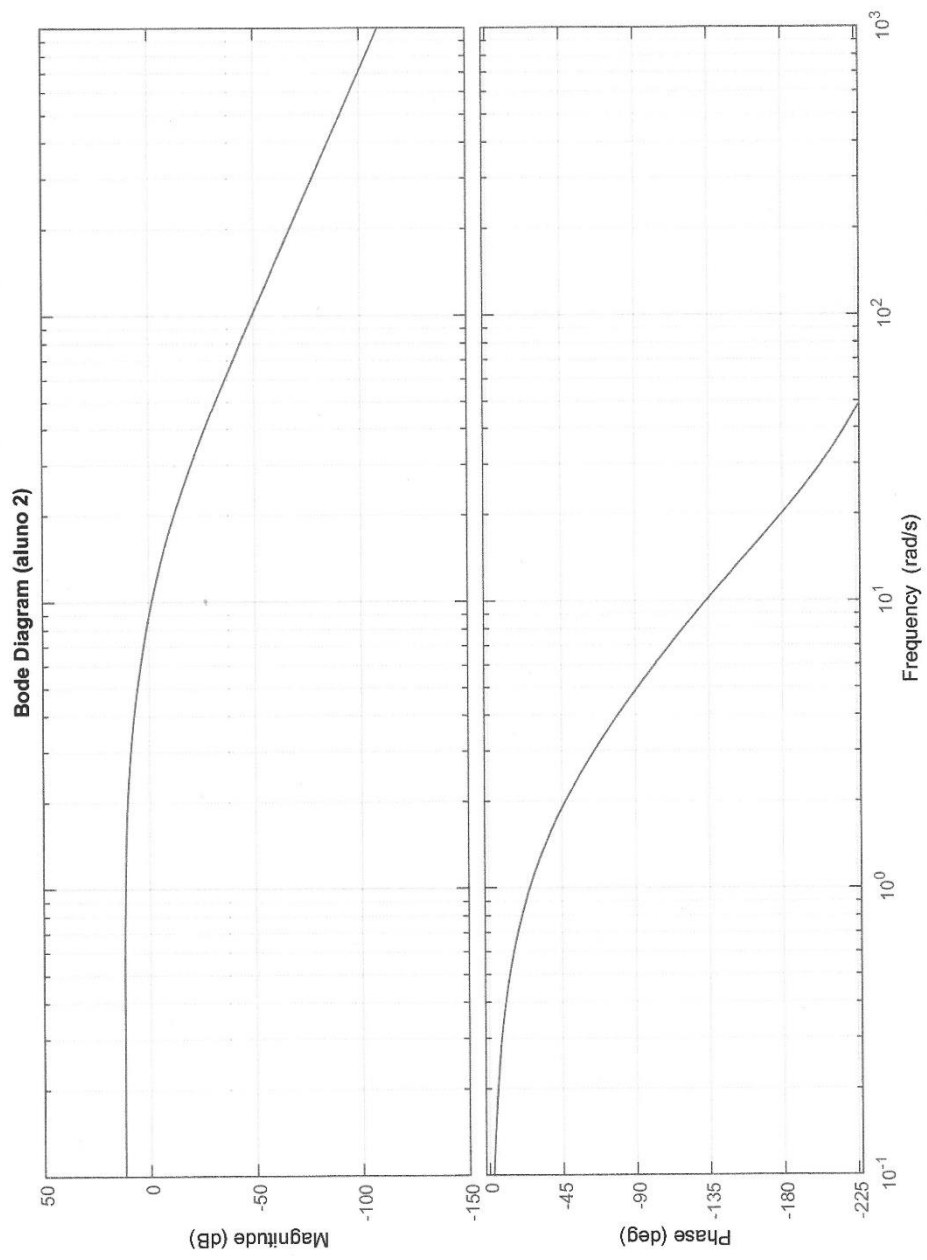
Pretende-se agora projetar um compensador por avanço de fase para o sistema de forma a garantir as seguintes especificações:

- $K_v = 4$;
- Margem de fase de, no mínimo, 40° .

c) Considerando $k = 1$, determine o valor de K_c ; **(Valor 0,50)**

d) O diagrama de Bode do sistema não compensado (considerando, porém o valor correto de K_c) foi levantado por dois alunos diferentes. As figuras seguintes apresentam os referidos diagramas. Escolha (justificando claramente) o diagrama que corresponde ao sistema descrito e projete o compensador especificado. Indique no diagrama escolhido as margens de fase e de ganho com seus respectivos valores (e sinais). Considere como margem de segurança para o projeto um valor de fase adicional de 12° . **(Valor 3,00)**





2ª questão: (Valor 4,0)

Considere o sistema em malha fechada apresentado na Figura 1, mas as funções de transferência não são as mesmas da Questão 1. Para $K_c G_c(s) = 1$, o diagrama de Nyquist é apresentado na Figura 4. Sabe-se que a planta $G(s)$ é estável porém é de fase não-mínima. Pede-se:

- Aplique o critério de estabilidade de Nyquist para o caso $K_c G_c(s) = 1$. **(Valor 0,75)**
- Considerando agora que $G_c(s) = 1$ e a planta é a mesma do item a), analise a estabilidade do sistema em malha fechada para qualquer $K_c > 0$. **(Valor 1,00)**
- Na Figura 5, tem-se a resposta em frequência de $G(s)$, pois não está em decibéis. Considerando agora que $G_c(s) = 1$, esboce o diagrama Nyquist para $K_c = 2/3$ para as frequências variando de 0 a $+\infty$, destacando no gráfico os pontos de frequência $\omega = 0$, ω_1 (onde a fase é 180 graus) e $\omega = \infty$. Esboce na própria Figura 4. **(Valor 1,25)**
- Suponha ainda que $G_c(s) = 1$, mas $K_c = -3$. Qual o número de polos de malha fechada no semiplano direito ? **(Valor 1,00)**

Figure 4. – Digrama de Nyquist para a questão 2.

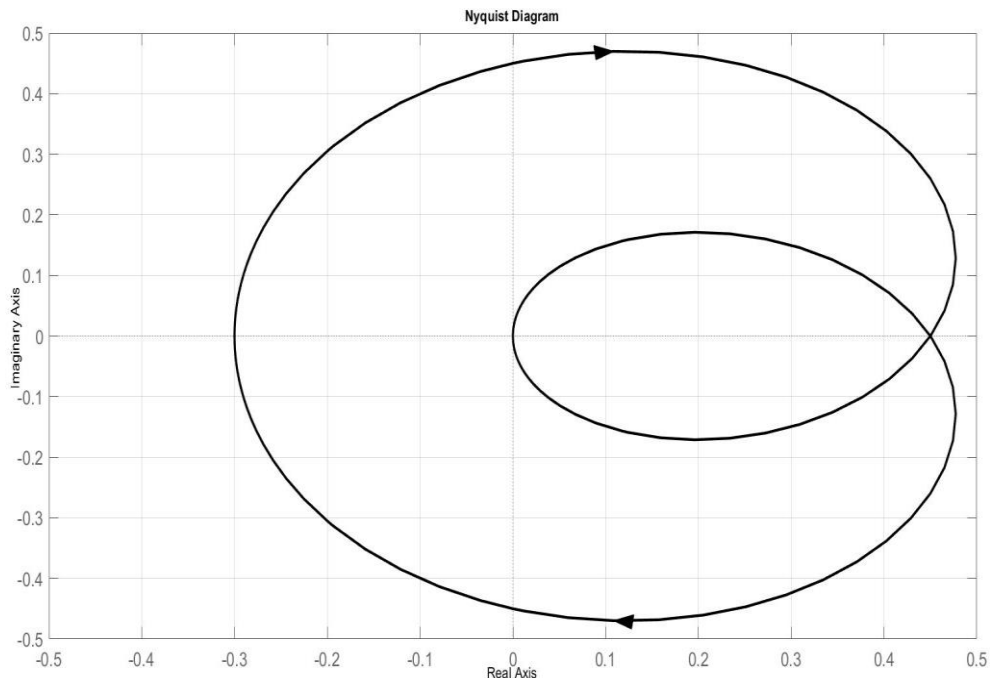


Figura 5. – Diagrama de Bode para a questão 2.

