

PTC3313 – SISTEMAS DE CONTROLE

2a. PROVA – 24/11/2017

Nome: _____ No. _____

INSTRUÇÕES

- Duração: **1h40min**
- **Consulta permitida apenas ao formulário em papel A4 próprio, devidamente identificado, e que não contenham soluções de exercícios/problemas.**
- Coloque **nome e número** em **todas** as folhas.
- Ao final da prova, **entregue estas folhas de questões e o formulário.**
- Apresente com **clareza** suas soluções para os problemas. **Nunca** deixe subentendido seu raciocínio.
- **Não é permitido o empréstimo de calculadoras.**
- **Desligue e guarde o celular, o tablet, o computador, etc.**

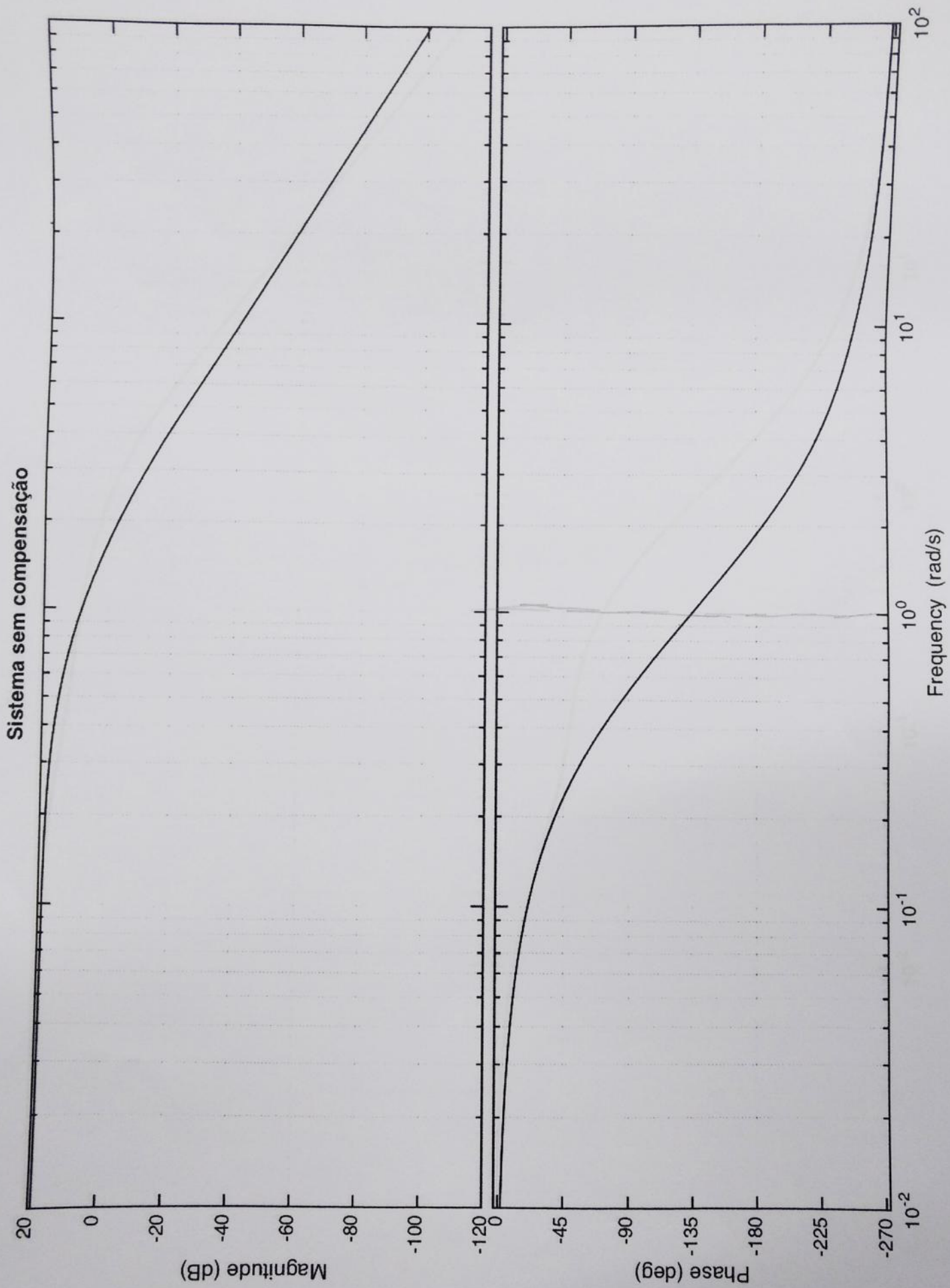
1a. QUESTÃO - Valor: 3,5

Um determinado sistema possui a seguinte função de transferência:

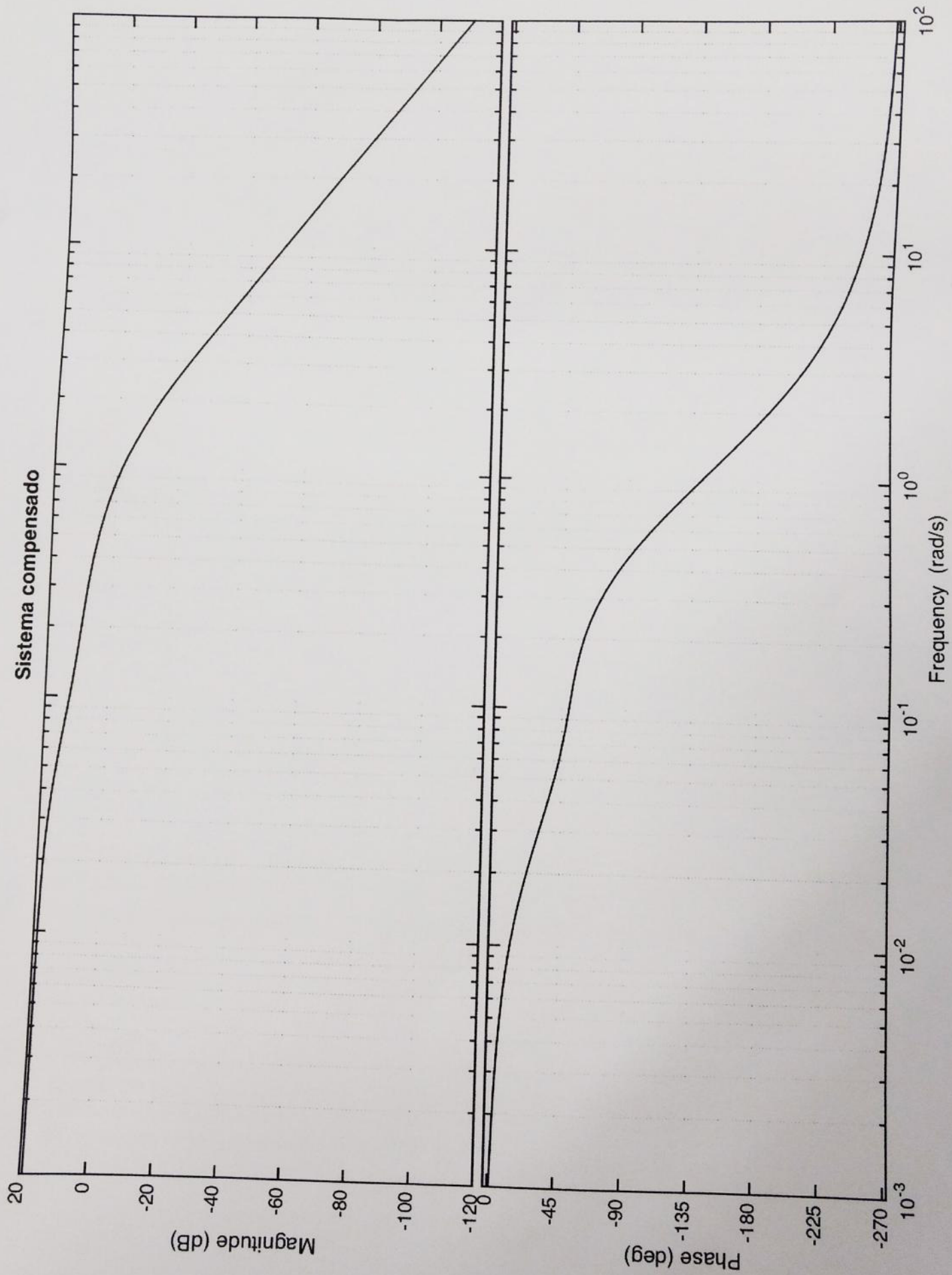
$$G(s) = \frac{k}{(2s + 1)(s + 1)(0.5s + 1)}$$

Considerando-se realimentação unitária, pretende-se construir um compensador (por avanço ou por atraso de fase) tal que o erro estacionário para uma entrada degrau unitário seja 0,1 e a margem de fase (MF) seja de, no mínimo, 45°. Para tanto, pedem-se:

- a) O valor de k que satisfaça a especificação de erro estacionário. **(Valor: 0,5).**
- b) Qual o compensador mais indicado para o sistema se, além das especificações apresentadas, o projetista estiver preocupado com eventual ruído de alta frequência? Justifique sua resposta. **(Valor: 0,5).**
- c) O diagrama de Bode do sistema sem compensação, porém considerando o valor de k do item a) anterior é apresentado na figura a seguir (sistema sem compensação). Indique na figura a margem de fase e a margem de ganho, estime seus respectivos valores e projete um compensador por atraso de fase indicando e justificando claramente os valores calculados. Considere como margem de segurança para o projeto um valor de fase adicional de 12° e que o zero do compensador esteja localizado em $w = 0.125 \frac{rad}{s}$. **(Valor: 2,0).**
- d) Indique na figura do sistema compensado as novas margens de fase e de ganho, estime os seus respectivos valores e comente os resultados. **(Valor: 0,5).**

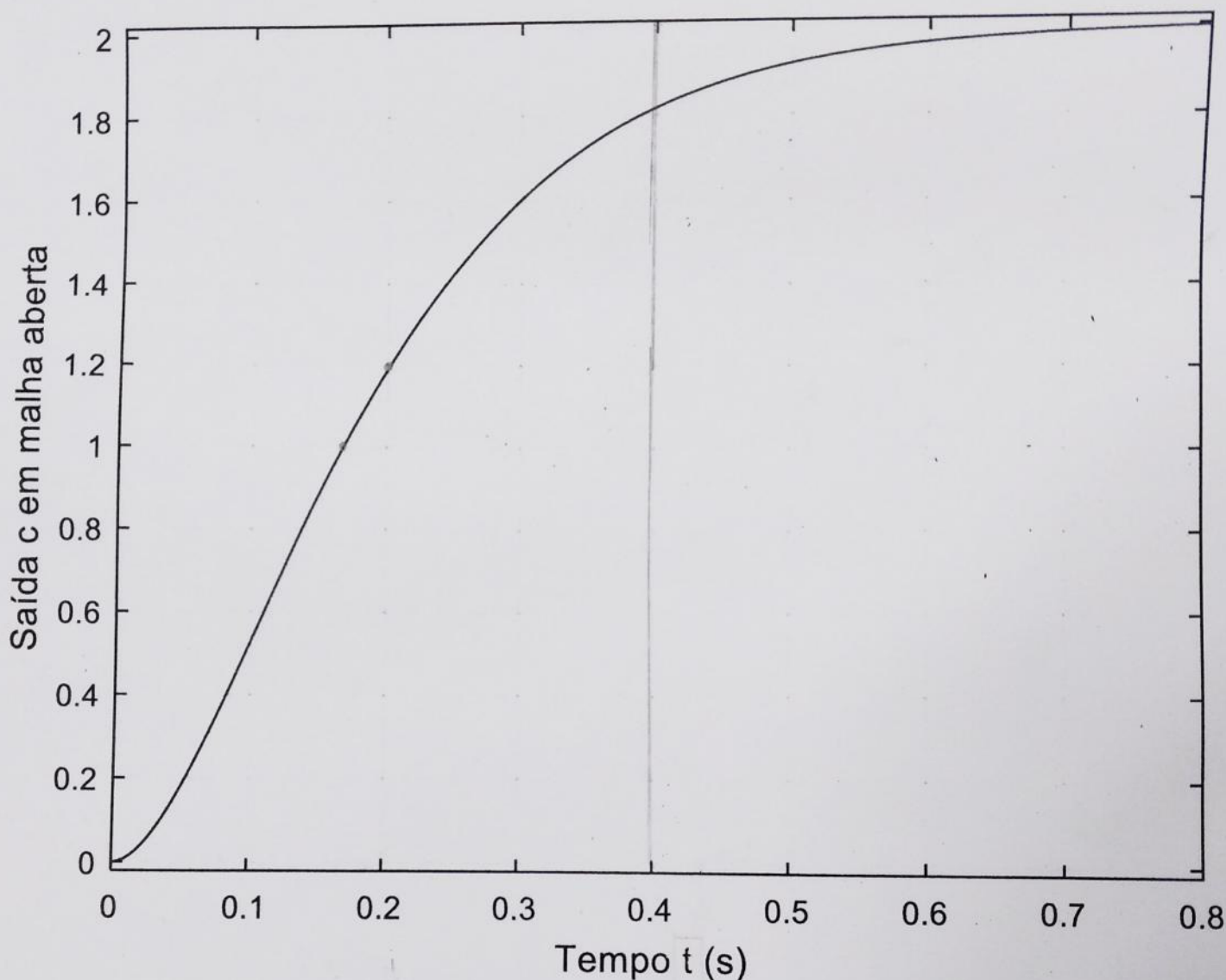


Sistema compensado



2a. QUESTÃO - Valor: 4,0

Seja a planta $G(s) = \frac{200}{(s + 10)^2}$. A resposta desta planta em malha aberta a um degrau unitário aplicado em $t=0$ s, considerando realimentação unitária, é mostrada no gráfico a seguir.



a) Estime os parâmetros L (tempo morto ou tempo de retardo) e T (constante de tempo) relativos a esta planta, empregando o método da tangente, proposto por Ziegler-Nichols. **(Valor: 0,7).**

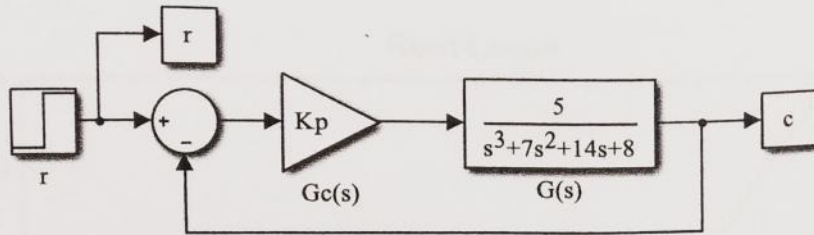
b) Sintonize um compensador PI empregando o método da Curva de Reação de Ziegler-Nichols (Primeira Regra do Método de Ziegler-Nichols). **(Valor: 0,6).**

c) Estime o valor do erro de regime estacionário, ao se aplicar no sinal de referência $r(t)$ um degrau unitário, quando se fecha a malha com um compensador PI, sintonizado com K_P e T_I ambos unitários. **(Valor: 0,7).**

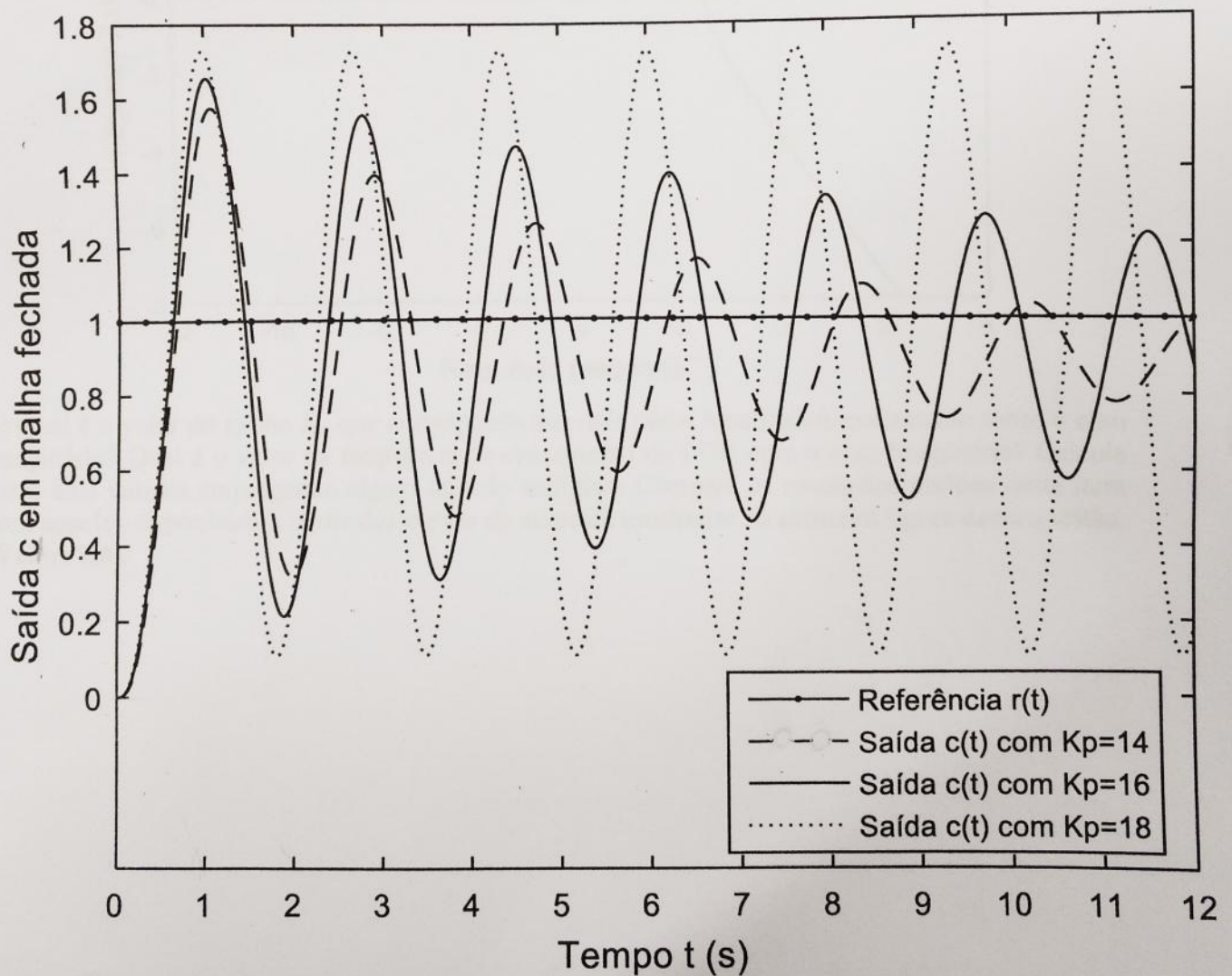
d) Projete um compensador PI, tal que um dos polos em malha aberta do processo seja cancelado. Escolha um ganho para o compensador, de modo que o sobressinal máximo da saída do sistema em malha fechada a uma excitação em degrau unitário no valor desejado da malha de controle fique próximo, mas não ultrapasse 0,1 (10%). **(Valor: 2,0).**

3a. QUESTÃO - Valor: 2,5

Considere o seguinte sistema em malha fechada, em que se está usando um controlador proporcional com ganho K_P e se está registrando o valor da referência r e da saída c .

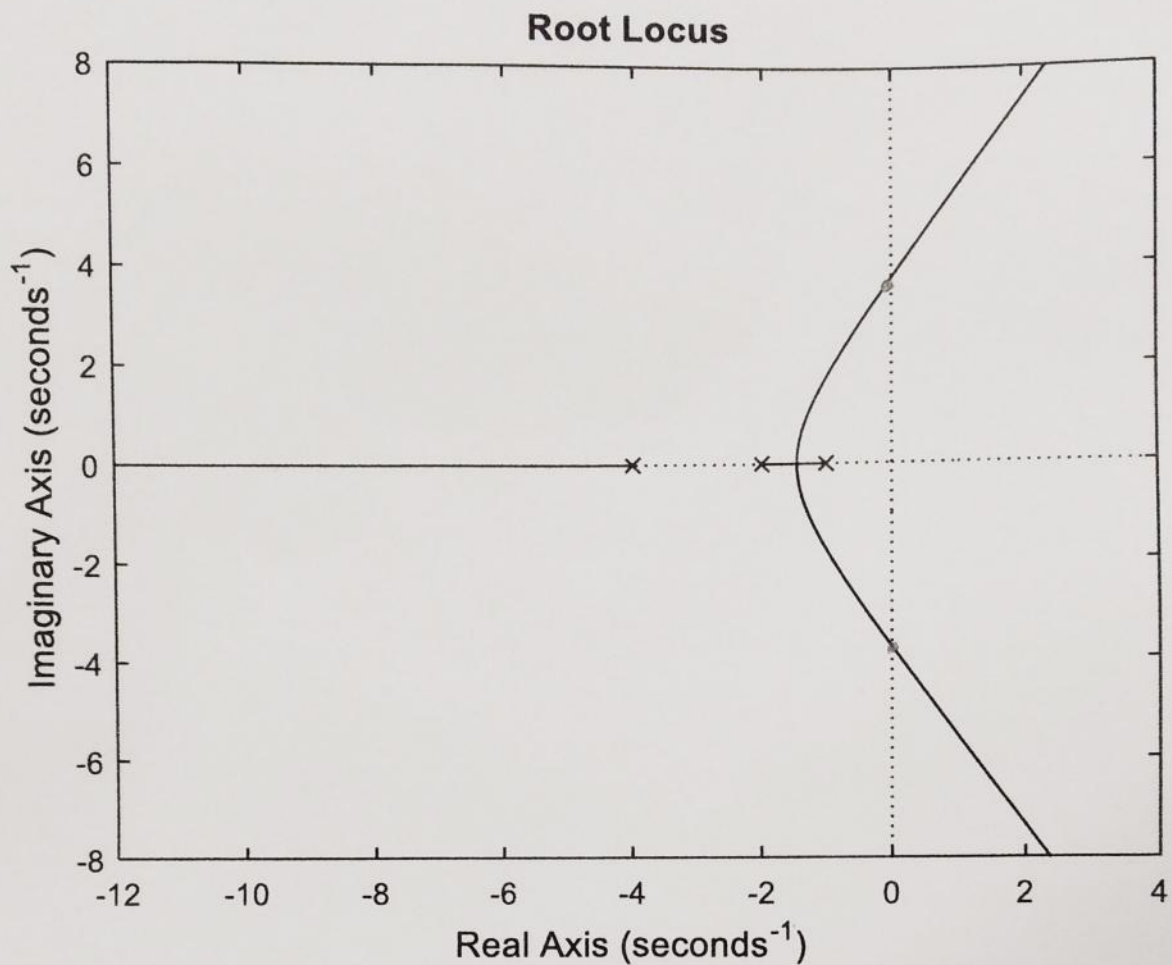


Foram realizadas algumas simulações neste sistema, aplicando-se um degrau unitário na entrada $r(t)$ no instante $t=0$ s e registrando-se as saídas $c(t)$ para três valores distintos do ganho K_P : 14, 16 e 18. Os resultados são mostrados na figura a seguir.



a) Um dos modos de se ajustar os parâmetros de um controlador PID é através da segunda regra do Método de Ziegler-Nichols (conhecido como Método das Oscilações Contínuas ou Oscilações Mantidas). Determine, através desse método, os valores para K_P , T_I e T_D de um controlador PID. (Valor: 0,5).

O LGR do processo, traçado usando apenas o controlador P, através da variação de seu ganho K_P é mostrado na figura a seguir. Nota-se que dois dos ramos do LGR caminham para o semi-plano direito do plano complexo.



b) Qual é o valor do ganho K_P que corresponde aos dois polos localizados exatamente sobre o eixo imaginário? Qual é o valor da frequência de cruzamento do LGR com o eixo imaginário? Calcule esses dois valores empregando algum método analítico. Compare os resultados obtidos neste item com aqueles disponíveis a partir das curvas de resposta mostradas na primeira figura desta questão. (Valor: 2,0).