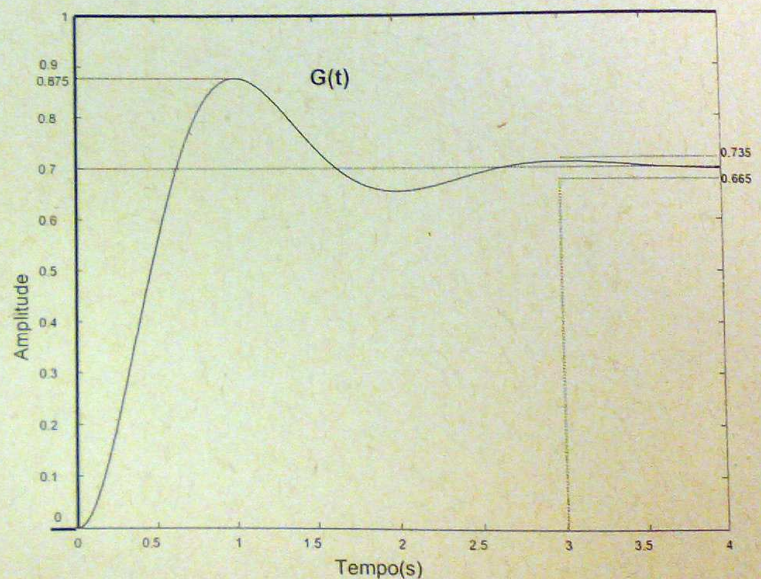
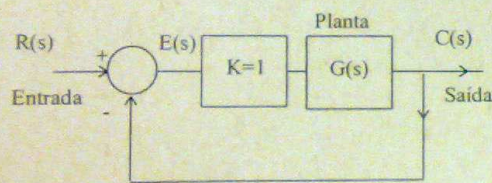


e) Tempo de prova: 100 (cem) minutos.

Nota	Q1(3,5 pts)	Q2(3,0 pts)	Q3(3,5 pts)

1ª QUESTÃO

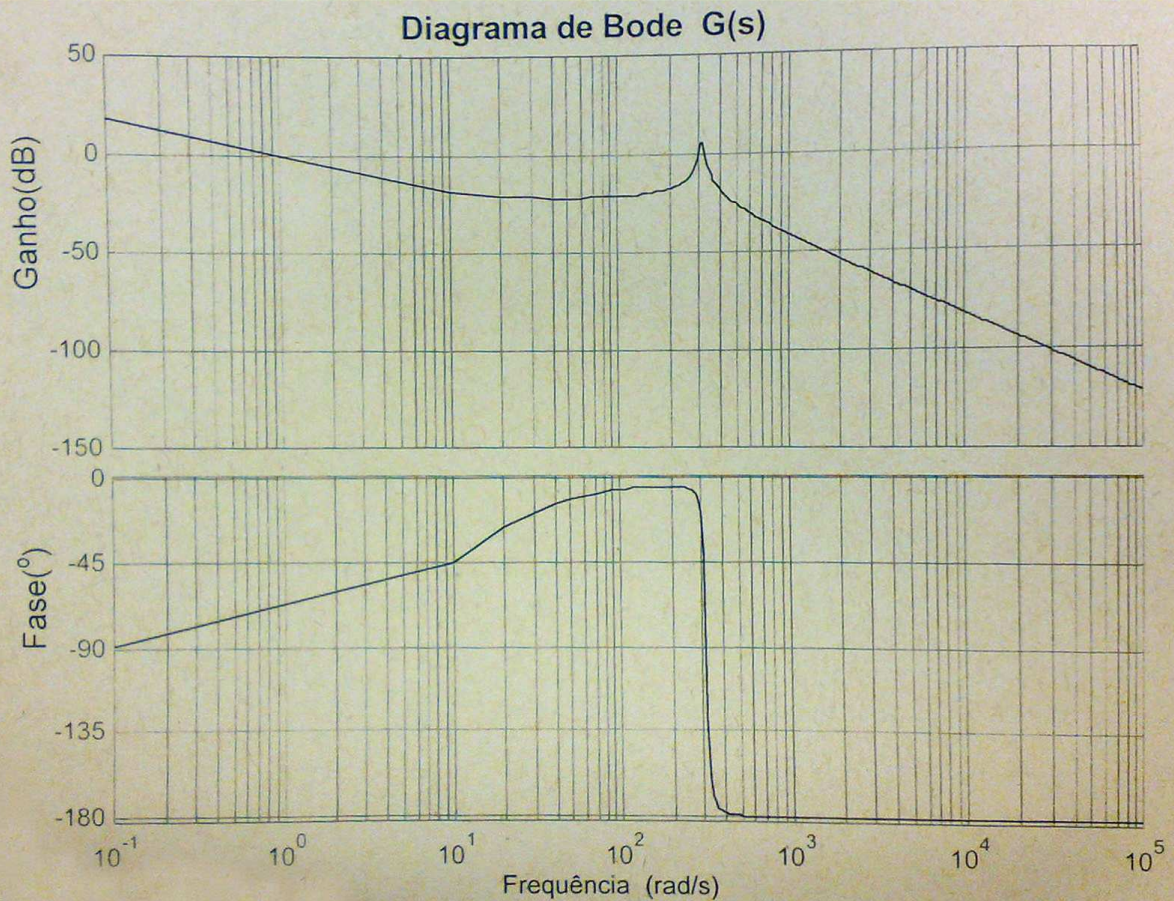
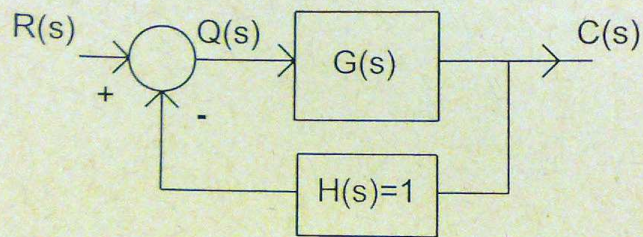
Considere o sistema de controle realimentado descrito pelo diagrama de blocos. Sabe-se que a planta $G(s)$ é um sistema de segunda ordem, sem zeros e estável em malha aberta. A figura abaixo apresenta a resposta da planta $G(s)$ para uma entrada do tipo degrau unitário.



- A. Para $K=1$, aplica-se um degrau de amplitude unitária na entrada $r(t)$ do sistema do sistema em malha fechada. Decorrido um longo intervalo de tempo (por ex. 1 hora) qual será a amplitude do sinal de saída $c(t)$?
- B. B) Qual a influência de incrementos no ganho K sobre o tempo de acomodação (admita banda de tolerância de 5%) da resposta no tempo do sistema em malha fechada para uma entrada do tipo degrau, tomando como base o valor obtido em malha aberta? Justifique sua resposta.
- C. C) Com o sistema em malha fechada, como varia o sobressinal da resposta no tempo em relação a condição em malha aberta para uma entrada do tipo degrau quando se aumenta o ganho K ? Justifique
- D. D) Com o sistema operando em malha fechada, aumenta-se o ganho de malha para $K=3$. Qual o erro em regime estacionário para uma entrada em rampa com inclinação unitária?

2ª QUESTÃO

Para o sistema de controle elétrico, cujo diagrama de blocos é apresentado abaixo, foi obtida a resposta em frequência da função $G(s)$ representada pelo Diagrama de Bode indicado na sequência:

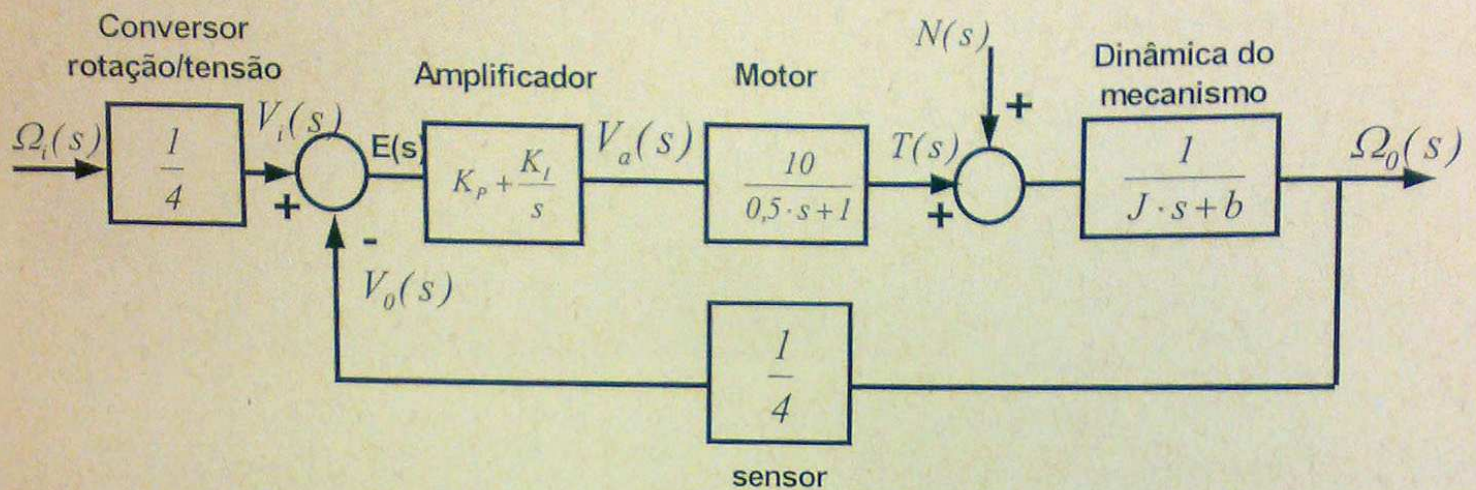


Pedem-se:

- A.** Com o sistema em malha fechada, determinar o valor da resposta $c(t)$ para uma entrada do tipo $r(t)=2t$ decorrido um longo intervalo de tempo.
- B.** Com o sistema em malha fechada, aplica-se um sinal $v(t) = 10\sin(t+\pi/2)$ na entrada $r(t)$ do sistema. Decorrido um longo intervalo de tempo, determinar a expressão para o sinal de saída $c(t)$.

3ª QUESTÃO

O diagrama de blocos abaixo apresenta o controle de rotação de um gravador de fita sendo $\omega_i(t)$ e $\omega_o(t)$ os valores de referência e atual da rotação da bobina da fita. A dinâmica do mecanismo tem um momento de inércia $J=0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ e um atrito viscoso $b= 1 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}/\text{rad}$. O amplificador que alimenta o motor utiliza um controlador do tipo PI (proporcional integral) com ganhos K_P e K_I .



- Quais são os valores possíveis para os ganhos $K_P > 0$ e $K_I > 0$ de maneira que o sistema em malha fechada seja estável?
- Considere que K_P e K_I tenham sido fixados de maneira que o sistema seja estável. Com o sistema inicialmente em repouso, ou seja, $\omega_i=0$, aplica-se uma perturbação de torque $n(t)$ ao sistema em forma de degrau unitário. Calcule o valor de $\omega_o(t)$ após a passagem de um **longo** intervalo de tempo da aplicação do degrau.
- Repetindo o procedimento do item anterior, desta vez aplica-se um degrau unitário na entrada $\omega_i(s)$ sem nenhuma perturbação, ou seja, $n(t)=0$. Calcule o valor de $e(t)$ após a passagem de um **longo** intervalo de tempo da aplicação do degrau.
- De que maneira o valor de $\omega_o(t)$ calculado nos itens anteriores depende dos valores escolhidos de K_P e K_I ? E das amplitudes dos degraus? Justifique suas respostas.