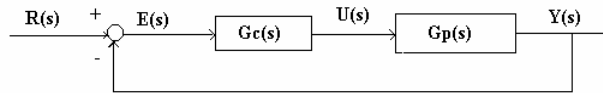


SISTEMAS DE CONTROLE II

1ª LISTA DE EXERCÍCIOS

Nas questões em que houver necessidade suponha o seguinte sistema de controle em malha fechada



1) Uma planta está sendo controlada por um controlador **PID** conforme a figura acima e suponha que a função de transferência do controlador **PID** é dada por

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s$$

A constante K_p pode variar entre um valor mínimo K_{pmin} e um valor máximo K_{pmax} . Em um dado momento K_p está em seu valor máximo (K_{pmax}) e um aluno, ao mudar a referência (set-point) de um valor para outro, observa que a saída da planta está apresentando um transitório lento (tempo de estabilização elevado) e com oscilações de grande amplitude. Quais as mudanças nos parâmetros K_p , K_i e K_d que você sugeriria ao aluno para que a saída da planta passasse a apresentar um comportamento rápido (tempo de estabilização pequeno) e com oscilações de pequena amplitude?

2) Um engenheiro projetou um controlador **PID** e sugeriu que, na sua implementação, a parte proporcional fosse colocada na realimentação. Você encontra alguma justificativa para esta atitude do engenheiro? Se for o caso, cite alguma possível aplicação para esta estrutura. Justifique sua resposta.

3) Suponha que a planta é um motor de corrente contínua controlado pela armadura, com a função de transferência entre a velocidade (w) e a tensão de armadura (v) dada por

$$\frac{W(s)}{V(s)} = \frac{1}{s+2}$$

Desejamos posicionar o eixo do motor em uma determinada posição de referência fixa. Sabendo que a relação entre a velocidade (w) e a posição (θ) do eixo do motor é

$$\theta(s) = \frac{1}{s} W(s)$$

comente (justificando) se a situação descrita abaixo é possível e se o procedimento adotado por um engenheiro é correto.

“O movimento do eixo do motor foi lento e oscilatório e a posição do eixo do motor não apresentou erro em regime permanente. O engenheiro sugeriu um controlador PID”.

4) Uma planta tem a seguinte função de transferência $G_p(s) = \frac{2}{(s+1)(s+2)}$. Qual seria a amplitude mínima de um controlador à relé para que o sistema de controle em malha fechada apresente **erro em regime permanente nulo para uma referência tipo degrau**?

5) Considere que a planta tem a seguinte função de transferência $G_p(s) = \frac{2(s+a)}{(s+1)(s+3)}$. Um engenheiro deseja mudar o zero de $-a$ para $-b$, $b \neq a$. É possível esta mudança? Se sim, qual seria o controlador que o engenheiro indicaria? Existiria alguma restrição na técnica proposta pelo engenheiro? Explique as razões.

6) Uma planta tem a função de transferência dada por $G_p(s) = \frac{0,5(s+20)}{s(s+30)}$. Um engenheiro propôs as seguintes especificações de desempenho para o sistema em malha fechada: o sistema deve ter um único zero e este **zero deve estar em -10 , $T_{s2\%} \leq 0,8s$, sem oscilações e e.r. $\leq 0,01$ para $r(t) = 1, \forall t \geq 0$** . Projete o controlador mais simples para atender estas especificações.

7) Um engenheiro não conseguiu projetar um controlador **PID** para uma dada planta nem pelo Método da Sensibilidade nem pelo Método da Curva de Reação de Ziegler-Nichols. Você poderia sugerir uma possível função de transferência para a planta?

8) Projete um controlador **PID** para a planta com a função de transferência $G_p(s) = \frac{1}{(s+1)^3}$ pelo método da sensibilidade de Ziegler-Nichols.

9) Uma planta tem a seguinte função de transferência $G_p(s) = \frac{2}{s(s+2)}$. Projete o controlador mais simples pelo método polinomial para que o sistema de controle em malha fechada apresente **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq 2s$ e erro em regime permanente nulo para $r(t)=1, \forall t \geq 0$.**

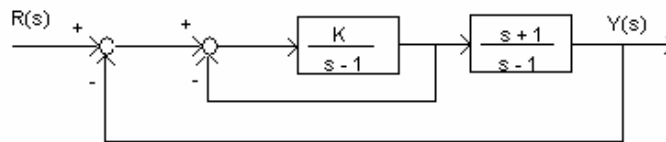
10) Uma planta tem a seguinte função de transferência $G_p(s) = \frac{2}{(s+1)(s+2)}$. Projete o controlador mais simples pelo método polinomial para que o sistema de controle em malha fechada apresente **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq 2s$ e erro em regime permanente nulo para $r(t)=1, \forall t \geq 0$.**

11) Um sistema apresenta a seguinte função de transferência em malha fechada $G_T(s) = \frac{N(s)}{s^3 + 12s^2 + 20s + K}$. Usando o método do Lugar das Raízes, obtenha a faixa de valores de **K** para que o sistema em malha fechada seja estável.

12) Em um sistema de controle em malha fechada o controlador tem $G_c(s) = \frac{K}{s}$ e a planta tem $G_p(s) = \frac{1}{(s+1)(s+3)(s+5)}$.

- Obtenha o Lugar das Raízes e os valores de **K** para os quais o sistema é estável.
- Para que valor de **K** o sistema tem pólos dominantes com $\xi=0,5$? Para este valor de **K** determine $T_{s2\%}$.
- A partir de que valor de **K** o sistema passa a apresentar oscilações devido aos pólos dominados?
- A partir de que valor de **K** o sistema passa a apresentar oscilações devido aos pólos dominantes? Para este valor de **K**, qual o erro em regime permanente para uma referência $r(t)=t, \forall t \geq 0$?

13) Desenhe o Lugar das Raízes para o sistema abaixo



14) A forma simplificada da função de transferência de malha aberta de um avião com piloto automático é $A(s) = \frac{K(s+1)}{s(s-1)(s^2+4s+16)}$. Obtenha o Lugar das Raízes e encontre a faixa de valores de **K** para que o sistema em malha fechada seja estável.

15) Em um sistema de controle em malha fechada a planta tem $G_p(s) = \frac{1}{(s+P_1)(s+P_2)}$, com $P_2 > P_1 > 0$. Esboce os Lugares das Raízes para este sistema considerando o controlador de cada uma das seguintes formas:

- K** (controlador proporcional)
- $\frac{K}{s}$ (controlador integrativo)
- $\frac{K}{s^2}$ (controlador duplo integrativo)

Qual é a conclusão que você observa em relação à estabilidade? Compare com a conclusão obtida no estudo de desempenho em regime permanente.

16) Em um sistema de controle com realimentação unitária a planta tem a seguinte função de transferência $G_p(s) = \frac{1}{s(s+2)(s+10)}$. Projete o controlador mais simples pelo método do Lugar das Raízes para que o sistema em malha fechada tenha **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq 4s$ e erro em regime permanente nulo para $r(t)=t, \forall t \geq 0$.**

17) Em um sistema de controle em malha fechada a planta tem $G_p(s) = \frac{1}{s^2(s+1)}$. Projete o controlador mais simples pelo Método do Lugar das Raízes para que o sistema em malha fechada tenha **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq 8s$ e erro em regime permanente nulo para $r(t)=t, \forall t \geq 0$.**

18) Em um sistema de controle em malha fechada a planta tem $G_p(s) = \frac{16}{s(s+1)}$. Utilize o Método do Lugar das Raízes para projetar o controlador mais simples para que o sistema em malha fechada tenha

a) **P.O. $\leq 16,3\%$, $T_{s2\%} \leq 1,6s$ e erro em regime permanente nulo para $r(t)=1, \forall t \geq 0$.**

b) **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq \frac{8}{7} s$ e erro em regime permanente menor ou igual a 0,01 para $r(t)=t, \forall t \geq 0$.**

19) Considere que uma planta com a função de transferência $G_p(s) = \frac{1}{s(s+1)(s+2)(s+3)}$ está submetida a uma perturbação do tipo degrau em sua saída. Projete o controlador mais simples de tal forma que o efeito em regime permanente desta perturbação seja nulo, sem alterar significativamente o valor do ganho que torna o sistema em malha fechada instável (antes da introdução do controlador).

20) Em um sistema de controle em malha fechada a planta tem a função de transferência $G_p(s) = \frac{2}{s+1}$. Utilizando o Método do Lugar das Raízes, projete o controlador mais simples que atenda as seguintes especificações de desempenho: **$T_{s2\%} \leq 4s$, sem oscilações e erro em regime permanente nulo para referência tipo degrau.**

21) Em um sistema de controle em malha fechada a planta tem a função de transferência $G_p(s) = \frac{1}{s(s+2)(s+10)}$. Utilizando o Método do Lugar das Raízes, projete o controlador mais simples que atenda as seguintes especificações de desempenho: **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq 2s$ e erro em regime permanente menor ou igual a 1 para a referência $r(t)=t$.**

22) Considere que a planta tem a seguinte função de transferência $G_p(s) = \frac{2}{s(s+2)}$. Utilizando o Método do Lugar das Raízes, projete o controlador mais simples para que o sistema de controle em malha fechada atenda as seguintes especificações de desempenho: **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq 4s$ e erro em regime permanente nulo para referência tipo degrau.**

23) Considere que a planta tem a seguinte função de transferência $G_p(s) = \frac{2}{s(s+1)(s+3)}$. Projete o controlador mais simples para que o sistema de controle em malha fechada atenda as seguintes especificações de desempenho: **P.O. $\leq 5\%$, $T_{s2\%} \leq 20s$ e erro em regime permanente nulo para referência tipo rampa.**