DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AEROESPACIAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

Lista de Exercícios 03

Disciplina: EES-10/EES-22 – Controle Clássico I

Professora: Gabriela W. Gabriel

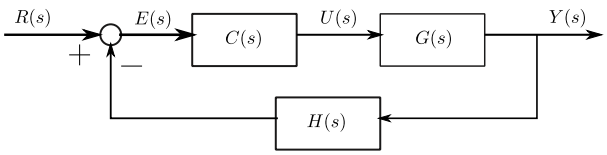

Figura 1 – Malha de controle padrão.

1. Considere um sistema

$$G(s) = \frac{1}{(s+2)(s+3)}$$

controlado através de uma malha de realimentação unitária do tipo apresentado na Figura 1, com um controlador PI. Deseja-se realizar o projeto de forma a termos overshoot de 16,5% e tempo de subida de 1,2 [s], critério 5-95%. Para o projeto, faça um esboço do LGR, determine a região de projeto e realize o projeto através do método algébrico.

2. Seja o sistema da Figura 1, com um controlador do tipo proporcional e realimentação unitária. Para este sistema a função de transferência do processo é

$$\mathrm{G(s)} = \frac{1}{\mathrm{s}^2(s+10)}$$

   a) Projete um controlador que leve a uma frequência natural de oscilação de 1,6 rad/s.
   b) Estime o valor de overshoot e tempo de estabilização para este sistema.
   c) Uma aproximação de segunda ordem é válida para este sistema?

d) Utilizando o MATLAB, verifique o seu projeto comparando os valores obtidos com os esperados. Comente.

3. Para o sistema da Figura 1, com realimentação unitária negativa, e função de transferência

$$G(s) = \frac{K}{s(s+3)(s+6)}$$

determine um controlador do tipo PID de forma a produzir uma resposta ao degrau com máximo overshoot de 20%, tempo de acomodação de 2 s e respostas ao degrau e a rampa com erro em regime nulo. Verifique seu projeto utilizando o MATLAB.

4. Utilizando os métodos de Ziegler-Nichols para ajuste de PID, projeto um controlador para a planta

$$G(s) = \frac{1}{s^3 + 2s^2 + 2s}$$

Considere o sistema com realimentação unitária negativa.

5. Considere um processo

$$G(s) = \frac{s+2}{s(s-6)}$$

Deseja-se controlar este processo utilizando-se uma malha de controle conforme a apresentada na Figura 1 com realimentação unitária e controlador proporcional. O sistema controlado deverá apresentar o menor tempo de estabilização possível.

6. A função de transferência de um motor é

$$G(s) = \frac{45}{(s+9)(s+5)}$$

Projete um controlador do tipo PI, com realimentação unitária negativa de forma que o sistema em malha fechada apresente tempo de subida de aproximadamente 0,2s e máximo overshoot the 20%.

7. Considere o sistema de segunda ordem

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 2\xi s + 1}$$

Deseja-se controlar este sistema com função de transferência do tipo $C(s) = \frac{K(s+a)}{s+b}$ em uma estrutura de controle com realimentação unitária negativa.

a. Quais os valores de K, a, b para que o sistema seja do Tipo 1?
b. Quais as restrições sobre K, a, b de forma que o sistema seja do Tipo 1 e estável em MF?
c. Quais as restrições sobre a, b para que o sistema seja do Tipo 1 e o sistema em MF seja estável para todo K?

8. Considere o sistema do Tipo 1 apresentado na Figura 2. Deseja-se projetar um controlador que satisfaça as seguintes especificações: (1) o valor de $y(t)$ em estado estacionário deve ser menor que 4/5 para uma perturbação em forma de constante unitária, (2) o coeficiente de amortecimento deve ser $\xi = 0{,}7$. Utilizando o LGR,
   a. Mostre que um controlador proporcional não é adequado.
   b. Mostre que um controlador proporcional-derivativo é adequado.
   c. Encontre valores de ganho K_P, K_D tal que as especificações sejam satisfeitas.

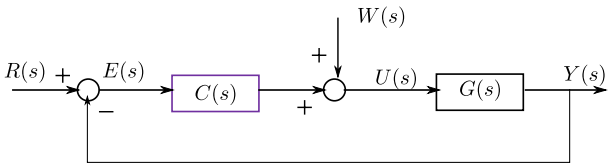

Figura 2 – Malha de controle.

Observação:

Outros exercícios podem ser encontrados nos livros de referência do curso, em especial no NISE (capítulos 8 e 9).