

PTC3313 - Sistemas de Controle

Lista de Exercício sobre Compensação

Profs. Fuad e Diego

Exercício 1

Considerando o sistema em malha fechada na figura 1, projete um compensador por avanço de fase $H(s)$ de modo que a margem de fase seja 45 graus, a margem de ganho não seja inferior a 8 dB e a constante de erro estático de velocidade K_v seja de $4,0 s^{-1}$. Pede-se:

1. Diagramas de Bode de malha aberta, para o sistema compensado e não-compensado, destacando as frequências de cruzamento de ganho e de fase, margem de ganho e margem de fase;
2. Diagramas de Bode de malha fechada, destacando pico de ressonância, frequência de ressonância e banda-passante para sistema compensado e não-compensado;
3. Esboce a resposta ao degrau unitário para o sistema em malha fechada, destacando no esboço: tempo de subida, tempo de pico, sobressinal, tempo de acomodação a 2 % e erro estacionário;
4. Resposta à rampa unitária para o sistema em malha fechada, destacando o erro estacionário;

A planta tem função de transferência:

$$G(s) = \frac{1}{s(0,1s + 1)(s + 1)}$$

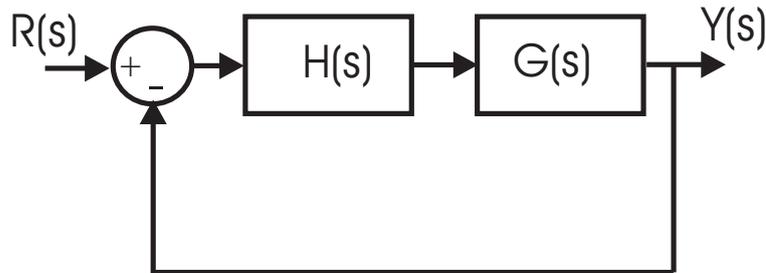


Figura 1: Sistema de Controle

Obs. Gráficos para sistemas compensado e não compensado devem ser colocados juntos para efeito de comparação.

Exercício 2

Considere o sistema mostrado na figura 1 cuja planta tem função de transferência $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$. Projete um compensador $H(s)$ de modo que a constante de erro estático de velocidade seja $50 s^{-1}$, a margem de fase seja 50 graus e a margem de ganho não seja inferior a 8 dB. Repita os mesmos cinco itens do exercício anterior para este projeto.

Exercício 3

Considere o sistema da figura 1. Projete um compensador por atraso e avanço de fase, de modo que K_v seja $20 s^{-1}$, margem de fase de 60 graus e margem de ganho seja menor que 8 dB. A função de transferência da planta é dada por:

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)(s+5)}$$

Repita os mesmos cinco itens do exercício anterior para este projeto.

Exercício 4

Um sistema em malha fechada possui um processo a controlar dado por

$$G(s) = \frac{20}{s(1+0,1s)(1+0,05s)}$$

Selecione um compensador $H(s)$ de modo que a margem de fase do sistema seja pelo menos 75 graus. Usar para tanto um compensador de avanço de fase de dois estágios, cuja função de transferência é do tipo

$$H(s) = \frac{K(1 + \frac{s}{\omega_1})(1 + \frac{s}{\omega_3})}{(1 + \frac{s}{\omega_2})(1 + \frac{s}{\omega_4})}$$

O erro estacionário à rampa deve ser de 2 %. Utilize MATLAB para este exercício, apresentando os mesmos cinco gráficos do exercício anterior.

Exercício 5

Uma função de transferência em malha aberta é dada por

$$G(s)H(s) = \frac{K e^{-sT}}{(s+1)(s+3)}$$

1. Para $T = 0,5 s$, determine um valor de K adequado de modo que o sobressinal da entrada ao degrau unitário seja menor que 30 %. Determine o erro estacionário para este caso;
2. Para melhorar o erro estacionário, ou seja, deixá-lo menor que 2 %, acrescente em cascata um compensador $H_1(s) = \frac{s+2}{s+b}$, onde b pode ser escolhido convenientemente.

Obs. Utilize, para o projeto, MATLAB. Apresente os gráficos de resposta ao degrau, destacando sobressinal, tempo de subida e tempo de acomodação a 2 %.

Exercício 6

Um computador usa uma impressora como dispositivo de saída. Deseja-se manter a exatidão do controle de posição do cabeçote enquanto o papel se move rapidamente através da impressora. A função de transferência entre tensão de entrada no amplificador (antes do motor) e a posição do cabeçote é dada por:

$$G(s) = \frac{0,15}{s(s+1)(5s+1)}$$

Projete uma estrutura de compensação por avanço de fase de modo que a banda-passante em malha fechada seja $0,75 rad/s$ e a margem de fase seja 30 graus.

Exercício 7

Uma equipe de engenharia tentou projetar um controlador para um processo (planta) cuja função de transferência é $G(s) = \frac{10}{s(s+10)}$. Buscou-se selecionar um controlador $H(s)$ que garantisse uma margem de fase de 50 graus. Os projetos feitos foram de um controlador proporcional e de um controlador por avanço de fase. Projete estes mesmos controladores para atender esta especificação e apresente todos os parâmetros importantes do sistema resultante (banda-passante, margem de ganho, margem de fase, pico de ressonância, frequência de ressonância, tempo de subida, tempo de pico, tempo de acomodação e porcentagem de sobressinal). Com base em todos estes dados, diga qual desses compensadores você escolheria. Justifique.

Exercício 8

Um avião de combate possui uma função de transferência entre $\dot{\theta}$ (velocidade de arfagem, em rad/s) e δ (ângulo de deflexão do profundor, em rad), dada por:

$$\frac{\dot{\theta}(s)}{\delta(s)} = \frac{-10(s+1)(s+0.01)}{(s^2+2s+2)(s^2+0.02s+0.0101)}$$

Nota-se que há dois pares de pólos complexos conjugados correspondentes aos modos naturais de PERÍODO CURTO e FUGOIDAL. O modelo completo precisa incluir ainda a dinâmica do atuador, em série com a planta, e que é $-10/(s+10)$. Projete um compensador $H(s)$ de modo que:

- O tempo de acomodação a 2% seja menor que 2,0 segundos;
- O sobressinal menor que 10% à resposta ao degrau;

Plote a resposta ao degrau para uma referência de 5 e 10 rad/s . Use MATLAB para o projeto e geração de figuras.