



Universidade Federal de Uberlândia

Disciplina de Sinais e Sistemas 2

– Lista de exercícios extras –

Prof. Alan Petrônio Pinheiro

Faculdade de Engenharia Elétrica

Versão 1.0 – 2018

Observações:

- a) *Você pode (e deve, se necessitar) tirar dúvidas sobre a resolução de problemas desta lista durante o horário de atendimento*
- b) *Esta lista tem que ser entregue digitalizada por email (alan_petronio@yahoo.com.br) até a data estipulada. Não serão recebidos trabalhos entregues posteriormente. Sua caixa “enviados” será seu comprovante de entrega.*
- c) *A maior parte das questões (senão todas) pode ser resolvida computacionalmente. Empregue o software que desejar. Um dos propósitos da lista é incentivar o(a) estudante a aprender (extra-classe) ferramentas que podem auxiliá-lo na aprendizagem e na resolução de problemas de forma intuitiva e profissional.*
- d) *Onde não for claramente explicitado, o estudante pode escolher em resolver a questão de forma puramente computacional e/ou algébrica*
- e) *Junto a este documento, seguem outros arquivos necessários para fazer algumas das questões (sinais registrados, coeficientes, etc). O pacote completo pode ser baixado no site www.alan.eng.br*
- f) *Se você desejar fazer alguns cálculos no papel, fique a vontade. Depois de feitos, escaneie eles (digitalize-os) e insira no arquivo digital que você deve enviar. Não precisa ficar digitando equações em editores de texto (perde-se muito tempo por tão pouco).*

1¹) (10%) Considere que um dado sistema é constituído por uma ligação em cascata (série) de dois sistemas contínuos no tempo com resposta em frequência $H_1(j\omega)$ e $H_2(j\omega)$, respectivamente. Considere que o sistema como um todo tem resposta $H_{\text{total}}(j\omega)$ e que a função transferência destes dois sistemas são dadas pelas equações abaixo.

$$H_1(j\omega) = \frac{640(j\omega+1)}{(j\omega+8)(j\omega+40)} \quad H_2(j\omega) = \frac{0.01(j\omega+40)}{(j\omega+1)(j\omega+8)}$$

Com base nisto, pede-se:

- a) Qual equação de $H_{\text{total}}(j\omega)$?
- b) Esboce o gráfico de Bode de $H_1(j\omega)$, $H_2(j\omega)$ e $H_{\text{total}}(j\omega)$. Compute também os gráficos (em escala log) destas três equações e compare a diferença entre o esboço assintótico de Bode com o gráfico

¹ Questão baseada no exercício 6.12 do livro texto

precisamente calculado por computador. Mostre os gráficos e o código empregado para gerar os gráficos.

c) Passe os gráficos anteriores para escala linear (apenas mostres os gráficos; não precisa mostrar códigos aqui).

d) se injetarmos uma frequência de 1Hz e 60Hz, de quanto será o ganho/atenuação para estas duas frequências? Mostre como você chegou a este valor.

2) (20%) Um sistema discreto é regido pela seguinte equação de diferenças:

$$y[n] - y[n-1] + \frac{1}{4}y[n-2] = x[n] + \frac{1}{4}x[n-1] - \frac{1}{8}x[n-2]$$

a) encontre a equação de sua resposta em frequência e plote seu gráfico.

b) Este sistema é estável? Justifique

c) Se aplicarmos um degrau $u[n]$ à entrada deste sistema, qual sua saída (mostre o gráfico de $y[n]$)?

3²) (10%) Considere os sinais “sinal_questao3a.wav” e “sinal_questao3b.wav” que acompanham esta lista. Usando um programa de computador de cálculo número qualquer, mostre o espectro de magnitude das frequências deste ambos os sinais. A partir destes gráficos, faça:

a) Mostre o espectro de ambos os sinais

b) Comente sobre o formato dos espectros e o que interpretações você dá a eles

c) No caso do sinal “sinal_questao3b.wav”, avalie em separado os trechos entre amostras $2000 \leq n \leq 2800$ e $3.600 \leq n \leq 4.400$.

4) (20%) Você está recebendo um arquivo de audio “sinal_questao4.wav” que contém uma famosa música. Foi inserido nela um ruído (entre as frequências de 2200 a 2210Hz). Para suprimir este ruído, foi projetado um sistema discreto realimentado cujos coeficientes ‘a’ e ‘b’ estão disponíveis no arquivo questao4.m. Com base nisto, faça:

a) Plote o espectro do sinal para conferir se a região próxima de 2200Hz de fato tem “sujeira” spectral.

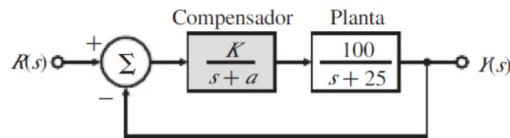
b) Pegue o sinal ruidoso e passe pelo sistema cujos coeficientes ‘a’ e ‘b’ foram dados. Grave o áudio da saída e ouça o que aconteceu. Plote o espectro do sinal de saída e compare o espectro de entrada descrevendo o que você ouviu de diferença.

c) Qual a resposta em frequência (magnitude) do sistema cujos coeficientes foram fornecidos?

Observação: observe que os códigos de abrir e salvar sinais de áudio estão dentro do arquivo .m desta questão; o código para aplicar a equação de diferença de um sistema a um sinal no Matlab chama ‘filter’. Consulte esta função no help do Matlab para ver como usá-la. Se preferir, aplique a equação de diferenças por programação usando laço ‘for’.

² Observe que esta questão já vem com um arquivo em Matlab para exibir espectros de sinais. O Matlab tem versões gratuitas para estudantes. Se preferir, use outro programa gratuito com mesma finalidade.

5³) (20%) Para o dado sistema abaixo com realimentação unitária, especifique o ganho e a localização dos polos do compensador tal que a resposta ao degrau do sistema em malha fechada tenha um sobressinal não maior que 25% e um tempo de acomodação (1%) igual ou inferior a 0,1s.

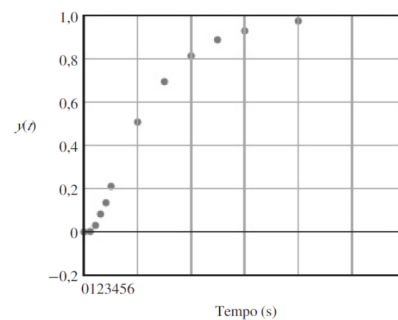


Com base nisto, faça:

- Mostre graficamente como o sistema ao todo se comporta quando aplicamos a ele um degrau;
- Mostre graficamente onde estão os polos e zeros do sistema. Como você fez matematicamente para achar o valor de 'a' e 'K' na figura para que eles atendessem ao enunciado?

6⁴) (20%) Encontre a função de transferência que gera os dados apresentados na tabela abaixo os quais também são apresentados no gráfico. Estes dados foram coletados de um determinado Sistema em laboratório.

t	$y(t)$	t	$y(t)$
0,1	0,000	1,0	0,510
0,1	0,005	1,5	0,700
0,2	0,034	2,0	0,817
0,3	0,085	2,5	0,890
0,4	0,140	3,0	0,932
0,5	0,215	4,0	0,975
		∞	1,000



Com base nisto, responda:

- Qual a função transferência (comportamento matemático) deste sistema?
- Mostre graficamente o comportamento em frequência (ou Bode) deste sistema.

³ Adaptação da questão 3.25 da sexta edição do livro "Sistemas de Controle para Engenharia" dos autores Gene Franklin e co-autores.

⁴ Adaptação do exemplo 3.35 da sexta edição do livro "Sistemas de Controle para Engenharia" dos autores Gene Franklin e co-autores.