



Universidade Federal de Uberlândia

Disciplina de Sinais e Sistemas 2

– Lista 1 de exercícios extras –

Prof. Alan Petrônio Pinheiro

Faculdade de Engenharia Elétrica

Versão 1.1

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, podem seguir 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 à vontade. Depois de feitos, escaneie eles (digitalize-os) e insira no arquivo digital que você deve enviar. Não há necessidade de “perder tempo” digitando equações em editores de texto. Mas tenha capricho, pelo menos na organização e sistematização do seu pensamento.*

1¹) 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 das 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 mostre 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) Este exercício tem o propósito de trabalhar com sinais, sistemas e como sistemas processam sinais. Para isto, faça em algum software de simulação numérica:

a) Gere 1 sinal composto pelos componentes indicados na fórmula abaixo. Plote o sinal.

$$x(t) = 5\sin(2\pi 1000t) + 2\cos(2\pi 3000t) + 0.5\cos(2\pi 5000t)$$

Plote:

a.1) O sinal $x(t)$ gerado

a.2) O espectro de $x(t)$. Para isto, pode usar uma adaptação do código da questão 3.

b) Agora, deve-se produzir um sistema capaz de suprimir de $x(t)$ as componentes 3k e 5kHz. Um sistema (digital, pois estamos usando o computador) é um conjunto de coeficientes. Para te ajudar no projeto, estude o código da “questao2.m” e o adapte para gerar os coeficientes do sistema que deve ser usado para tirar estas componentes de frequências indesejadas. Plote a resposta em frequência do sistema produzido.

c) Utilizando o recurso de convolução, filtre² o sinal $x(t)$ gerado passando-o pelo sistema que você fez no item anterior. Ao final, mostre o sinal filtrado (no tempo e na frequência)

3) 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 $3.600 \leq n \leq 4.400$.

Observação: esta questão já vem com um arquivo em Matlab, nomeado como questao3.m. Você pode usar ele para exibir espectros de sinais. O Matlab tem versões gratuitas para estudantes. Se preferir, use outro programa gratuito com mesma finalidade.

4) (20%) Você está recebendo um arquivo de audio “sinal_questao4.wav” que contém uma famosa música. Foi inserido nela um ruído “leve” nele. Ouça o áudio e tente identificar este ruído no fundo. Adicionalmente, 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:

² Dica: você pode usar a função “conv” ou montar a equação de diferenças

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.

a) Qual a resposta em frequência deste sistema?

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’. Este código já está praticamente todo pronto. A intenção desta questão é mais estimulá-lo a entender o processo de interação sinal-sistema com base neste código e “ver” (melhor dizendo, ouvir) os resultados de maneira mais prática.

5) Selecione uma música que você gosta e nela, selecione um trecho onde a voz do cantor(a) aparece de forma “sustentada” e de preferência sem barulho de instrumentos no fundo. Depois de selecionado este trecho de música, pede-se:

a) Plote o espectro de magnitude do sinal para ver as componentes de frequência de seu cantor(a) e indique qual é a frequência fundamental de vibração da voz dele e até que harmônica ele consegue chegar.

Obs.: esta questão deve vir acompanhada do código usado para resolver o problema.

6) Considere o sinal $x(t)$ da questão 2. Ele tem três componentes de frequência e vai da banda de 1k até 5kHz. Usando a propriedade de modulação de Fourier, desloque o espectro deste sinal para a faixa de 101k até 105kHz. O espectro tem que ser mantido em sua forma. Ele deve apenas ser deslocado. Para isto, mostre o espectro do sinal original e o espectro do sinal modulado (deslocado). Indique como isto foi feito.

Obs.: esta questão deve vir acompanhada do código usado para resolver o problema.
