



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

ES879 – SISTEMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS

AULA 9 – Exercícios

Prof. Tiago Henrique Machado

tiagomh@fem.unicamp.br

Bloco FE2 – Laboratório de Máquinas Rotativas (LAMAR)

Campinas, 2º semestre de 2019

Conteúdo da Aula Anterior

Equações a Diferenças

- ✓ Comportamento da Solução Homogênea para Raízes Reais;
- ✓ Comportamento da Solução Homogênea para Raízes Complexas;
- ✓ Círculo Unitário de Estabilidade no Plano Complexo.

Problema Exemplo 9.1

Podemos modelar um ouvido humano como sendo um filtro analógico monotônico com um limite de frequência mínimo e máximo sonoro. Seu projeto necessita criar um sistema embarcado que simula a audição humana para perceber quais os efeitos de certas frequências sonoras na psique do indivíduo.

Você ficou encarregado com a parte fácil do projeto, que é criar a modelagem e os requisitos do sistema na aquisição e o tratamento dos dados. Enquanto o resto da equipe fica responsável pela modelagem discreta de uma mente humana.

Sabendo que o ouvido humano se comporta da seguinte maneira:

- ✓ Temos uma atenuação de -2dB nas frequências limites da audição (20Hz ate 20KHz).

Problema Exemplo 9.1

- ✓ Temos uma atenuação de -15dB na região de Rejeita-Banda para a frequência de 11Hz e uma atenuação de -20dB para a frequência de 40KHz.

Sabendo disso:

- (1) Identifique a Ordem n do Passa Baixa equivalente;
- (2) Encontre a função de transferência do Passa Baixa normalizado;
- (3) Encontre a nova frequência de corte do Passa Baixa equivalente. Depois encontre a nova função de transferência que representa o filtro Passa Baixa equivalente.

Problema Exemplo 9.1

(4) Encontre a função de transferência que modele a aquisição de um sinal sonoro feita pelo ouvido humano utilizado a transformação Passa Baixa para Passa Banda.

Solução:

Dados: requisitos para simular a audição humana.

Resultado desejado: ordem e função de transferência do filtro passa-baixa equivalente e função de transferência do passa-banda que simula a audição humana.

Hipóteses: filtro analógico Butterworth.

Problema Exemplo 9.1

Gabarito:

$$(1) \quad n = 4$$

$$(2) \quad H_{PBnorm} = \frac{1}{s^4 + 2,611s^3 + 3,411s^2 + 2,611s + 1}$$

$$(3) \quad H_{PB} = \frac{2,787}{1,407s^4 + 4,359s^3 + 6,755s^2 + 6,135s + 2,787}$$

$$(4) \quad H_{PBANDA} = \frac{1,091 \times 10^{21} s^4}{2,218s^8 + 8,625 \times 10^5 s^7 + 1,679 \times 10^{11} s^6 + 1,917 \times 10^{16} s^5 + 1,096 \times 10^{21} s^4 + 3,027 \times 10^{23} s^3 + 4,187 \times 10^{25} s^2 + 3,396 \times 10^{27} s + 1,379 \times 10^{29}}$$

Problema Exemplo 9.2

Determine a resposta ao impulso do sistema descrito pela equação a diferenças abaixo ($n \geq 0$):

$$5y(n) + 3y(n-1) - y(n-2) = 2x(n) + 3x(n-1) + x(n-2)$$

Solução:

Dados: equação a diferenças do sistema.

Resultado desejado: resposta ao impulso.

Hipóteses: sistema discreto linear e invariante no tempo.

Problema Exemplo 9.2

Gabarito: a resposta ao impulso do sistema representado pela equação a diferenças fornecida é dada por: $h(n) = -0,2457(-0,8385)^n + 0,6457(0,2385)^n$.

Problema Exemplo 9.3

Projetar um filtro Butterworth passa-banda que possua os seguintes requisitos:

- ✓ $-2dB$ de atenuação nas frequências de corte de $20rad/s$ e $40rad/s$;
- ✓ $-10dB$ de atenuação rejeita-banda para $10rad/s$ e $50rad/s$.

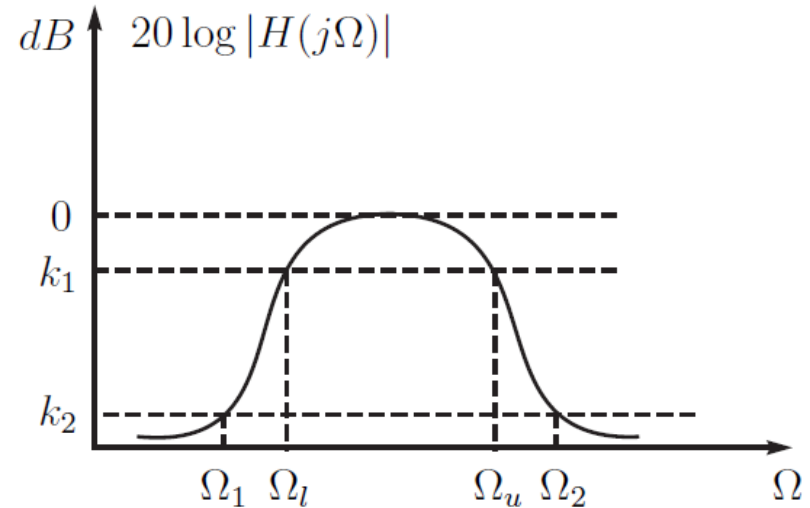
Os requisitos do filtro estão mostrados ao lado.

Solução:

Dados: requisitos para o projeto de um filtro Butterworth passa-banda.

Resultado desejado: função de transferência do filtro requerido.

Hipóteses: filtro normalizado.



Problema Exemplo 9.3

Gabarito: a resposta em frequência do filtro é

$$H_{BP}(s) = \frac{1.31e004s^3}{s^6 + 47.15s^5 + 3511s^4 + 8.854e004s^3 + 2.809e006s^2 + 3.018e007s + 5.12e008}$$

Encerramento

Final da aula 9.

Próxima aula:

Análise em Frequência.

05/09/2019