

PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS



PROJETO II

FILTROS DIGITAIS



Departamento de Eletrônica e Sistemas - UFPE



PROJETO II

FILTROS DIGITAIS

Uma das operações mais importantes em Processamento de Sinais é a filtragem, que corresponde à operação matemática de convolução linear. Neste projeto vamos examinar os filtros digitais que, como sabemos, podem ser de dois tipos: i) Filtros IIR, que tem resposta ao impulso de duração infinita; ii) Filtros FIR, que tem resposta ao impulso de duração finita.

Para as questões que se seguem, apresente os esboços solicitados, as linhas de programa (comandos Matlab ou de qualquer outro aplicativo que você usar), responda às perguntas e, caso ache interessante, acrescente comentários pessoais. Inicie seu trabalho com uma breve seção de Introdução. Ao final apresente uma seção de Conclusões e uma lista de Referências.

Parte 1: Filtros IIR

1.1) Use o comando MATLAB **butter** para projetar um filtro passa-baixas IIR de sexta ordem, com frequência de corte de 0,5 Hz; considere que a frequência de amostragem é de 4 Hz. Esboce a magnitude e a fase da resposta em frequência (RF) do filtro. Esboce também o diagrama de polos e zeros (DPZ) e a parte significativa da resposta ao impulso do filtro. Comente sobre a relação entre esses gráficos. É possível obter quaisquer dois deles a partir do terceiro?

1.2) Na transformação bilinear (TBL), considerando pelo menos três valores de T , esboce em uma mesma figura a relação entre a frequência digital ω e a frequência analógica Ω . Se a frequência de corte do filtro analógico protótipo é $\Omega_c = 2$ rad/s, como a frequência de corte ω_c varia em função de T ? Esboce essa função ($\omega_c = f(T)$).

1.3) Use a TBL para projetar um filtro digital de Butterworth passa-baixas de ordem 4 e frequência de corte 8 kHz. Considere uma frequência de amostragem de 40 kHz.

i) Qual a frequência de corte do filtro protótipo?

ii) Encontre $H(S)$ e esboce seu DPZ.

iii) Encontre $H(Z)$. Esboce a resposta em frequência, a resposta ao impulso e o DPZ de $H(Z)$.

Parte 2: Filtros FIR

2.1) Projete um filtro FIR FLG passa-altas $h[n]$ de comprimento 22 com $\omega_s = 0.2\pi$ e $\omega_p = 0.4\pi$ usando as janelas: i) Retangular; ii) Hamming. Em cada caso apresente os valores de $h[n]$, esboce a resposta ao impulso, a resposta em amplitude e o DPZ. Compare as características das respostas em amplitude dos dois filtros. Use programas/aplicativos prontos apenas para fazer os esboços pedidos. Qual desses filtros é o mais seletivo?

2.2) Projete um filtro passa-faixa de comprimento 31 por meio da janela de Kaiser, com $\beta = 4$ e 9 (são dois filtros). Considere as bandas $0 \leq \omega \leq 0,08\pi$ (banda de rejeição inferior), $0,1\pi \leq \omega \leq 0,3\pi$ (banda de passagem) e $0,4\pi \leq \omega \leq \pi$ (banda de rejeição superior). Esboce a resposta ao impulso, a resposta em amplitude e o DPZ dos dois filtros. Compare as respostas em amplitude com a resposta ideal, esboçando-as no mesmo gráfico. Qual o melhor filtro? Como o compromisso seletividade \times overshoot varia com β ?

Entrega: 1ª aula após o EE2