

## Projeto de Filtros Digitais

1) A partir das funções de transferência  $H(s)$  obtidas no trabalho de projeto de filtros de tempo contínuo, discretizar os que seguem abaixo usando o método da invariância ao impulso e da transformada bilinear

Filtros com aproximação Butterworth:

- a) Passa-baixas de segunda ordem. Detalhar a aplicação dos métodos de discretização. Ao final, comparar os resultados com os obtidos com os comandos `c2d(num, den, 'impulse')` e `c2d(num, den, 'tustin')` do Matlab.

Para os filtros abaixo, pode-se utilizar o Matlab para discretizar os mesmos:

- b) Passa-altas de segunda ordem.
- c) Passa-banda.
- d) Rejeita-banda.

Observações:

- I. A partir da função de transferência apresentar a resposta em frequência do filtro (magnitude e fase) tanto para  $H(s)$  quanto para  $H(z)$ . Sobreponha as respostas em frequência para comparação.
- II. Para os filtros a), b) e c) obter uma forma de implementação e apresentar ao menos simulações de sinais senoidais (sobrepor sinal de entrada e saída) na banda passante (próximo e afastado da frequência de corte), na frequência de corte e na banda de rejeição utilizando equações de diferenças.
- III. Para o filtro d) obtenha as representações Direta I, Direta II e suas formas transpostas e simule o filtro como no item II.
- IV. Apresente os códigos de simulação.
- V. Para os filtros em que o método da invariância ao impulso não pode ser aplicado, é suficiente apresentar o diagrama de Bode do filtro discretizado pelo método para comprovar os efeitos decorrentes. Não é necessário realizar os filtros.

2) Utilizado a ferramenta Filter Designer do Matlab, projetar um filtro rejeita faixa de 6 ordem com frequência central de 250 Hz, largura de banda de 1.000 Hz e frequência de amostragem de 40 kHz. Implemente esse filtro com aritmética de ponto fixo em 16 e 32 bits e verifique os resultados.