

– Apostila compilada de estudo –

Processamento Digital de Sinais

Versão 1.0 – 2017

Apresentação

Este material de estudo constitui um compilado de materiais selecionados em diferentes fontes que foram reunidas neste único material. O objetivo é oferecer ao seu leitor (i) um conteúdo selecionado e (ii) ampliar a quantidade de informação disponível usando variadas referências. Em função disto, espera-se produzir ao final um material mais didático, rico e alinhado com as demandas de uma disciplina de processamento digital de sinais para graduação.

Sumário

Capítulo 1 - Sinais e sistemas discretos	3
1 – Notações e representações básicas	3
1.1 – Notação de sinais e sistemas discretos	3
1.2 – Notação de sinais em termos de espectro	6
1.3 – Amplitude, magnitude e potência de um sinal	8
2 - Introdução aos Sistemas Lineares Discretos Invariantes no tempo	9
2.1 - Sistemas Lineares Discretos	9
2.2 - Exemplo de um Sistema Linear	10
2.3 - Exemplo de um sistema não-linear	11
2.4 - Sistemas Invariantes no Tempo	13
2.5 - Exemplo de um sistema Invariante no tempo	14
2.6 - Propriedade comutativa de Sistemas Lineares Invariantes no tempo	15
2.7 - Analisando sistemas lineares invariantes no tempo	15
Capítulo 2 - Amostragem	18
1 - Aliasing e a ambiguidade de sinais na frequência	18
2 - Amostragem de sinais em banda base	23
Capítulo 3 - A transformada discreta de Fourier	26
1 - Compreendendo a equação da DFT	27
1.1 - Exemplo de aplicação numérica da DFT	29
2 – Propriedades da DFT	37
2.1 - Simetria da DFT	37
2.2 - Linearidade	38
2.3 – Resolução no eixo da frequência	38
2.4 – Deslocamento no tempo	39
3 - DFT inversa	41

3 – Efeitos de leakage na DFT.....	42
3.1 - Apresentação do problema.....	42
3.2 - Solução para amenizar o leakage: janelas.....	49
4 – Resolução spectral e preenchimento com zeros	54
5 – Outros pontos gerais	57
5.1 - DFT de uma função retangular	57
5.2 – Eixos de tempo e frequência associados à DFT.....	58
5.3 – Transformada de Fourier discreta e contínua.....	59
Capítulo 4 - Filtros e sistemas FIR	62
1 - Filtros de resposta finita ao impulso (FIR)	63
2 - Convolução nos filtros e sistemas FIR	67
3 – Projetos de filtros FIR digitais.....	76
3.1 - FIR Passa-Baixa.....	76
3.1.1 - Método de projeto por janela	76
3.2 – Aplicando janelas no projeto de filtros FIR.....	84
3.3 - Filtro FIR passa banda.....	87
3.4 – Filtros FIR passa-alta	88
4 – Projeto de filtros FIR ótimos usando Parks-McClellan	89
5 – Fase de filtros FIR.....	92
6 - Analisando Filtros FIR.....	96
6.1 - Análise algébrica.....	96
6.2 - Análise por DFT.....	98
Capítulo 5 - Transformada Z e S.....	101
5.1 – A transformada S de Laplace.....	101
5.1.1 Pólos e zeros no plano s e estabilidade	106
5.2 - A transformada z.....	112
5.2.1 Polos, zeros e estabilidade do filtro digital	114
Capítulo 6 - Filtros e sistemas IIR	117
6.1 - Uma Introdução aos Filtros de Resposta Infinitos ao Impulso	118
6.2 - Usando a transformada z para analisar os filtros IIR.....	120
6.2.1 - Análise de filtro IIR no domínio Z	121
6.2.2 - Exemplo de análise de filtro IIR	123
6.3 - Usando pólos e zeros para analisar os filtros IIR	128
6.3.1 - Função de transferência de filtro IIR Álgebra	129
6.3.2 - Usando polos e zeros para obter funções de transferência	129
6.4 - Projeto de filtros IIR analógicos usando Butterworth.....	133
6.5 - Transformação de um filtro IIR analógico em digital usando o méto de transformação bilinear.....	133
Referências	134
