

6 Conclusão

O trabalho se concentra nos equalizadores lineares trabalhando no domínio da frequência, conhecidos como sistemas FDE (*Frequency Domain Equalization*). Estes equalizadores podem ser implementados com significativa redução no número de operações aritméticas quando comparados com suas versões temporais, sem com isso, incorrer em perda de desempenho. É desenvolvido nos Capítulos 3, 4 e 5 as formulações recursivas para algoritmos adaptativos operando no domínio da transformada.

Além dos equalizadores lineares, o Capítulo 4 desenvolve um algoritmo (RLS) adaptivo para implementar uma estrutura não-linear, onde há realimentação de dados. Este esquema é conhecido como DFE (ou *Decision Feedback Equalization*). Operando conjuntamente com os equalizadores lineares, há ganhos de desempenho como demonstram as figuras do Capítulo 4.

E por último, o sistema OFDM, já estabelecido nos novos padrões de comunicação digital (Ex: IEEE802.11a) é apresentado, assim como técnicas para proceder com a equalização dos sinais recebidos. Comparações são feitas entre estes dois sistemas (OFDM e SC) e apontam o SC como sistema com melhor desempenho, tanto com equalizadores lineares quanto com decisões realimentadas (para o SC).

Em todos os sistemas considerados, a faixa de guarda ZP (*zero-padding*) teve desempenho superior ao CP (*cyclic-prefix*), com o único revés de ter que realizar a equalização linear com mais coeficientes (M taps) do que as transmissões CP (N taps).

6.1 Sugestões para trabalhos futuros

Durante a elaboração do texto e leitura das referências bibliográficas, vários questionamentos surgiram para o autor, porém, não puderam ser investigados em vista da conclusão desta dissertação. Como qualquer trabalho de Engenharia, algumas suposições e imposições tiveram de ser feitas para delinear um cenário de análise. Assim, diversas outras linhas de pesquisa poderiam ser seguidas. Aqui seguem algumas proposições para cada um dos

capítulos.

Para o Capítulo 2

Diferentes modulações (Ex: QAM) podem ser testadas nos sistemas estudados, além de diferentes faixas de guarda.

Em geral, o número de múltiplos percursos é aleatório, e uma análise deve ser feita dos sistemas propostos quando a faixa de guarda é insuficiente ($L < P$). Nesses casos, há IEB (interferência entre blocos) e a degradação de desempenho poderia ser ilustrada em ambos os sistemas (SC e OFDM) [16].

O desempenho dos modelos em blocos apresentados poderia ser comparado com o desempenho de uma equalização simples, ou seja, símbolo-à-símbolo no domínio do tempo. Nesse caso, o equalizador operaria e se atualizaria à taxa de símbolos.

Para o Capítulo 3

É possível fazer uma análise mais cuidadosa da região de convergência dos algoritmos adaptativos em função dos parâmetros de ganho nas iterações [17] e [1].

Diversos algoritmos adaptativos poderiam ser testados, como o filtro de *Kalman*, *Fast RLS*, LMS com passo adaptativo etc [11]. Além disso, uma análise mais profunda do comportamento do erro ao longo das iterações representaria um passo a mais no estudo dos algoritmos. Quando se compara filtros adaptativos implementados por diferentes algoritmos, deve-se levar em conta o efeito de precisão finita [11] para uma análise com maior acuidade do desempenho destes algoritmos.

Para o Capítulo 4

Uma possibilidade seria implementar o filtro DFE com o algoritmo LMS, evitando assim a inversão de uma matriz de dimensão grande, como é o caso do RLS. Em todo caso, conforme citado no texto, os filtros de DFE podem apresentar instabilidade e uma análise da região de convergência é de importância ainda maior do que no caso da filtragem linear.

O desempenho dos sistemas ZP-SC podem ser simulados com canais de maior número de coeficientes. A IES aumentaria neste caso e o DFE se mostraria mais efetivo.

Para o Capítulo 5

O problema de sincronismo de portadora também é fator de queda de desempenho, afetando principalmente o OFDM e suas subportadoras. Deve-se levar em conta esta questão para uma análise mais abrangente do desempenho dos sistemas.

Conforme visto, um algoritmo que estima apenas a fase para o sistema CP-OFDM pode ser utilizado. Caso a modulação PSK diferencial seja utilizada no CP-OFDM, o mesmo não precisa de equalização. Uma modulação em amplitude (Ex: QAM) ilustraria a diferença de desempenho entre o ZF e MMSE para CP-OFDM.

Tal qual foi feito no Capítulo 2, pode-se investigar como a variação do número de símbolos de informação N por bloco afetaria o desempenho do sistema.

Outras possibilidades

Um desenvolvimento natural para este trabalho seria introduzir códigos corretores de erro.

Seria interessante verificar a estimação de canal nesses sistemas e sua posterior substituição nas fórmulas fechadas de equalização (ZF e MMSE) derivadas no Capítulo 2 e Apêndice A.

Além disso, considera-se nesse trabalho que o canal varia à taxa de blocos do sistema. Porém, em situações onde o número de blocos é muito grande e a variação é relativamente rápida, ocorre desvanescimento dentro do próprio bloco. Nesse caso, necessita-se de uma modelagem diferente do sistema SLIT que é considerado nesta dissertação.

Outra possibilidade seria testar os sistemas com decodificação MLSE (*Viterbi*) e checar o desempenho sob tais configurações.

Este trabalho utiliza apenas sistemas SISO (*Single-Input Single-Output*). O diferente comportamento do SC e OFDM poderia ser comparado sob a ótica dos sistemas MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*) e/ou MISO (*Multiple-Input Single-Output*), como por exemplo utilizando o código de *Alamouti* [5].