

6

Conclusão

O presente trabalho buscou apresentar uma técnica de redução do ruído das estimativas de canal geradas a partir de bloco de símbolos piloto em sinais dos sistemas CP e ZP-OFDM.

Primeiramente, foi feita uma análise dos principais conceitos da técnica de transmissão OFDM, onde foi detalhado o processo de geração dos sinais CP e ZP-OFDM. Foi introduzido em seguida um modelo discreto para transmissão e recepção de sinais CP-OFDM, que consideram os efeitos causados pelo canal de propagação de múltiplos percursos e com desvanecimento. O modelo discreto de sinais permitiu identificar, na recepção dos sinais, a abordagem para se aplicar a técnica de estimação de canal, utilizando bloco de símbolos OFDM, no tratamento das observações.

Para a estimação de canal em sistemas CP e ZP-OFDM, foi apresentado, no Capítulo 4, o desenvolvimento teórico de duas abordagens distintas de estimação de resposta de frequência do canal utilizando bloco de símbolos piloto. Na primeira abordagem, a estimativa de frequência do canal é calculada, após a operação de DFT no receptor, no início de cada bloco de B símbolos e aplicada, segundo o critério de equalização ZF, na detecção dos símbolos do bloco correspondente. Na segunda abordagem a estimativa de frequência do canal também é calculada segundo critério ZF no início de cada bloco de B símbolos, porém as estimativas são calculadas antes da operação DFT no receptor.

Para as estimativas obtidas através das duas abordagens de estimação de canal utilizando blocos de símbolos piloto foi proposto um método de redução do ruído destas estimativas. Este método constitui-se de uma operação de transformação linear, obtida através da multiplicação das estimativas pela matriz purificadora \mathbf{B} , que projeta as estimativas no subespaço onde resposta de frequência do canal \mathbf{q} pertence, quando se tem o conhecimento *a priori* do comprimento do canal. Verificou-se que, para canais fixos, o desempenho do uso das estimativas purificadas pela o método de redução do ruído, nos equalizadores ZF utilizados na detecção dos sinais CP e ZP-OFDM, é bem superior ao uso das

estimativas não purificadas ficando este desempenho bem próximo aos dos equalizadores ZF e MMSE onde se utiliza a verdadeira resposta de frequência do canal.

A fim de obter uma redução contínua do ruído das estimativas de canal ao longo do bloco de símbolos OFDM foi proposto a aplicação conjunta de filtragem adaptativa com a técnica de redução de ruído da estimativa. Nesta abordagem sugere o uso da estimativa purificada, pela matriz \mathbf{B} , como condição inicial para o processo adaptativo de refinamento das estimativas subseqüentes. A estimação adaptativa das respostas de frequência de canal é implementada segundo critério ZF e o algoritmo RLS, por meio da técnica de decisão direta (*decision directed*). As estimativas obtidas em cada n -ésima iteração são purificadas através da multiplicação da matriz \mathbf{B} e utilizadas nos equalizadores ZF utilizados na detecção dos n -ésimos sinais CP e ZP-OFDM. Foi verificado que, em caso de canais fixos, para ambos os sistemas CP e ZP-OFDM o uso de refinamento adaptativo em conjunto com a matriz purificadora \mathbf{B} introduz uma melhoria no desempenho se comparado com o uso da estimativa purificada pela matriz \mathbf{B} sem a realimentação. Para ambos os sistemas CP e ZP-OFDM, o desempenho fica praticamente idêntico aos dos equalizadores ZF e MMSE onde se utiliza a verdadeira resposta de frequência do canal. Além disso, foi verificado que este método é pouco sensível a estimações conservadoras do comprimento do canal. Assim não é necessário ter o conhecimento *a priori* do canal podendo ser utilizado o comprimento da faixa de guarda no método de redução do ruído da estimativa, o que facilita bastante o dimensionamento da matriz purificadora \mathbf{B} .

A aplicação conjunta de filtragem adaptativa junto com a técnica de redução de ruído da estimativa apresenta vantagem adicional de poder ser utilizada em canais variantes lentos, onde na a variação de canal dentro do intervalo de duração de um símbolo OFDM. Neste tipo de ambiente de propagação o desempenho do uso das estimativas geradas por este método em equalizadores ZF, em termos de número de bits errados também, é praticamente igual ao dos equalizadores ZF e MMSE onde a resposta de frequência do canal é conhecida em cada instante n . Neste caso o parâmetro λ do algoritmo adaptativo RLS deve ser bem ajustado de forma a acompanhar as variações de canal sem aumentar a variância do ruído das estimativas.

Nesta dissertação foi visto que o uso da matriz purificadora em estimativas de resposta de frequência do canal, para sistemas OFDM, produzidas por métodos de bloco de símbolos piloto (*block pilots*) reduz a variância do erro da estimativa produzido pelo ruído aditivo. Uma sugestão para trabalho futuro seria o estudo do uso da matriz purificadora em estimativas produzidas por métodos de estimativa de canal combinada utilizando símbolos piloto (*comb pilots*) onde além do erro produzido pelo ruído aditivo existe o erro produzido pela interpolação utilizada para gerar as estimativas de resposta em frequência do canal.