

6

Conclusão e trabalhos futuros

Além de apresentar uma visão unificada das técnicas de transmissão digital em blocos e suas combinações com a técnica de múltiplo acesso CDMA (*Code Division Multiple Access*), este trabalho examinou uma nova possível variação da técnica de múltiplo acesso CDMA, aqui referida como CS-CDMA (*Chip-Spread CDMA*) combinada com as técnicas de transmissão em bloco em portadora única SC (*Single Carrier*), gerando assim o esquema SC CS-CDMA (*Single Carrier Chip-Spread Code Division Multiple Access*), e com múltiplas portadoras OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), gerando assim o esquema MC CS-CDMA (*Multi Carrier Chip-Spread Code Division Multiple Access*). O foco principal do trabalho foi comparar as novas técnicas, SC CS-CDMA e MC CS-CDMA, com a técnica CDMA em portadora única SC CDMA (*Single Carrier Code Division Multiple Access*), e CDMA em múltiplas portadoras MC CDMA (*Multi Carrier Code Division Multiple Access*) tradicionais. Foi mostrado que a técnica aqui proposta permite que, diferentemente do que ocorre no sistema CDMA tradicional, os usuários sejam desacoplados na recepção mesmo quando a transmissão é feita em canais multipercurso seletivos na frequência. Como consequência, os procedimentos de recepção, tais como estimação de canal (não explorada aqui), equalização e detecção podem ser realizados idealmente na ausência de IMA e demandam apenas o conhecimento do código e do canal do usuário de interesse. A equalização foi feita no domínio da frequência, supondo conhecimento da resposta em frequência do canal na recepção e com o uso de dois tipos de equalizadores, os assim chamadas ZF (*Zero Forcing*) e MMSE (*Minimum Mean Squared Error*). Para evitar a interferência entre blocos sucessivos na recepção foram examinadas faixas de guarda do tipo CP (*Cyclic Prefix*) e do tipo ZP (*Zero Padding*).

Os resultados numéricos obtidos mostraram que o desempenho do sistema SC CDMA é bastante sensível ao aumento do número de usuários ativos do sistema, sendo esta sensibilidade maior no caso de equalização ZF. O uso de equalização MMSE, resultou em um desempenho significativamente superior ao resultado obtido com equalização ZF e transmissões com faixa de guarda ZP resultaram em um melhor desempenho, em relação às transmissões com faixa de

guarda CP. No caso em que o sistema SC CDMA opera com equalização ZF, as transmissões com faixa de guarda CP apresentaram rendimento superior. Para o sistema SC CS-CDMA foi verificado que independentemente do efeito adverso do canal é possível preservar a ortogonalidade dos códigos e, assim, o desempenho do sistema é idealmente insensível ao aumento da carga de usuários. O desempenho do sistema SC CS-CDMA, com transmissões com faixa de guarda ZP, mostraram-se superior ao desempenho do sistema com faixa de guarda CP, tanto para equalização MMSE quanto para equalização ZF.

Ademais o sistema SC CS-CDMA apresentou desempenho significativamente superior ao do tradicional SC CDMA, devido a eliminação da IMA no sistema proposto. Com respeito ao sistema MC CDMA, foi comprovada sua sensibilidade ao aumento da carga de usuários, e que quando operando com equalização ZF, o uso de faixa de guarda CP tem desempenho superior ao resultante do uso de faixa de guarda ZP. No caso de equalização MMSE, os desempenhos para sinais com faixa de guarda CP e ZP resultaram em curvas comparáveis. Para o sistema MC CS-CDMA com códigos ortogonais na transmissão foi comprovado que o desempenho independe do número de usuários ativos no sistema. No caso de equalização ZF, quando a carga de usuários aumenta o sistema MC CS-CDMA apresentou desempenho superior ao desempenho de MC CDMA. Os resultados indicam ainda que o sistema MC CS-CDMA tem um desempenho superior quando as transmissões são feitas com faixa de guarda ZP.

Finalmente ressalte-se que devido às características dos sistemas propostos, onde a interferência multiusuario é eliminada, os sistemas SC CS-CDMA e MC CS-CDMA têm idealmente desempenhos idênticos aos dos sistemas monousuário SC e OFDM, respectivamente.

Para trabalhos futuros sugere-se;

1. Analisar os sistemas SC CS-CDMA e MC CS-CDMA incorporando técnicas de estimação de canal assistida e comparar os desempenhos, nesse cenário, com as técnicas SC-CDMA e MC-CDMA.
2. Analisar os sistemas SC CS-CDMA e MC CS-CDMA incorporando técnicas de estimação de canal cega e comparar os desempenhos, nesse cenário, com as técnicas SC-CDMA e MC-CDMA.
3. Investigar o uso da nova técnica SC CS-CDMA, que se mostra promissora, em sistemas de comunicação onde o uso de transmissão com múltiplas portadoras causa problemas relacionados por exemplo ao PAPR. Um exemplo é a variação de OFDMA (*Orthogonal Frequency Division Multiple Access*) proposta para minorar os efeitos de PAPR no

enlace de subida do padrão 3GPP LTE (*Long Term Evolution*). Comparações desta técnica com a transmissão SC CS-CDMA neste ambiente, considerando aspectos como desempenho e complexidade, seriam interessantes.