

## 7

### Conclusão

Foi apresentado neste trabalho uma modelagem probabilística de sinais caracterizados por portadoras moduladas em frequência por sinais aleatórios caracterizados por processos estocásticos, considerando-se um desvio de fase aleatório, variável entre os diferentes pulsos de transmissão, que segue uma distribuição uniforme no intervalo entre  $(0, 2\pi]$ . Foram investigadas quais características o sinal modulador deve apresentar para que as relações derivadas sejam válidas, concluindo-se que, basta que o sinal modulador seja gaussiano, Estacionário no Sentido Amplo e ter média nula para que estas sejam válidas. Comprovou-se, ainda, que, nestas condições, assim, como nas condições descritas em [07], quando o sinal modulador é plano em uma faixa de frequências e apresenta potência unitária, se a constante de modulação  $K_p$  for muito maior do que a banda do sinal modulador, a função autocorrelação do sinal de transmissão apresenta um formato gaussiano, que apresenta níveis mínimos de lóbulos secundários e largura de 3dB relativamente estreita.

Foi realizado, também, o dimensionamento do sistema de recepção que emprega filtragem casada e integração previamente a detecção do alvo, esta última realizada com base em um limiar de Neyman-Pearson. Foram utilizadas ferramentas estatísticas para se derivar expressões fechadas de valor esperado e potência dos sinais envolvidos e, conseqüentemente, de razões sinal ruído ao longo da cadeia de recepção. Observou-se que o valor esperado da saída da compressão de pulsos e, conseqüentemente, da integração é a função autocorrelação do sinal transmitido deslocada no tempo, concluindo-se sobre a importância de uma função autocorrelação que apresenta níveis mínimos de lóbulo secundário e largura de 3dB estreita.

Observou-se que a expressão do ganho de integração é igual tanto para o sistema que emprega a forma de onda proposta, quanto para o sistema que emprega forma de onda determinística. A expressão do ganho de compressão, por sua vez, apresenta uma leve diferença entre a derivada para o sistema que emprega a forma de onda de transmissão proposta e a descrita na literatura para o sistema que emprega forma de onda determinística. Todavia, observou-se, através de simulações, que o ganho do sistema que emprega forma de onda determinística é praticamente igual ao apresentado pelo sistema que emprega a forma de onda de transmissão proposta. Vale destacar que, apesar das formas de onda de transmissão e, conseqüentemente, das formas de onda de recepção serem caracterizadas por processos estocásticos, o

valor do pico da saída da compressão de pulsos e, por conseguinte da integração, com base no qual é realizada a detecção, não se altera de pulso para pulso, ou seja, foi mostrado que esta variável aleatória tem variância nula. Sendo assim, a detectabilidade do sistema não é aleatória.

Foram derivadas expressões analíticas para dimensionar a interferência inerente à sistemas que operam com ambiguidade em distância, podendo-se concluir sobre a eficiência da forma de onda proposta em tais sistemas, principalmente quando comparadas a formas de onda determinísticas. Nas expressões derivadas mostrou-se que o valor esperado de tais interferências é nulo e que a potência das mesmas na entrada do detector é função do número de pulsos integrados, da largura de banda e da duração do pulso de transmissão, que podem ser variados para diminuir este parâmetro. Destaca-se que estas dependências não existem no sistema que emprega forma de onda determinística, ou seja, a interferência oriunda de alvos ambíguos em distância não pode ser suprimida sem a realização de um processamento adicional do sinal recebido.

Expressões que descrevem o nível de lóbulos secundários oriundos da compressão de pulsos ao longo da cadeia de recepção também foram derivadas, das quais se pôde concluir que a forma de onda proposta, caracterizada por uma portadora modulada em frequência por um sinal aleatório apresenta um desempenho muito superior ao de formas de onda determinísticas, que apresentam elevados níveis de lóbulos laterais na saída da compressão de pulso, degradando o desempenho do sistema. Destaca-se que conforme apresentado nos capítulos 5 e 6, ainda que técnicas de supressão de lóbulos laterais sejam utilizadas juntamente com as últimas, o desempenho do sistema que emprega a forma de onda proposta é melhor pois, em tal caso, a saída da compressão de pulsos apresenta um valor de pico menor e largura de 3dB maior, respectivamente diminuindo a detectabilidade do sistema deteriorando a resolução em distância do sistema. Conforme derivado no Capítulo 5, assim como a interferência provocada por alvos ambíguos, o valor esperado dos lóbulos laterais é nulo, enquanto que a potência dos mesmos é função do número de pulsos integrados, da largura de banda e da duração do pulso de transmissão, que podem ser variados para melhorar este parâmetro. Destaca-se que estas dependências também não existem no sistema que emprega forma de onda determinística, ou seja, a razão mínima entre o pico da compressão e o lóbulo secundário é sempre 13, 2dB [09], independente dos parâmetros do sistema.

Destaca-se que todos os resultados obtidos, supracitados, foram ilustrados através de curvas comparativas para diferentes parâmetros do sistema.

Por fim, de forma a comparar o desempenho do sistema que emprega a forma de onda proposta com radares clássicos, que empregam formas de onda determinísticas (no presente trabalho utilizou-se *chirps*), foram realizadas simulações de cenários convenientemente escolhidos para se avaliar determinadas características do sistema.

Foram observados a resolução em distância dos sistemas, os níveis de lóbulos lateral, e a imunidade à ambiguidade em distância que estes apresentam, concluindo-se sobre o comportamento da forma de onda proposta. O sistema que emprega a forma de onda proposta tem desempenho semelhante ao que emprega forma de onda determinística no tocante à resolução em distância e detectabilidade, todavia apresenta um desempenho muito superior ao último no tocante à níveis de lóbulos laterais e imunidade à ambiguidade em distância.