

## SISTEMAS DE RADAR PROBLEMAS

### *Capítulo 6 – Extração de informação de um sinal de radar*

1. Um radar emite em  $2.5\text{ GHz}$  impulsos retangulares de  $1\ \mu\text{s}$  de duração com a potência de pico de  $100\text{ kW}$ . Admita que se deteta um alvo com secção equivalente de  $10\text{ m}^2$  situado a  $100\text{ km}$ ; a temperatura de ruído total equivalente do receptor é de  $320\text{ K}$ , a largura de banda do detetor é de  $3\text{ MHz}$  e o ganho da antena é de  $34\text{ dB}$ . O instante de chegada é localizado através do franquear do limiar de detecção no início da recepção do impulso. Estime o limite de precisão com que pode ser determinada a distância ao alvo.
2. Repita o problema anterior admitindo os impulsos emitidos são “quasi-retangulares” obtidos por filtragem com filtro ideal com largura de banda  $B_s=2\text{ MHz}$ . Admita que na detecção se usa um estimador ideal construído com recurso a um filtro adaptado, função de gating adequada, e integrador.
  - a) Estime e o limite de precisão com que pode ser medida a distância.
  - b) Repita b) quando  $B_s=10\text{ MHz}$ .
3. Estime a precisão com que pode ser determinada a frequência na recepção de um impulso retangular com a duração de  $10\ \mu\text{s}$ , sendo  $E/N_0 = 10^3$ . Qual o erro na determinação da velocidade de um alvo baseada na análise de um só impulso se a frequência de transmissão for de  $3\text{ GHz}$ . Se o alvo que originou o eco estivesse a  $1/5$  da distância a que estava anteriormente, qual o novo valor para a precisão na determinação da distância. Se se procedesse à integração coerente de  $10$  impulsos qual o novo valor para a precisão?
4. Estime a precisão com que pode ser determinado o azimute de um alvo com um radar de exploração nos seguintes pressupostos: distribuição da iluminação no plano focal unidimensional e constante em toda a extensão da abertura com  $10$  comprimentos de onda; receptor com filtro adaptado, com integrador ideal de  $10$  impulsos; impulsos de  $1\ \mu\text{s}$  de duração e potência  $10^{-13}\text{ W}$ ; temperatura de ruído total equivalente de  $300\text{ K}$ . Compare a precisão com a largura de feixe.
5. Um radar transmite bursts de  $20$  impulsos com degraus discretos na frequência, ( $f_i = f_0 + i\Delta f$ ;  $i = 0, 19$ ). Pretendendo-se obter uma resolução do perfil do alvo de

50 cm, obtenha  $\Delta f$  e a ocupação espectral aproximada dos bursts. Verifique qual a extensão máxima do alvo de modo a evitar ambiguidade na determinação do perfil.

Obtenha a diferença de fase (em radianos) entre dois impulsos consecutivos quando o alvo se encontra a 500 m de distância.

6. Um radar emite impulsos retangulares de  $30 \mu s$  de duração com chirp *FM* linear. A frequência do transmissor é modulada entre  $f_0$  e  $f_0+B$ , com  $f_0 = 2.5 \text{ GHz}$ . Pretendendo-se discriminar alvos com a separação de  $1 \text{ m}$ , calcule a gama adequada de variação da frequência do transmissor, e a respetiva taxa de compressão.
7. Um radar emite em  $2.5 \text{ GHz}$  impulsos retangulares de  $1 \mu s$ . Admita que na recepção se pretende que os impulsos sejam comprimidos de modo a não exceder  $10 \text{ ns}$ . Recorrendo ao método da compressão por codificação de fase, indique uma forma de gerar uma sequência pseudo-aleatória que possa ser utilizada, estime o nível de lobos secundários temporais, e quantas codificações podem ser utilizadas em radares que partilhem o mesmo espectro de frequência.
8. Obtenha a resposta de um filtro adaptado a uma sequência combinada de sequências de Barker “B52” e determine o nível de lobos secundários temporais. Nota  $B5 = \{+ + + - +\}$  e  $B2 = \{+ -\}$ . Discuta o eventual interesse em usar esta sequência para compressão por codificação de fase binária.