

Problem(a) 1

b) Para os dados sugeridos, o desvio de frequência Doppler está entre 18.52 Hz e 18.52 kHz (ver cálculo)

For the suggested values, the Doppler shift frequency is from 18.52 Hz to 18.52 kHz (see calculus)

$$f_d = 2 v / \lambda \rightarrow 3889 \text{ Hz}$$

$$\lambda_1 = 0.3\text{m}; \lambda_2 = 0.03\text{m}; v_1 = 10/3.6 \text{ ms}^{-1}; v_2 = 1000/3.6 \text{ ms}^{-1};$$

$$f_{d,1} = 2 v_1 / \lambda_1 \rightarrow 18.52 \text{ Hz}$$

$$f_{d,2} = 2 v_2 / \lambda_2 \rightarrow 18520 \text{ Hz}$$

Período Doppler nos casos extremos considerados

Doppler period in the cases considered

$$TD1 = 1/f_{d,1} \rightarrow 0.054 \text{ s}$$

$$TD2 = 1/f_{d,2} \rightarrow 0.000054 \text{ s}$$

Em qualquer dos caso 1 período Doppler é muito superior à duração do impulso considerado, pelo que não será possível determinar com precisão o valor do desvio de frequência Doppler.

In both cases 1 Doppler period is much greater than the pulse duration, so it is not possible to accurately determine the Doppler shift frequency

Problem(a) 2

radar monoestático/ *mono-static radar*

$$PRF = 1000; n = 50;$$

$$\lambda = 0.3/2.7 \rightarrow 0.111\text{m}$$

a)

Ganho/ *Gain*

$$G = 10^{3.5};$$

$$P_{fa} = 10^{-9} (* n_{fa} = 9 *);$$

$$P_d = 0.90; \sigma = 1 \text{ m}^2;$$

Temperatura de ruído equivalente/ *Equivalent noise temperature*

$$T_{eq} = 300;$$

Largura de banda/ *Bandwidth*

$$\tau = 1.5 \times 10^{-6};$$

$$\Delta f = 1 / (2 \tau) \rightarrow 3.333 \times 10^5 \text{ Hz}$$

Potência de ruído/ *Noise power*

$$N_{eq} = 1.38 \times 10^{-23} T_{eq} \Delta f \rightarrow 1.38 \times 10^{-15}$$

Relação SNR por impulso mínima recorrendo a informação gráfica

Minimum SNR per pulse using graphical information

$$SNR_{1dB} = 6$$

$$SNR_1 = 10^{SNR_{1dB}/10} \rightarrow 3.98$$

$$R = 50000 \text{ m}$$

$$P_t = \left((4 \pi)^3 \text{Neq SN1 R}^4 \right) / \left(\lambda^2 G^2 \sigma \right) \rightarrow 551 \text{ W}$$

b)

Frequência Doppler/ *Doppler shift*

$$v = 400/3.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$f_d = 2 v/\lambda \rightarrow 2000$$

$f_d = 2 \times \text{prf}$, logo trata - se de uma velocidade cega, pelo que o filtro MTI dá resposta nula.

Assim, para se observar o alvo pode usar-se séries de impulsos “escaloados” com pequenas variações no tempo entre impulsos, em torno de PRT=1ms e um filtro de reposta finita com malhas de atraso iguais a 1 ms. Outra possibilidade é alternar séries de impulsos com PRT próximos (por exemplo numa proporção entre inteiros, como 4 e 5)

$f_d = 2 \times \text{prf}$, thus, it is a blind speed and the MTI filter output is zero.

Then, to observe the target a series of staggered pulses with small time interval variation around 1ms can be used and a FIR filter with time delays equal to 1 ms. Another possibility is to alternate pulse series with different but close PRT values (as an example, a 4:5 PRT relation)

Problem(a) 3

b)

$$\text{prf1} = 1000; c = 3 \times 10^8; f = 5.25 \times 10^9;$$

$$\lambda = 3 \times 10^8 / f \rightarrow 0.057$$

$$v_b = \lambda \text{prf1}/2 \rightarrow 28.6 \text{ ms}^{-1} (102.9 \text{ kmh}^{-1})$$

$$v_{b1} = 102.9 - 5 \text{ kmh}^{-1} (97.9 \text{ kmh}^{-1}, \text{ or } 27.2 \text{ ms}^{-1})$$

O “range” de velocidades com sobreposição com o clutter seria então [97.86, 102.9]km/h ou [27.18, 28.57]m/s

Se prf2 fosse tal que a velocidade cega fosse v_{b1} , não haveria sobreposição. Nesse caso...

The velocity range with superposition with clutter is then [97.86, 102.9]km/h or [27.18, 28.57]m/s

If prf2 were such that the blind speed were v_{b1} , there would be no superposition. In that case...

$$v_{b2} = v_{b1} \text{ (29.96 m/s)}$$

$$\text{prf2} = 2 v_{b2}/\lambda \rightarrow 1049$$

$$f_{\text{filter1}} = \text{prf1}/8 \rightarrow 125 \text{ Hz}$$