Problema 1 (PRFs e deteção)

a)

prf1 = 10^4,   prf2 = 3 ◊10^4

Pt = 10^4, Pav = 1500

PRT1 = 1/prf1,   PRT2 = 1/prf2

$$\tau 1 = \frac{Pav}{Pt}\ PRT1 \to 15\ \mu s,\quad \tau 2 = \frac{Pav}{Pt}\ PRT2 \to 5\ \mu s$$

b)

$\lambda = 0.05\ m;\ G = 10^{2.7};\ \sigma = 1\ m^2;\ \tau = \{\tau 1, \tau 2\}$

$KT = 4.5 \times 10^{-21};\ SNmin = 10^{0.5};$

SNmin=2E/KT → Energ = SNmin KT/2 → 7.12×10^{-21}J

Pmideal = Energ/τ (porque os impulsos são retangulares)
Nota: este resultado equivale a dizer que Δf=1/(2τ)

Como o detetor perde 0.8 dB na relação sinal/ruído de pico

$Pmin = Pmideal \times 10^{0.08}$

$\{5.703 \times 10^{-16}, 1.711 \times 10^{-15}\}$

$$Rmax1 = \left(\frac{Pt\ \lambda^2\ G^2\ \sigma}{(4\ \pi)^3\ Pmin}\right)^{1/4}$$

$\{48\,530, 36\,880\}$ m

Problema 2 (Doppler)
a)

$v = 250\ m / s,\ \ \lambda = 0.03\ m$
$\theta e = 15\ °\ \ \theta a = 30\ °$

$$fd = \frac{2\ v}{\lambda}\ \cos(\theta e)\ \cos(\theta a)$$

13941.9 Hz

Como fm ≃ 2 fd, as componentes espectrais em fd e fm - fd podem ser confundidas (aliás exite até uma inversão no espectro)

b)

$$\mathbf{D = \frac{\Delta f}{fm}\ \sin(2\ \pi\ fm\ R / c)}$$

A intensidade da risca em f_dé proporcional a J0(D)

J0(D) = 0 ocorre para 1ºnulo D=2.4048 (valor conhecido)

$c = 3 \times 10^8,\ \ fmod = 50 \times 10^3\ Hz,\ \triangle f = 10^6\ Hz$

$$R = \frac{c}{2\ \pi\ fmod}\ ArcSin\left[\frac{2.4048\ fmod}{\triangle f}\right]$$

115.1m

Alternativamente considerava - se certo se a resposta fosse baseada em D=0, que correspoderia a nulos se a deteção se efetuasse em torno de uma harmónica.

(Nesse caso D=0 → 2 π fm R/c=π → R=$\frac{c}{2\ fm}$ (3000 m))

Problema 3 (MTI)
b)

$K = 0.8;$

$$H2(fn) = \frac{2\,(1 - \cos(2\,\pi\,fn))}{(1 + K^2) - 2\,K\cos(2\,\pi\,fn)} \quad (fn,\ \text{frequência normalizada a } fp)$$

Valor máximo, ocorre para fn=0.5 e vale fn=1.23457
H2[0.5]

Solução aproximada

$$fnapr = \frac{1}{2\,\pi}\,\text{arccos}\left[1 - \frac{1.23457}{10}\,\frac{(1 - K)^2}{2}\right] \to 0.01118$$

Nota, solução “exata”, fn=0.011784; obtém-se com o cálculo seguinte

fnexato = FindRoot(H2(x)/1.23457] - 0.1, {x, 0.01}]]

Valor "exato" de f (para que ocorre a queda a -10dB)

fp = 3000; f = fp fnexato → 35.35Hz

Velocidade correspondente a esta f_d

λ = 0.10m → v = λ f/2 → 1.767m/s=6.04 km/h

Velocidade cega vb=λ fp/2 → 150m/s = 540 km/h

gama afetada em torno da velocidade cega

vafet = {vb - v, vb + v} → {533.637, 546.363}km(h

Problema 4 (Deteção c/ flutuações)

i) Sem flutuações

$Pfa = 10^{-9},\ Pd = 0.9$

$$A = \text{Log}(0.62 / Pfa),\ B = \text{Log}\left(\frac{Pd}{1 - Pd}\right)$$

$SN1 = A + 0.12\,A\,B + 1.7\,B \to 29.31\ (14.67\ dB)$

$PRF = 720,\ \theta B = 2\,°,\ \omega rpm = 12$

Número de impusos

$$n = \frac{\theta B \times PRF}{6 \times \omega rpm} \to 20$$

$Teq = 2500\ \tau = 1.5 \times 10^{-6}\ s,\ fGHz = 2.9$

$PT = 10^5\ W,\ \lambda = .3 / fGHz,\ G = 10^3,\ \sigma = 10\ m^2$
$K = 1.38 \times 10^{-23}\ W / Hz$
Largura de banda equivalente (ver problema 1) $1 / (2\,\tau)$

$$Rmax = \left(\frac{PT\,\lambda^2\,G^2\,\sigma\,n}{(4\,\pi)^3\,\frac{K\,Teq}{2\,\tau}\,SN1}\right)^{1/4} \to 133\,737\ m$$

Flutuações SW3

SNT = -Log(Pfa)

$$Pdsw3(sn) = \left(1 + \frac{2\,sn\,SNT}{(2 + sn)^2}\right)\,e^{-\frac{2\,SNT}{2+sn}}$$

solução numérica (Pd=0.90)
sn1 = FindRoot[Pdsw3[x] - Pd, {x, SN1}] → 79.65

usando novamente a equação do alncance do radar

$$\text{Rmax} = \left(\frac{\text{PT}\, \lambda^2\, \text{G}^2\, \sigma\, \text{n}}{(4\,\pi)^3\, \frac{\text{K Teq}}{2\,\tau}\, \text{SN1}} \right)^{1/4} \rightarrow 104\,169\ \text{m}$$