

1. Deseja-se estabelecer um feixe hertziano entre dois pontos situados a 13 km de distância entre si, com linha de vista desobstruída entre os mesmos, recorrendo a uma portadora de 5.8 GHz. A modulação a ser usada é 64-QAM e a taxa de dados bruta (não descontando ineficiências associadas ao protocolo) é 50 Mbps. Dispõe-se para este efeito de duas antenas parabólicas de 30 cm de diâmetro.
 - a) [1 pt] Determine o ganho (relativamente a uma antena isotrópica) e a largura de feixe das antenas, admitindo que a eficiência das mesmas é de 50%. Analisando a largura de feixe, verifique se a pontaria do mesmo está sujeita a flutuações do índice de refração da atmosfera para um raio da Terra fictícia $r_T^* = k r_T$ a variar no intervalo $k \in [0.6, +\infty[$.
 - b) [1.5 pts] Para a modulação e taxa de dados bruta indicadas, determine a largura de banda assumindo eficiência espectral nominal. Determine ainda a potência de sinal mínima no porto da antena recetora para obter uma probabilidade de bit errado inferior ou igual a $P_b = 10^{-6}$, assumindo que a cadeia de receção ligada a esse porto tem uma figura de ruído equivalente de 5 dB e que a temperatura da antena T_a é igual a $T_o = 290$ K.
 - c) [1.5 pts] Verifique se é possível estabelecer esta ligação recorrendo uma potência de transmissão de 50 mW no porto da antena emissora. Se não tiver conseguido obter o ganho das antenas como resposta à primeira alínea, utilize, indicando o facto, o valor de 20 dBi. Desconsidere eventuais perdas por atenuação na atmosfera ou por efeito da chuva ou ainda perdas associadas a erros de pontaria e polarização.
 - d) [1 pt] Estando as antenas emissora e o recetora ambas situadas a uma altitude de 200 metros acima do mar e considerando as piores condições de sub-refração da alínea a), determine a máxima altitude acima do mar que pode ter um obstáculo situado a meia distância entre o emissor e o recetor para que não interfira no primeiro elipsoide de Fresnel.
2. Numa ligação por ondas hertzianas 10 GHz, uma antena recetora com 60% de eficiência localizada no alto de um monte aponta para um emissor situado no alto de outro monte com sensivelmente a mesma altitude e situado a 30 km de distância.

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

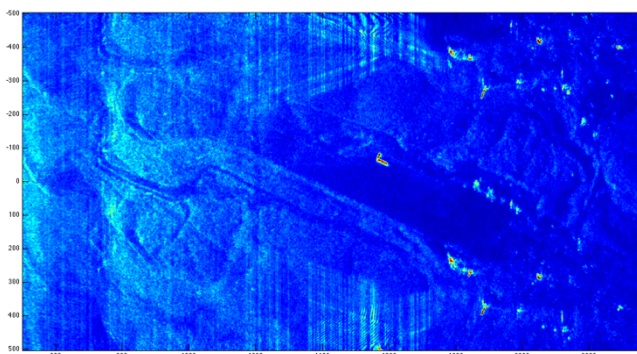
Admitindo céu limpo e que a fração do céu sob o padrão de radiação da antena recetora corresponde a 50%, determine:

- a) [1 pt] A temperatura de ruído captado pela antena T_a .
 - b) [1 pt] A temperatura de ruído da antena T_{ant} .
 - c) [2 pts] A temperatura de ruído equivalente T_{eq} da cadeia constituída por um LNB de 30 dB de ganho e 0.5 dB de figura de ruído, um cabo de baixada de 10 dB de atenuação e um recetor de 8 dB de figura de ruído.
 - d) [1 pt] A temperatura de ruído equivalente T_s do sistema constituído pela antena e pela cadeia de receção descrita na alínea anterior.
3. Se se reapontar a estação de receção de dados de satélites geoestacionários do DEEC, situada em 41.17828°N, 8.59497°W, da atual longitude do ponto sub-satélite 7°E para 5°W, determine:
- a) [2 pt] Os novos valores de elevação, azimuth e distância ao satélite.
 - b) [1 pt] Compare qualitativa e justificadamente a receção de uma transmissão codificada em DVB-S do satélite Eutelsat 5 West A, com uma EIRP na direção do Porto de 52 dBW, contra a atual receção do satélite Eutelsat 7A, com uma EIRP na direção do Porto de 46 dBW, tendo também em conta a distância e a atenuação da atmosfera.
4. Um sistema de radar mono-estático de varrimento circular opera na banda X a 9.3 GHz, recorrendo a uma antena rotativa com 32 dBi de ganho e 1.83 metros (6 pés) de abertura segundo a horizontal. Transmite uma cadência de sinais complexos sobre uma largura de banda de 60 MHz, cada um com 10 μ sec de duração e 1000 W de potência. O recetor tem uma figura de ruído equivalente de 3 dB e existem tempos mortos de comutação entre emissão e receção (e vice-versa) de 1 μ sec.
- a) [1 pt] Determine a distância cega deste radar, ou seja, a distância antes da qual não é possível captar alvos perante o radar não estar em modo de receção.
 - b) [2 pts] Determine até que distância o radar consegue discriminar alvos com uma área efetiva de eco de 1 m² com um assinatura de 10 dB acima do nível de ruído, assumindo que apenas um sinal da cadência é processado.

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

- c) [1 pt] Verifique qual a máxima distância usável para este radar se ele tiver uma taxa de repetição de pulsos (PRF - *Pulse Repetition Frequency*) de 3250 PPS.
- d) [1 pt] Determine qual o fator de incremento da distância de deteção que se obtém ao combinar coerentemente os pulsos dentro da largura de feixe da antena, verificando-se que esta completa uma revolução a cada 2 segundos.

5. A imagem ao lado foi obtida com um radar de abertura sintética montado numa aeronave a deslocar-se numa direção paralela ao eixo vertical, 500 metros à esquerda do terreno cartografado. Além de alguns artefactos introduzidos por imperfeições do sensor, esta imagem apresenta um defeito característico decorrente de um erro de dimensionamento de um dos parâmetros.



- a) [1 pt] Identifique esse defeito, bem como o parâmetro a que está associado, justificando.
- b) [1 pt] Por análise da imagem, que corresponde a 1900x1000 metros de terreno, e sabendo que o comprimento de onda do sinal de radar é cerca de 13 cm e que a aeronave se desloca a cerca de 50 m/s, estime a PRF (*Pulse Repetition Frequency*).

FIM