

1. Seja um feixe hertziano entre dois pontos situados a 60 km de distância entre si, com linha de vista desobstruída entre os mesmos, recorrendo a uma portadora de 30 GHz, modulação QPSK e com uma taxa de dados bruta de 30 Mbps. O feixe é estabelecido usando duas antenas parabólicas de 1.4 m de diâmetro e 40% de eficiência, diretamente ligado a equipamentos rádio cuja figura de ruído agregada é 2 dB.
 - a) [1 pt] Determine o ganho (relativamente a uma antena isotrópica) e a largura de feixe das antenas. Situando-se as duas antenas à mesma altitude acima do nível médio do mar, determine o ângulo de elevação ideal das mesmas para *atmosfera normal*: gradiente do índice de refração da atmosfera $dn/dh = -40 \times 10^{-6} \text{ km}^{-1}$; raio da Terra fictícia $r_T^* = k r_T$ com $k = 4/3$. Conclua sobre a relevância deste ajuste perante a largura de feixe destas antenas.
 - b) [1.5 pts] Determine a figura de mérito do sistema de receção constituído por esta antena e equipamentos rádio. Se não tiver conseguido determinar o ganho da antena na alínea anterior, utilize o valor de 50 dBi, indicando o facto. Assuma que $T_a = T_o = 290 \text{ K}$.
 - c) [1.5 pts] Para a modulação e taxa de dados bruta e para o sistema de receção indicado, determine a largura de banda assumindo eficiência espectral nominal. Determine ainda a densidade de potência de sinal mínima no local de receção obter uma probabilidade de bit errado inferior ou igual a $P_b = 10^{-6}$.
 - d) [1.5 pts] Determine a potência de sinal a entregar ao porto da antena emissora para estabelecer esta ligação, considerando a atenuação da atmosfera padrão sem chuva e uma margem de 40 dB para fazer face a eventual chuva. Desconsidere perdas associadas a erros de pontaria e polarização.
2. Considere uma antena parabólica a receber um sinal de um satélite geoestacionário que radia com EIRP = 50 dBW na direção da antena e sobre uma portadora de 12 GHz. A antena tem eficiência óhmica $\eta_\Omega = 80\%$ e eficiência de abertura $\eta_a = 75\%$. A elevação do feixe da antena é 40° e a distância ao satélite é 37764 km. Considere ainda que a antena está ligada a um LNB com 50 dB de ganho e 0.6 dB de figura de ruído, por sua vez ligado a um recetor com 12 dB de figura de ruído (incluindo o efeito do cabo de baixada). Determine:

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

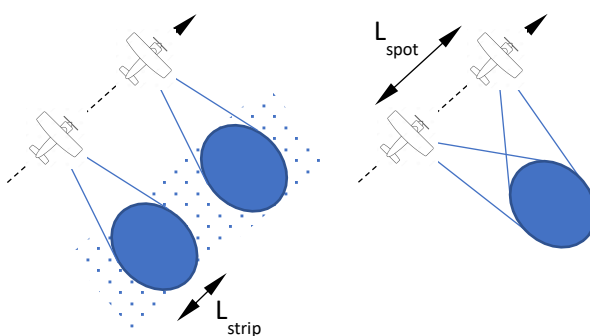
- a) [1 pt] A temperatura do céu $T_{\text{céu}}$ com tempo seco.
 - b) [1 pt] A temperatura de ruído da antena T_{ant} .
 - c) [2 pts] O diâmetro da antena sabendo que, com tempo seco, apresenta uma margem de 12 dB relativamente à relação entre potência de sinal e ruído mínima de 6.8 dB para decodificar o sinal, cuja largura de banda é 33 MHz.
 - d) [1 pt] A perda de margem perante uma chuvada que introduz uma atenuação adicional de 6 dB no percurso da ligação.
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 (satélite “Eutelsat 7A”) para 65°W (satélite “Eutelsat 65 West A”), determine:
- a) [1.5 pts] Os novos valores de elevação, azimute e distância ao satélite.
 - b) [1 pt] O satélite “Eutelsat 65 West A” transmite em banda C (4.7 GHz), enquanto que o satélite “Eutelsat 7A” transmite em banda X (11.2 GHz), o que obriga a trocar o LNB. Refira, justificando, se esta banda de frequência introduz diferenças (e quais) na qualidade da ligação, assumindo que o novo LNB têm características idênticas de ganho e figura de ruído.
4. Um sistema de radar mono-estático de varrimento circular opera a 9.8 GHz (banda X), recorrendo a uma antena rotativa com 30 dBi de ganho e 1.75 metros de abertura segundo a horizontal. Transmite uma cadência de impulsos, cada um com 10 nsec de duração. O recetor tem uma figura de ruído equivalente de 5 dB e existem tempos mortos de comutação entre emissão e receção (e vice-versa) de 1 µsec.
- a) [1 pt] Determine a largura de banda associada a este radar.
 - b) [2 pts] Determine a potência dos impulsos para que o radar consiga discriminar alvos com uma área efetiva de eco de 2 m² a 5 km de distância com uma assinatura de 10 dB acima do nível de ruído, assumindo que as respostas aos impulsos não são combinadas. Se não tiver conseguido resolver a alínea anterior, considere, indicando-o, uma largura de banda de 50 MHz.
 - 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 6000 PPS.

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

Calcule também a potência média despendida na transmissão se o gerador de impulsos só consumir durante a transmissão efetiva e com uma eficiência de 50%.

- d) [1 pt] Determine qual o fator de incremento da distância de deteção que se obtém ao combinar coerentemente as respostas aos impulsos dentro da largura de feixe da antena, verificando-se que a taxa de varrimento desta é de 360° por segundo.

5. A figura ao lado mostra dois tipos de operação de radares de abertura sintética: *stripmap* à esquerda e *stoplight* à direita. No modo *stripmap* a abertura sintética L_{strip} decorre da projeção da largura de feixe θ com direção fixa de uma antena de



abertura real A sobre alvos a uma distância R . No modo *spotlight* a antena é mecânica ou eletronicamente ajustada por forma a apontar o feixe para o mesmo ponto do terreno, permitindo obter uma abertura sintética L_{spot} superior por um fator α : $L_{\text{spot}} = \alpha L_{\text{strip}}$ com $\alpha > 1$.

- a) [1 pt] Determine a melhor resolução azimutal que é possível obter para alvos à distância R em ambos os modos de operação, em função de A , α e eventualmente outros parâmetros do radar.
- b) [1 pt] Relacione o ganho de processamento obtido na compressão azimutal como contribuição para o balanço de potência, entre os dois modos de operação.

FIM