

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

1. Este exercício aborda a viabilidade de estabelecer uma ligação por rádio entre a montanha da ilha do Pico, nos Açores, com uma altitude de 2351 metros, e um local situado em Angra do Heroísmo, na ilha Terceira, situado a 30 metros de altitude. A distância entre os dois locais é 105 km. Entre os dois locais (a 48 km do Pico; 57 km de Angra do Heroísmo) fica parte nascente da ilha de São Jorge, cuja altitude máxima nessa região não ultrapassa os 840 metros (todas as altitudes são relativas ao nível médio das águas do mar). São utilizados dois equipamentos rádio portáteis configurados para operar em NFM em 145 MHz. Ambos os dispositivos estão equipados com antenas portáteis diretamente conectadas, cujo ganho estimado é 0 dBi.
 - a) [1.5 pts] O fabricante do equipamento rádio anuncia uma sensibilidade de receção de $0.16 \mu\text{V}$ nessa banda. Sabendo que a impedância do rádio é 50Ω e que a largura de banda dos canais nessa banda é de 12 kHz, determine a potência de sinal mínima no porto de antena correspondente à sensibilidade (em dBm) e determine ainda a relação sinal/ruído no porto de antena, em dB, a que tal potência corresponde (assuma que $T_0 = 290 \text{ K}$).
 - b) [1.5 pts] Determine qual o índice do elipsoide de Fresnel a que o obstáculo constituído pela ilha de São Jorge corresponde, tanto para um gradiente do índice de refração normal ($k = 4/3$) como para um gradiente do índice de refração nulo ($k = 1$). Recorde que o raio da Terra fictícia é dado por $r_T^* = k r_T$ e que o raio da Terra é $r_T = 6370 \text{ km}$. Conclua sobre o impacto deste obstáculo nesta ligação.
 - c) [1.5 pts] Verifique e conclua se a atenuação provocada pelos gases da atmosfera tem algum efeito significativo nesta ligação.
 - d) [1.5 pts] Sabendo que os equipamentos rádio podem transmitir nesta banda com uma potência de 1.5 W, elabore o balanço de potência desta ligação e determine a sua viabilidade. Para tornar esta alínea independente das duas anteriores, não considere nem o potencial efeito de obstáculos nem a atenuação dos gases atmosféricos. Se não conseguiu resolver a alínea a), considere, indicando-o, que a potência mínima no receptor é -120 dBm .
2. Este problema endereça analisar a viabilidade de se reapontar a estação de receção de dados de satélites geoestacionários do DEEC, situada em 41.17828°N , 8.59497°W ,

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

da atual longitude do ponto sub-satélite 7°E para 28°E e receber satisfatoriamente o satélite EutelSat 28G, onde, por exemplo, a transmissão sobre 11.582 GHz é efetuada em formato DVB-S a uma taxa de dados de 22 Mbps e uma taxa de código corretor de erros de 5/6. Esta codificação permite a receção eficaz do sinal com E_b/N_0 a partir de 6.0 dB. Ainda que apontado para o centro da Europa, este sinal é transmitido com um EIRP de 50 dBW na direção do Porto.

- a) [1.5 pts] Determine os novos valores de elevação, azimute e distância ao satélite.
 - b) [1.5 pts] Calcule a temperatura de ruído captado pela antena T_a e a temperatura de ruído da antena T_{ant} (à saída da antena), assumindo que esta tem uma eficiência de 50% e que $T_0 = 290$ K. Se não conseguiu resolver a alínea anterior, considere, indicando-o, uma elevação de 35°.
 - c) [1.5 pts] Calcule a temperatura de ruído equivalente T_s do sistema constituído pela antena e pela cadeia de receção: um LNB de 50 dB de ganho e 0.5 dB de figura de ruído, um cabo de baixada de 10 dB de atenuação e um recetor com 8 dB de figura de ruído. Se não conseguiu resolver a alínea anterior, considere, indicando-o, que T_{ant} é 175 K.
 - d) [1.5 pts] Elabore o balanço de potência da ligação, calculando a margem de potência de ligação obtida. Considere que a antena parabólica tem 1.8 metros de diâmetro (eficiência de 50%). Discuta sobre a suficiência desta margem para fazer face ao impacto de chuva. Se não conseguiu resolver alíneas anteriores, considere, indicando-o, que a temperatura T_s é 200K e que a distância ao satélite é 38 000 km.
3. Deseja-se modernizar um sistema de radar mono-estático de varrimento circular que opera na banda X a 9.3 GHz e que tem uma antena rotativa segundo um eixo vertical, substituindo o equipamento rádio de transmissão e receção. O equipamento original transmite pulsos simples de 10 nseg de duração e 10 kW de potência. O novo sistema transmite sinais complexos com uma potência de 100 W e com uma largura de banda de 300 MHz. O sistema antigo apresenta tempos mortos de comutação entre emissão e receção (e vice-versa) de 1 μ seg; no sistema novo estes tempos são reduzidos para 100 nseg. A figura de ruído do novo recetor mantém-se semelhante à do anterior.
- a) [1 pt] Calcule e compare a resolução da medida de distância dos dois sistemas.

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

- b) **[1.5 pts]** Determine entre que limites deverá ser dimensionada a duração dos sinais transmitidos pelo sistema novo para que, graças ao ganho de processamento, seja alcançada pelo menos a mesma distância (apesar da menor potência e da mudança de resolução) e para que a distância cega ao alvo mais próximo não seja superior a 500 metros. Se não tiver conseguido resolver a alínea anterior, considere, indicando-o, que a resolução em distância do novo sistema é metade da resolução do anterior (duas vezes melhor).
- c) **[1 pt]** Assumindo que a duração dos sinais transmitidos é $2 \mu\text{seg}$, determine o máximo valor da taxa de repetição de pulsos (PRF - *Pulse Repetition Frequency*) de forma a que, tendo em conta os tempos de comutação entre receção e emissão, seja possível receber ecos até 30 km.
- d) **[1.5 pts]** Determine qual a abertura máxima da antena segundo a horizontal por forma a que sejam combinados coerentemente N pulsos dentro da largura de feixe da antena, onde N é tal que permita multiplicar a distância atingida pelo radar por 2.5 vezes. Considere que a PRF é 4 kHz e que a antena completa uma revolução a cada 4 segundos.
4. As imagens na página seguinte foram obtidas através de um radar de abertura sintética. A imagem no canto superior esquerdo foi processada sem defeitos e serve de referência; as restantes apresentam as consequências da alteração de alguma característica dos dados ou do processamento.
- a) **[1.5 pts]** Indique, justificando, a que imagem corresponde cada um dos seguintes defeitos: “insuficiência da taxa de amostragem (número de ecos por metro) segundo a direção azimutal”, “redução da largura de banda dos sinais transmitidos” e “ausência do filtro anti-speckle”.
- b) **[1.5 pts]** Discuta os potenciais efeitos na imagem obtida da redução do número de ecos consecutivos utilizados no processamento segundo a direção azimutal (redução da abertura sintética).

Exame com consulta. Duração: 1h30m.

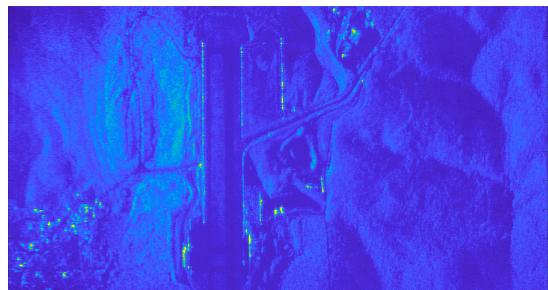


Imagen sem defeitos.

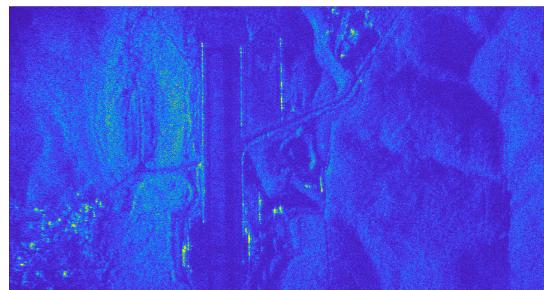


Imagen com defeito A.

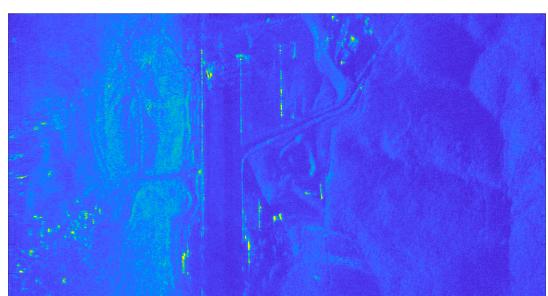


Imagen com defeito B.

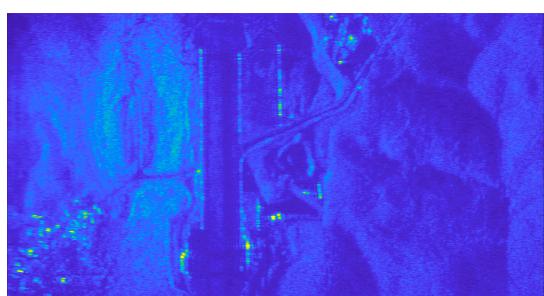


Imagen com defeito C.

FIM