

Exercícios de Sistemas de Telecontrole

Exercícios sobre Sistemas de Aquisição de Dados

1. Considere um sistema de aquisição de dados centralizado com comutação de baixo nível. Utiliza-se um multiplexador de N canais centralizado com $R_{ON} = 1 \text{ k}\Omega$, $R_{OFF} = 10 \text{ M}\Omega$, $C_s = 2 \text{ pF}$, $C_p = 10 \text{ pF}$. Considerem-se os transdutores com resistência interna nula (ideais) e a carga do multiplexer com o valor de $10 \text{ k}\Omega // 10 \text{ pF}$.
 - a. Calcule o erro de transmissão entrada / saída do multiplexer para 1 canal, sendo $N = 8$ e represente-o em função da frequência.
 - b. O erro de transmissão da alínea a) é calibrável a zero nas baixas frequências; todavia, resta a variação frequencial. Qual a frequência máxima do sinal para que o erro de transmissão calibrado não ultrapasse 1%?
 - c. Considere-se agora o erro introduzido por diafonia entre os canais desligados e o canal activo. Supondo que os sinais são aleatórios e que têm todos idênticas amplitudes, determine a percentagem de erro introduzida nas baixas frequências pela diafonia.
 - d. Qual o valor da frequência a partir da qual o erro total da diafonia ultrapassa 1%?
2. Num sistema de aquisição de dados centralizado pretende-se comutar entre 16 canais em que a largura de banda individual é de 0 a 2 kHz (a -3 dB). Admita-se que a amplitude dos sinais diminui à cadência de -40 dB / década, a partir de 2 kHz e que o número de bits é 12.
 - a. Qual deverá ser o valor da frequência de amostragem a utilizar para cada um destes sinais de modo a que o erro de amostragem não seja superior ao $LSB/4$?
 - b. Calcule a frequência de comutação a utilizar no multiplexer do sistema.
3. Num sistema de aquisição de dados centralizado dispõe-se de um conversor A/D e um multiplexer capazes de amostrar 200k amostras / segundo de 8 bits para amostrar 8 canais. Pretende-se limitar a largura de banda dos canais de modo a não ser introduzido erro de aliasamento superior a 1 LSB. Determine:
 - a. A máxima largura de banda ideal de cada canal.
 - b. A mínima taxa de decrescimento da amplitude do sinal de cada canal, se este tiver uma largura de banda de 3,4 kHz.
4. Considere-se um sistema descentralizado de aquisição de dados. O sistema engloba 4 canais amostrados a 20k amostras / segundo e outros 12 canais amostrados a 10k amostras / segundo, todos a 8 bits.
 - a. Admitindo que a multiplexagem digital deve funcionar a uma cadência idêntica para todos os canais, determine a cadência total do multiplexador.
 - b. Supondo que se dispõe de um sistema que permite flexibilizar a comutação, por exemplo, um processo hierárquico para baixar a taxa de comutação total, esboce a estrutura de um sistema capaz de baixar a taxa de comutação, definindo a estrutura e as taxas de comutação.

- c. Considere agora que deseja utilizar apenas 1 multiplexer para os 16 canais. Esboce uma estrutura capaz de o realizar e indique a sequência das palavras digitais à saída do multiplexer.

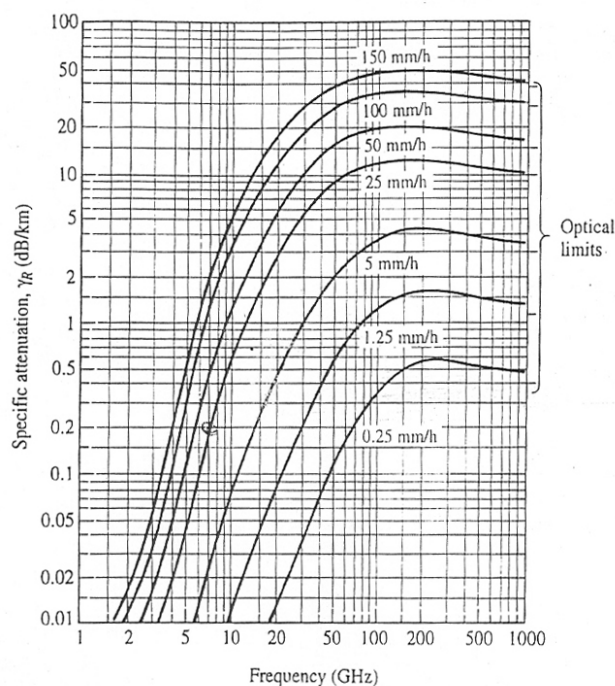
Conversores Tensão-Frequência

5. Na cadeia de telemetria por frequência para uma gama de valores de V_1 de 0 a 1 V, o conversor V/F produz sinais com frequências de 1 kHz a 1 MHz.
 - a. Desenhe a característica do conversor V/F e identifique o valor inicial F_0 , a gama dinâmica, DR, e a sensibilidade.
 - b. Determine o mínimo valor da base de tempo T que deve ser usado para que a leitura do visualizador digital apresente uma resolução de leitura de $\pm 0,1\%$ do fim de escala.
 - c. A fim de reproduzir a precisão de $\pm 0,02\%$ apresentada pelo sistema a montante, qual deverá ser o número de dígitos e o valor da base de tempo do contador? Localize o ponto decimal e defina o factor de escala digital.
 - d. Indique o número de dígitos e a base de tempo a empregar se fosse necessária uma resolução de contagem equivalente a 16 bits.
 - e. Suponha que a base de tempo empregue é de 0,01 segundos. Determine a máxima largura de banda do sinal do sensor (com declive de transição de -60 dB / década) que pode ser transmitida pelo sistema, para a resolução de $\pm 10^{-5}$.
6. Pretende-se transmitir via frequência um sinal com largura de banda a -3 dB de 90 Hz e pente de transição de -40 dB / década, com uma resolução de $\pm 0,01\%$. Determine o número de bits do contador binário necessários para o efeito, o valor da base de tempo que satisfaça os requisitos de resolução e calcule a gama de frequências do conversor V/F.
7. Para transmitir um determinado sinal com largura de banda de 0,05 Hz e pente -20 dB / década sujeito a interferências de 50 Hz e seus harmónicos. Quer-se utilizar um sistema V/F que permita uma resolução de $\pm 0,01\%$.
 - a. Determine o número de visualizadores de um contador de décadas adequado e a escala do conversor V/F.
 - b. Calcule a base de tempo de forma a poder usufruir da rejeição de modo normal do contador.

Exercícios sobre balanço de potência em ligações hertzianas

8. Uma ligação a 6 GHz opera numa Terra plana e tem um comprimento de 36 km. A 15 km do emissor, encontra-se um prédio com uma altura de 30 m, constituindo um obstáculo perpendicular à linha de vista da ligação. Calcular as alturas das antenas do emissor e do receptor, em condições de refração standard, ou seja, $k = 4/3$, considerando:
 - a. Deve ser mantida uma zona de desimpedimento de Fresnel.
 - b. A atenuação por difracção não deve exceder os 8 dB.

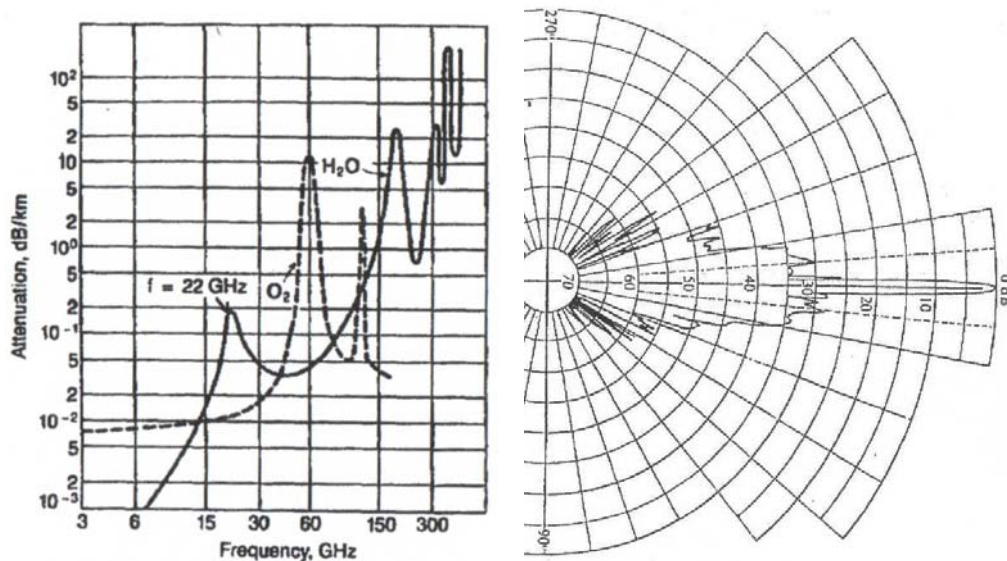
9. Considerar uma ligação terrestre a 7 GHz com um comprimento de 40 km com boa desobstrução (de várias zonas de Fresnel) num local com uma taxa de precipitação igual ou superior a 25 mm/h durante 0,01% do tempo de acordo com o gráfico abaixo. A ligação tem uma largura de banda de 1 MHz, as antenas têm ganhos de 30 dB e o receptor tem uma figura de ruído global de 5,0 dB. Calcular a potência que é necessária transmitir de modo a assegurar uma relação CNR igual ou superior a 30,0 dB durante 99,99% do tempo.



10. Considerar uma ligação a 6 GHz com as seguintes condições:

- A guia de onda de saída tem 100 m de comprimento e uma atenuação de $2x/50m$ e liga o último andar amplificador à antena emissora, orientada horizontalmente, apresentando uma eficiência de 95% e ganho de 20, com padrão de radiação normalizado no gráfico abaixo e desalinhada por efeito do vento de 10° , relativamente ao plano horizontal.
 - O sistema receptor afastado horizontalmente 10 km do sistema emissor, com linha de vista e desobstrução total, é constituído por um receptor com uma sensibilidade de 2 pW que recebe o sinal de uma antena com ganho igual a 14 (omnidireccional) e eficiência igual a 98%, através de um sistema de guias de onda com comprimento de 200 m, com atenuação $1,2x/100m$.
- Determinar a perda em espaço livre.
 - Determinar a atenuação no troço emissor.
 - Determinar a atenuação no troço receptor.
 - Determinar a potência radiada para o espaço (na direcção de máximo ganho) pela antena emissora, sabendo que o sinal à saída do último andar amplificador apresenta uma potência de 50 W.

- e. Determinar a potência mínima que o amplificador emissor tem de fornecer à guia de onda de saída (considerar o efeito da atenuação da atmosfera em termos de atenuação na propagação).
- f. Sabendo que se utiliza tal sistema para a transmissão de um sistema constituído por 1500 canais telefónicos, e que o ruído apresenta densidade espectral de potência de $0,5 \text{ pW/Hz}$, determinar a potência mínima de emissão para uma relação sinal-ruído de 15 dB a montante do primeiro andar amplificador no receptor. Assumir alinhamento perfeito entre antenas.



11. Considerar uma ligação a 6 GHz com as seguintes condições:

- A guia de onda de saída tem 100 m de comprimento e uma atenuação de $2x/50\text{m}$ e liga o último andar amplificador à antena emissora, orientada horizontalmente, apresentando uma eficiência de 95% e ganho de 20 , com padrão de radiação normalizado no gráfico acima e alinhada horizontalmente.
 - O sistema receptor afastado horizontalmente 100 km do sistema emissor, com linha de vista e desobstrução total, é constituído por um receptor com uma sensibilidade de 100 pW que recebe o sinal de uma antena com ganho igual a 14 (omnidireccional) e eficiência igual a 98% , através de um sistema de guias de onda com comprimento de 200 m , com atenuação $1,2x/100\text{m}$.
- a. Considerando apenas o efeito da atenuação da atmosfera em termos de atenuação na propagação, determinar a potência mínima que o amplificador emissor tem que fornecer à guia de onda de saída nas condições enunciadas.
 - b. Determinar a altitude que deve ter a antena emissora (considerando uma atmosfera padrão), sabendo que foi criada uma obstrução com altura de 220 m sem cobertura vegetal, colocada no percurso emissor-receptor, a 25 km do emissor, de modo a obter-se linha de vista,

sabendo que a antena receptora se encontra a uma altitude de 375 m acima do nível do mar.

Recorde-se que:

$$h_B = \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot a}, \quad a = 6371 \text{ km}$$

$$h_{TR} = h_B (k^{-1} - 1)$$

$$h_{FZC} = \sqrt{\lambda \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}}$$

Na notação a seguir apresentada, o valor de h é positivo caso o obstáculo bloqueie a linha de vista.

$$v = h \cdot \sqrt{\frac{2}{\lambda} \cdot \frac{d_1 + d_2}{d_1 \cdot d_2}}$$

