

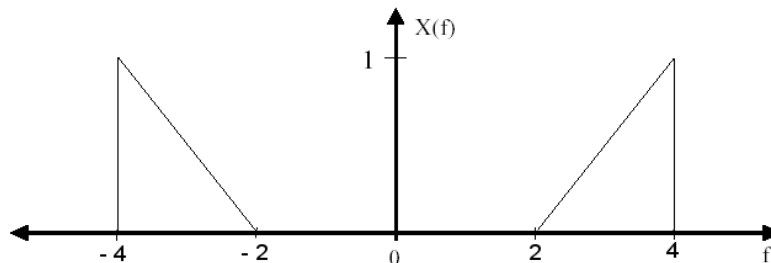


Exercícios sobre Modulação por Impulsos Codificados (PCM) – 4ª ficha de exercícios

Sumário:

- Resolução de exercícios sobre Amostragem
 - Modulações por Impulsos.
 - Modulação por Impulsos Codificados (PCM).
-

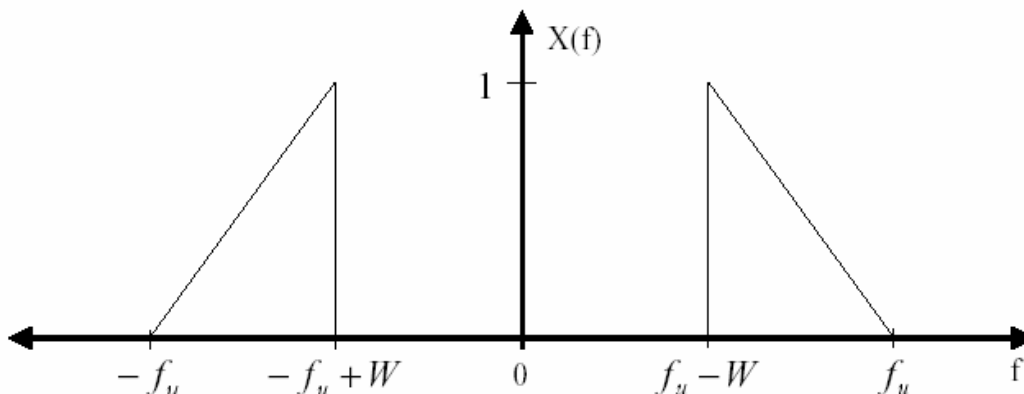
1. Considere o sinal $x(t)$ com o espectro apresentado na figura seguinte.



- Qual a frequência mínima de amostragem?
 - Apresente o espectro do sinal amostrado.
 - Explique como pode ser recuperado o sinal original.
 - Esboce o espectro do sinal amostrado a uma frequência de 10kHz com impulsos de largura de banda $Ta/2$ e topo plano.
2. Apresente um sistema de multiplexagem de três sinais baseado num comutador que permita amostrar os três sinais às respectivas frequências de Nyquist, sabendo que os sinais 1 e 3 tem frequência máxima de 4 kHz e o sinal 2 tem frequência máxima de 8 kHz.
3. Um sinal com uma largura de banda de 10 kHz é amostrado à taxa de Nyquist por um trem de impulsos com uma largura $t = 25\text{mseg}$. Assumir que o sinal é recuperado por um filtro passa-baixo ideal e determinar a atenuação provocada pelo efeito de abertura para as frequências de 5 kHz e de 10 kHz. Diga como se pode evitar este tipo de distorção.



4. Supondo que $x(t)$ apresenta o espectro dado pela seguinte figura, em que $f_u=25$ kHz e $W=10$ kHz.



- Calcule o valor de frequência de Nyquist f_{Ny} para este sinal $x(t)$.
 - Esboçar o espectro do sinal idealmente amostrado $x_s(t) = x(t) \times S_s(t)$, em que num caso, a frequência de amostragem vale $f_a=60.45$ kHz e noutro caso distinto vale $f_a=25$ kHz. Fazer uma análise crítica dos resultados obtidos e em qual dos casos é possível a recuperação do sinal original $x(t)$.
 - Supondo que a frequência f_u apresenta o valor $f_u=2(f_u-W)$, determinar um valor da frequência f_a abaixo da frequência de Nyquist anteriormente f_{Ny} determinada, para a qual ainda assim é possível a recuperação do sinal original $x(t)$.
5. Seja, $x(t) = \Pi\left(\frac{t}{2W}\right)$.
- Determine o valor mínimo da frequência de amostragem, sabendo que a primeira passagem de $X(f)$ por zero define a largura de banda mínima de $x(t)$, sem que com isso se introduza distorção apreciável nesse sinal relativamente à sua forma original.
 - Quais as precauções que se devem tomar, para que se possa evitar o efeito perturbador com carácter de distorção provocado pelo fenómeno *Aliasing*?
6. Considere um Sistema PCM (Pulse Code Modulation – Modulação por Impulsos Codificados). Dado um sinal com largura de banda de 4 kHz (para cada banda lateral), determine:
- A frequência de Nyquist para este canal.



- b) Tomando como exemplo uma onda sinusoidal de frequência 5.5 kHz, dizer, justifique, qual o valor da frequência obtida, após amostragem a 8 kHz e posterior filtragem passa-baixo de 4 kHz (que se faz antes de amostrar qualquer sinal a ser transmitido num canal telefónico).
 - c) Tomando por base a largura de banda de um canal telefónico (4 kHz para cada banda lateral), diga qual a frequência superior de corte mínima de um LPF, antes da amostragem do sinal. Admitindo que cada amostra, após uma quantificação conveniente, é codificada com 8 bits, diga qual o débito binário.
 - d) Diga o que se entende por quantificação uniforme e explicar as razões pelas quais se recorre às lei A e μ na Europa e na América do Norte, respectivamente.
7. Um sinal analógico é amostrado e quantificado em PCM binário, utilizando-se 16 níveis de quantificação. Os impulsos são transmitidos num canal com largura de banda igual a 9600Hz.
- a) Determinar o máximo débito binário.
 - b) Determine a relação SNRQ máxima que se pode obter.
 - c) Determinar o máximo valor da largura de banda que o sinal poderá apresentar, sabendo que o débito binário é o determinado na alinea a) e se utilizarem impulsos do tipo coseno elevado com factor de rolloff $\alpha=0,25$.