

DCO1013 - Lista de exercícios 2

Levy Gabriel da S. G.
Engenharia elétrica - UFRN

1.
 - (a) A primeira forma de conversão analógica/digital estudada é o PCM. As etapas do processo de digitalização para o PCM possuem o objetivo de transformar a amplitude de um sinal analógico em um sinal digital por meio de bits que codificam a mensagem. A primeira etapa é a amostragem que recorta pulsos da amplitude do sinal analógico em determinado intervalo de tempo entre pulsos e de duração de pulsos. Vale lembrar que a duração do pulso deve ser menor do que o período de amostragem. A segunda etapa é a quantização que vai decidir os valores digitais que se correspondem com faixas de amplitude do sinal. Por fim tem a codificação, que vai atribuir um código binário para as amplitudes definidas.
 - (b) Enquanto que a SNR do PPM é proporcional ao quadrado da banda, enquanto que no PCM a SNR aumenta exponencialmente com o aumento do número de bits (diretamente relacionado com a banda).
 - (c) O PCM tem por desvantagem necessitar de vários bits para transmitir a mensagem e possuir uma grande largura de banda. Outro fato é que na quantização, por depender da amplitude do sinal, sendo esta suficiente grande para que ultrapasse a faixa de valores do quantizador, o erro de quantização gerado será alto.
2.
 - (a) O sinal PCM convencional possui a deficiência de que sua SNR decresce com o aumento da potência do sinal quantizado devido à quantização uniforme. Assim, uma SNR variável é extremamente indesejável.
 - (b) Para solucionar o problema da SNR, foi proposta uma quantização não uniforme, que se propõe a representar baixas amplitudes com passos maiores de quantização e o contrário para grandes amplitudes (dando maior significância para amplitudes menores).
3. A aplicação de leis logarítmicas na quantização permite que a relação sinal ruído do sinal quantizado se mantenha relativamente constante em relação a quantização uniforme.
4.
 - (a) O PCM convencional é um sistema ineficiente por gerar muitos bits e requerer grande largura de banda. O DPCM procura atacar o problema do número excessivo de bits, enviando apenas a diferença entre as amostras, de forma que a amplitude do sinal quantizado é menor, implicando no aumento da SNR por conta da redução do ruído de quantização.

- (b) O DPCM é implementado pela premissa de que amostras consecutivas guardam relação entre si. Desta forma o quantizador é alimentado com a diferença entre a amostra atual da mensagem com a predição da amostra anterior quantizada. Ao enviar a diferença, o receptor será capaz de realizar a mesma predição da amostra anterior quantizada e recuperar a amostra atual quantizada.
- (c) A predição do valor seguinte a partir dos anteriores é baseado na série de Taylor, assim quanto mais valores forem utilizados para a ponderação, melhor será a estimação. A diferença entre valores sucessivos representa uma aproximação de primeira ordem para o preditor, sendo assim apenas um atraso temporal, implicando na redução da precisão.

Outro motivo é que ao usar o valor atual predito, a amplitude da diferença terá amplitude menor do que no caso se utilizar a diferença entre valores anteriores.

5. Dados: $B = 3\text{ kHz}$, $f_s = 1.33 \times 2B$, $\Delta_{max}/2 = 0.5\% m_p$

A frequência de amostragem será $f_s = 8\text{ kHz}$ de acordo com a banda fornecida. No que diz respeito ao erro de quantização, este é dado pela razão entre a excursão máxima do sinal e a quantidade de níveis de quantização:

$$\Delta_{max} = \frac{2m_p}{L} \quad (1)$$

Porém como o erro de quantização máximo é dado como uma função da amplitude máxima do sinal, pode-se encontrar a quantidade de níveis de quantização como:

$$L = \frac{m_p}{\Delta_{max}/2} = \frac{m_p}{0.5 \times 0.01 \times m_p} = 200 \quad (2)$$

Encontrada a quantidade de níveis, arredonda-se para o próximo valor na base de 2 que é 256 níveis e equivale a $n = 8$ bits. Assim a largura de banda mínima requerida para transmissão será:

$$C_{1s} = n f_s = 64\text{ kbps} \quad (3)$$

E para 24 sinais semelhantes:

$$C_{24s} = 24 \times C_{1s} = 1536\text{ kbps} \quad (4)$$

Assim, como pode-se transmitir até 2 bits/s por hertz de largura de banda, a largura de banda mínima de transmissão para ambos os casos será:

$$B_{1s} = \frac{C_{1s}}{2} = 32\text{ kHz} \quad (5)$$

$$B_{24s} = \frac{C_{24s}}{2} = 768 \text{ kHz} \quad (6)$$

6. Dados: $B = 4 \text{ kHz}$, $f_s = 2B$, $\mu = 100$, $L_1 = 64$, $L_2 = 256$, $n_1 = 6$, $n_2 = 8$

A SNR de saída para um compandor de lei μ é dada por:

$$SNR = \frac{3L^2}{[\ln(1 + \mu)]^2} \quad (7)$$

Assim, para cada solução a SNR será: $SNR_1 = 27.61 \text{ dB}$, $SNR_2 = 39.65 \text{ dB}$. Por meio dos resultados observa-se um incremento de 12 dB de acordo com o aumento de níveis (linearmente significa um aumento de 4 vezes).

Para o caso da banda mínima, pelas equações da questão anterior a capacidade será: $C_1 = 48 \text{ kbps}$, $C_2 = 64 \text{ kbps}$. Em termos de banda mínima, ter-se-á: $B_1 = 24 \text{ kHz}$, $B_2 = 32 \text{ kHz}$. Isso demonstra um aumento de 33% na banda mínima ocupada de uma solução para outra.

Isso mostra que com a quantização não-uniforme, a SNR foi quadruplicada com uma relativo baixo aumento de banda.