



*Homeworks 3 a 7 referentes à aula 6 de
“Telecomunicações II ELC1120-316”, aula
disponibilizada em*

<http://www.fccdecastro.com.br/download.html>

**Departamento de Eletrônica e Computação
Centro de Tecnologia
ELC1120 – Telecomunicações II
Prof. Fernando DeCastro**

*Homeworks referentes à matéria de
ELC1120 até a aula de 30/09/2022
em modalidade REMOTA.*



Homework 3

A seqüência

$$m_q(n) = \{ u(n-9), u(n-8), u(n-7), u(n-6), u(n-5), u(n-4), u(n-3), u(n-2), u(n-1), u(n) \dots \}$$

é aplicada à entrada do Preditor Linear do codificador DPCM mostrado na Figura 1.

Para $m_q(n) = \{-0.707, 0, 0.707, 1, 0.707, 0, -0.707, -1, -0.707, 0, \dots\}$, determine $\hat{u}(n+1)$, sabendo que o Preditor Linear é de ordem 2 e utiliza 10 amostras consecutivas de $m_q(n)$ para a definição da matriz de correlação.

A Figura 2 apresenta uma ilustração da série temporal $m_q(n)$. Note que a série $m_q(n)$ é periódica, de onde se pode, por inspeção, verificar o valor que será observado para a amostra $u(n+1)$. Determine $e(n)$ para $\hat{u}(n+1)$

Lembre que:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{00} & r_{01} \\ r_{10} & r_{11} \end{bmatrix} \rightarrow \mathbf{R}^{-1} = \frac{1}{(r_{00} \cdot r_{11} - r_{01} \cdot r_{10})} \begin{bmatrix} r_{11} & -r_{01} \\ -r_{10} & r_{00} \end{bmatrix}$$

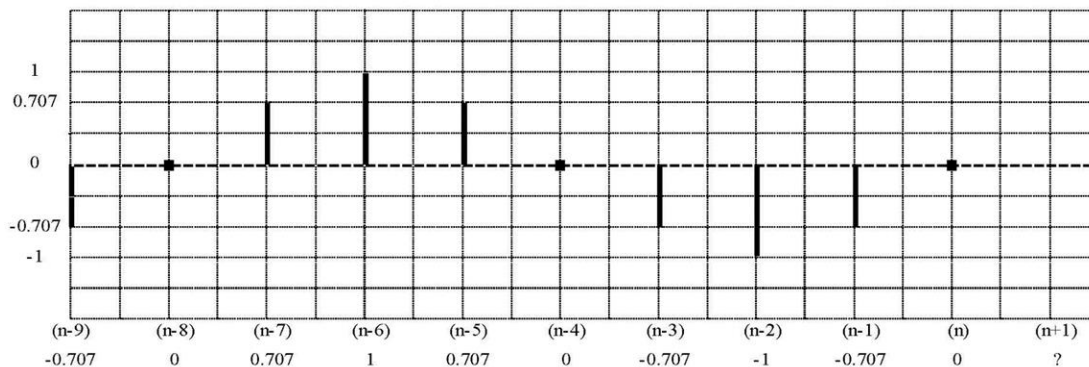
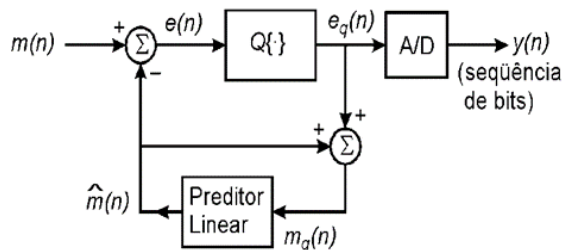


Figura 1: Codificador DPCM do TX digital.

Figura 2: $m_q(n)$ - gráfico fora de escala, apenas ilustrativo.

Homework 4

Seja uma fonte de informação representada pela variável aleatória discreta X , com espaço de amostras definido pelo conjunto $\Omega = \{x_i\} = \{x_0, x_1, \dots, x_{M-1}\}$ de $M = 8$ eventos estatisticamente independentes x_i com probabilidades de ocorrência $p_i, i = 0, 1, \dots, M - 1$, conforme apresenta a **Tabela 1**.

Para esta fonte de informação, foi construído o código $\theta\{\cdot\}$ apresentado na terceira coluna da referida Tabela.

Tabela 1			
x_i	p_i	$s_i = \theta\{x_i\}$	
		$\theta\{\cdot\}$	$\theta^*\{\cdot\}$
x_0	0.25	011	
x_1	0.25	0101	
x_2	0.15	0110	
x_3	0.1	1100	
x_4	0.1	00011	
x_5	0.08	00110	
x_6	0.04	11010	
x_7	0.03	101011	

Pede-se:

- a) Determine a Eficiência de $\theta\{\cdot\}$ sob o ponto de vista da Entropia.
- b) A partir do resultado obtido em (a), conclua se o código $\theta\{\cdot\}$ é um Código Ótimo, sob o ponto de vista da Entropia, e apresente a justificativa, com base no Teorema da Codificação de Fonte.
- c) A partir da análise efetuada em (b), se $\theta\{\cdot\}$ não for um código ótimo, construa um código ótimo binário ($\theta^*\{\cdot\}$) para a fonte de informação especificada na **Tabela 1**, sob o ponto de vista da Entropia.
- d) Determine a Eficiência de $\theta^*\{\cdot\}$.
- e) A partir do resultado obtido em (d), conclua se o código $\theta^*\{\cdot\}$ obtido é absolutamente ótimo ou quase absolutamente ótimo, e apresente a justificativa, com base no Teorema da Codificação de Fonte.

Homework 5

Verifique se os códigos $\theta_I\{\cdot\}$ e $\theta_{II}\{\cdot\}$ descritos na **Tabela 2** são UD e/ou Instantâneos.

Tabela 2

Mensagem	$s_i = \theta_I\{x_i\}$	$s_i = \theta_{II}\{x_i\}$
x_0	0	0
x_1	1	01
x_2	00	011
x_3	11	0111

Homework 6

Seja um sistema para transmissão digital que utilize no Codificador de Fonte um conjunto Ω com $M = 4$ possíveis mensagens, $\Omega = \{x_0, x_1, x_2, x_3\}$.

As probabilidades de ocorrência das amostras na saída X do quantizador são:

$$P(X = x_0) = 0.36, \quad P(X = x_1) = P(X = x_2) = 0.24 \quad e \quad P(X = x_3) = 0.16.$$

Pede-se:

- Determine a Entropia desta Fonte. Lembre que $H(X) = -\sum_{k=0}^{M-1} p_k \log_2(p_k)$; $\log_2(y) = \frac{\log_{10} y}{\log_{10} 2}$.
- Considerando que o intervalo de amostragem do sinal fonte $m(t)$ é $T_s = 7.58 \mu s$, determine a taxa de informação (R) gerada por $m(t)$ na saída X do quantizador. Lembre que $R = rH$ [bits/s], onde r é a quantidade de amostras geradas por segundo, e H é a entropia da fonte.

Homework 7

Observou-se por 34 horas e 43 minutos e registrou-se em disco as sequências PCM na saída de um conversor A/D de 3 bits no codificador de fonte de um transmissor digital, sequências que são resultantes da digitalização de um sinal analógico $v(t)$. A contagem das sequências é mostrada na **Tabela 3**. Sabe-se que o receptor digital recupera $v(t)$ sem *aliasing*.

Sequência PCM	Contagem do número de ocorrências das sequências PCM durante o intervalo de observação de 34 horas e 43 minutos:
000	4×10^8
001	3×10^8
010	1×10^8
011	6×10^7
100	5×10^7
101	5×10^7
110	2×10^7
111	2×10^7

- Qual a máxima frequência no espectro de $v(t)$?
- Construa um código ótimo sob o ponto de vista da entropia para compressão de $v(t)$.
- Qual a eficiência do código construído?
- Avalie a compressão obtida.