



Homework 14 referente às aulas 10 e 11 de
“Telecomunicações II ELC1120-316”, aulas
disponibilizadas 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 14/10/2022
em modalidade REMOTA.



Homework 14

O diagrama abaixo mostra a etapa de modulação de um sistema de comunicação digital 16-QAM:

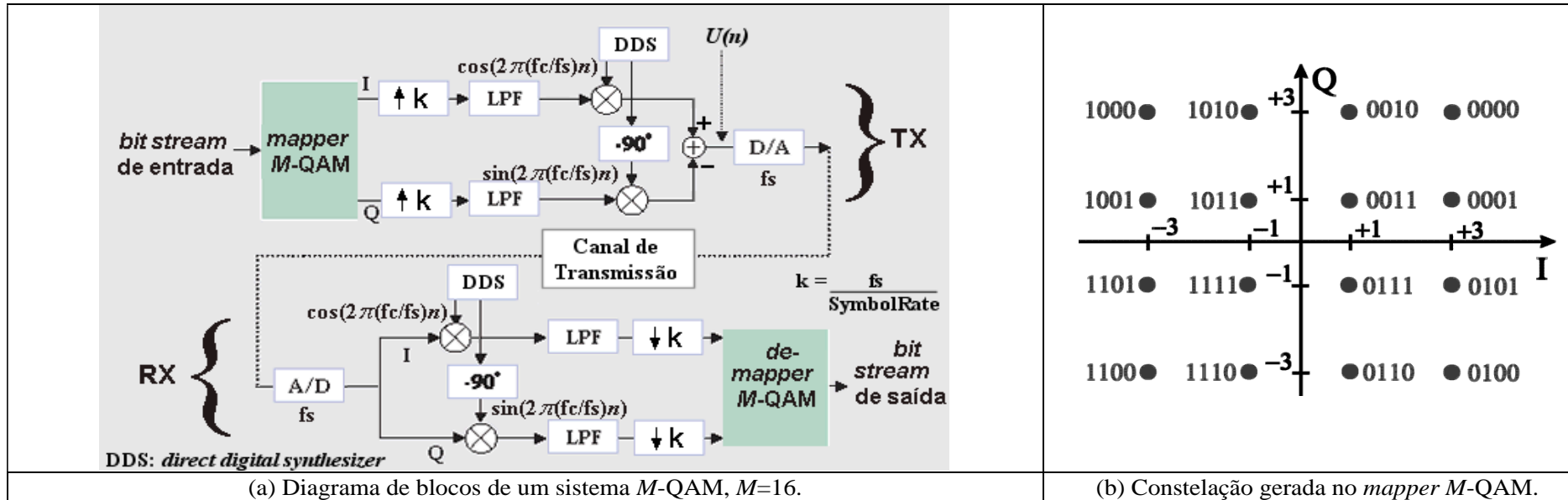


Figura 1: Etapa de modulação de um sistema de comunicação digital 16-QAM.

Sabe-se que a frequência de amostragem do D/A é $f_s=128\text{MHz}$, a frequência da portadora é $f_c=16\text{MHz}$ e o *symbol rate* do sistema é 8.0 MHz . A resposta $h(n)$ do *shaping filter* do TX (LPF) a um impulso $\delta(n)$ aplicado em sua entrada é caracterizada na Figura 2.

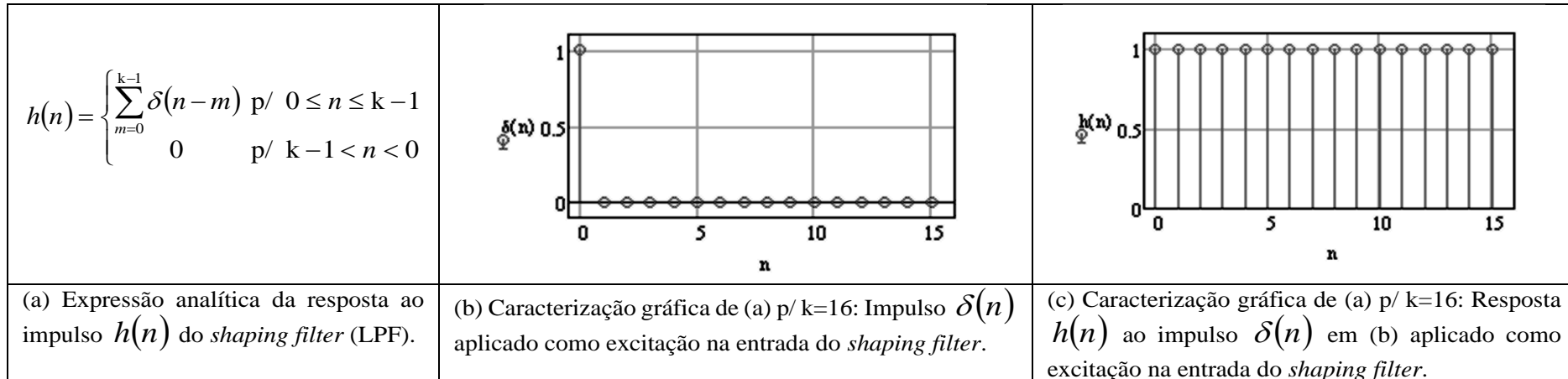


Figura 2: Caracterização da resposta ao impulso $h(n)$ do *shaping filter* – LPF na Figura 1(a).

Homework 14

Conforme mostram as Figuras 1 e 2, a seqüência de amostras $U(n)$ resultantes na entrada do D/A é dada por

$$U(n) = \operatorname{Re}\{S_n\} \cos\left(2\pi \frac{f_c}{f_s} n\right) - \operatorname{Im}\{S_n\} \sin\left(2\pi \frac{f_c}{f_s} n\right), \text{ sendo } S_n = I_n + jQ_n \text{ o símbolo gerado na saída do } \textit{mapper} \text{ na Figura 1(a) no instante } n.$$

Seja o *bit stream* na entrada do *mapper* em um determinado instante dado por $B = \{\dots 1111010001100101\dots\}$.

- Determine quantos ciclos da portadora formam um símbolo IQ.
- Determine quantas amostras na entrada do D/A formam um símbolo IQ.
- Determine a freqüência do *clock* do *bit stream* na entrada do *mapper* na Figura 1(a). Assuma que os bits entrem em formato serial no *mapper*.
- A seqüência de símbolos $S_n = I_n + jQ_n$ da constelação 16-QAM gerados na saída do *mapper* na Figura 1(a).
- Plote o gráfico de $U(n)$ na entrada do D/A resultante do *bit stream* B.

Dica: $U(n)$ é também dado por $U(n) = |S_n| \cos\left(2\pi \frac{f_c}{f_s} n + \angle S_n\right)$.

Resposta do item d):

$$S = \begin{pmatrix} -1 - i \\ 3 - 3i \\ 1 - 3i \\ 3 - i \end{pmatrix}$$

Em notação polar:

$$\vec{|S|} = \begin{pmatrix} 1.414 \\ 4.243 \\ 3.162 \\ 3.162 \end{pmatrix} \quad \arg(S) = \begin{pmatrix} -135 \\ -45 \\ -71.565 \\ -18.435 \end{pmatrix}^\circ$$

Resposta do item e):

