



*Homework 18* referente à aula 13 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 21/10/2022  
em modalidade REMOTA.



# Homework 18

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

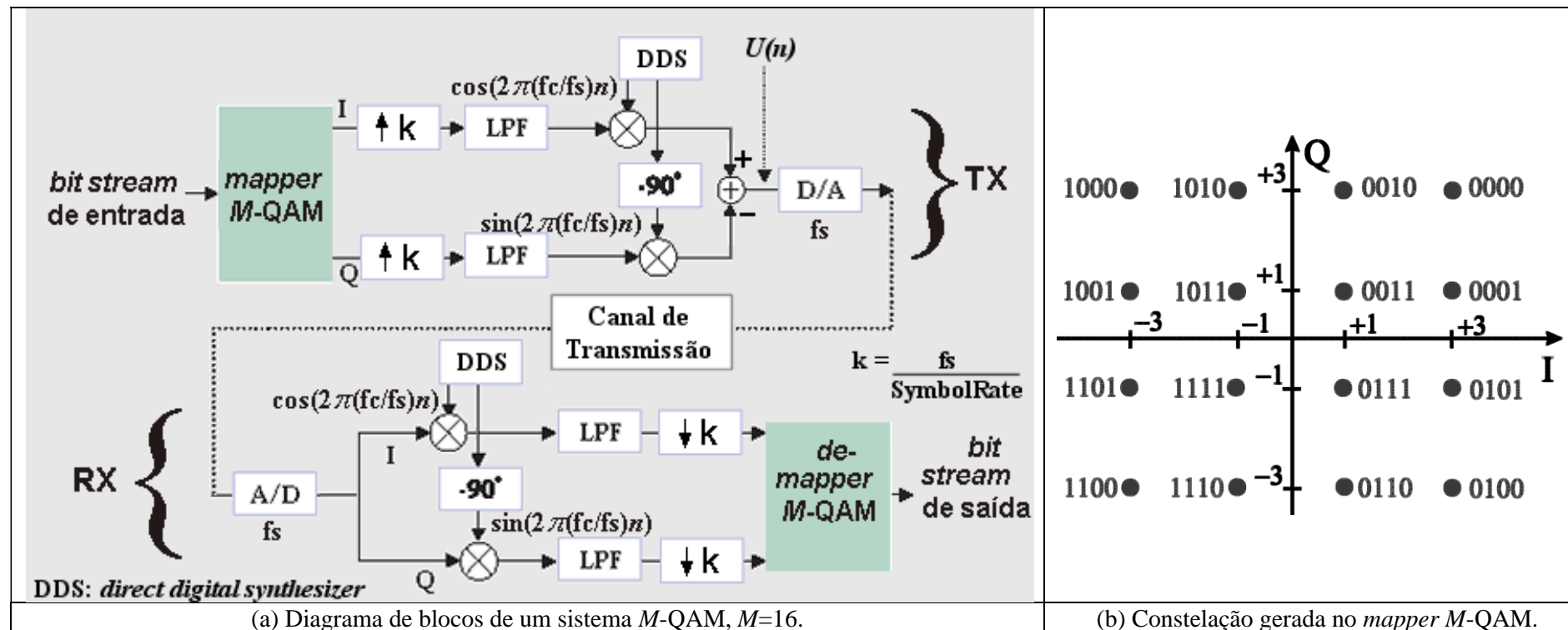


Figura 1: Etapa de modulação de um sistema de comunicação digital 16-QAM.

## Homework 18

Sabe-se que a frequência de amostragem do D/A é  $f_s=28\text{MHz}$  e que a frequência da portadora é  $f_c$ . Cada símbolo IQ tem uma duração  $T = 1/\text{symbol rate}$ , onde  $\text{symbol rate} = 7\text{MHz}$  para este sistema. Os blocos “LPF” na Figura 1(a) representam o *shaping filter* no TX e o *matched filter* no RX, e são filtros tipo *root raised cosine* com resposta ao impulso  $g_T(n)$  dada nas Figuras 2 e 3.

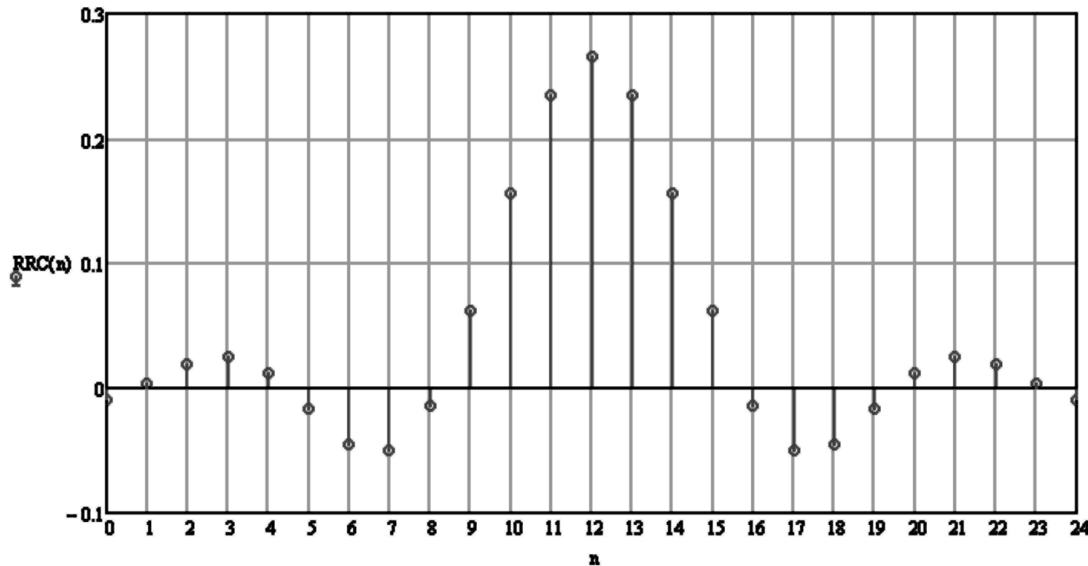


Figura 2: Resposta ao impulso  $g_T(n) = \text{RRC}(n)$  dos blocos LPF (*low pass filter*) na Figura 1(a).

n	VRRRC(n)	n	VRRRC(n)
	0		0
0	$-9.545 \cdot 10^{-3}$	12	0.265
1	$3.722 \cdot 10^{-3}$	13	0.235
2	0.019	14	0.156
3	0.025	15	0.062
4	0.012	16	-0.014
5	-0.016	17	-0.05
6	-0.045	18	-0.045
7	-0.05	19	-0.016
8	-0.014	20	0.012
9	0.062	21	0.025
10	0.156	22	0.019
11	0.235	23	$3.722 \cdot 10^{-3}$
12	...	24	$-9.545 \cdot 10^{-3}$
		25	...

Figura 3: Valores numéricos da resposta ao impulso  $g_T(n)$  do *shaping filter* (TX) e do *matched filter* na Figura 1(a). Os elementos do vetor VRRRC são os valores numéricos de  $g_T(n) = \text{RRC}(n)$  na Figura 2.

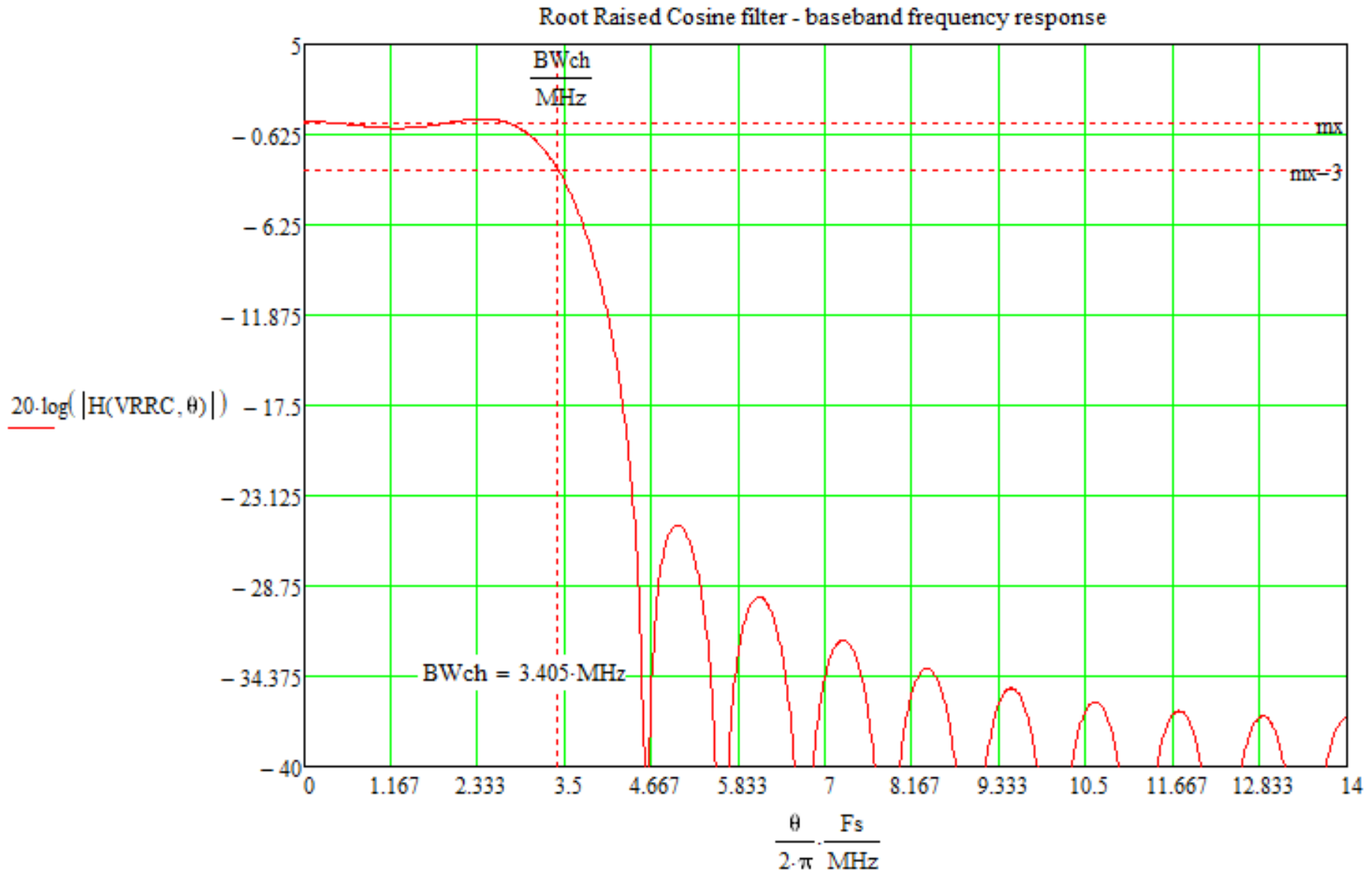
## Homework 18

Dadas estas condições operacionais, pede-se:

- a) Determine a banda passante mínima  $BW_{ch}$  necessária no bloco “Canal de Transmissão” da Figura 1(a) p/ que o mesmo não distorça o espectro dos pulsos *root raised cosine* que constituem o *stream* de símbolos com frequência central  $f_c$  gerados na saída  $U(n)$  do TX.
- b) Suponha que o sistema em questão seja um sistema de *broadcast* via cabo coaxial (um TX transmite para vários usuários, cada usuário possui um RX). Ainda, suponha também que a SNR no Canal de Transmissão (o cabo coaxial) seja suficientemente alta de modo que, em não havendo ruído no canal e para efeito de reduzir o custo do RX de cada usuário, o filtro *root raised cosine* do *matched filter* em cada RX é movido para o *shaping filter* no TX. O *shaping filter* no TX, nesta situação hipotética, passa a ser um filtro *raised cosine*. Determine, para esta situação, a banda passante mínima  $BW_{ch}$  necessária no bloco “Canal de Transmissão” da Figura 1(a) p/ que o mesmo não distorça o espectro dos pulsos *raised cosine* que constituem o *stream* de símbolos com frequência central  $f_c$  gerados na saída  $U(n)$  do TX.
- c) Qual a taxa em Mbps do *bitstream* na saída do *de-mapper* do RX deste sistema?

# Homework 18

Resposta item a) :



# Homework 18

Resposta item b) :

