



*Homeworks 1 e 2 referentes à aula 3 de  
“Telecomunicações II ELC1120-316”, aula  
disponibilizada em*

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

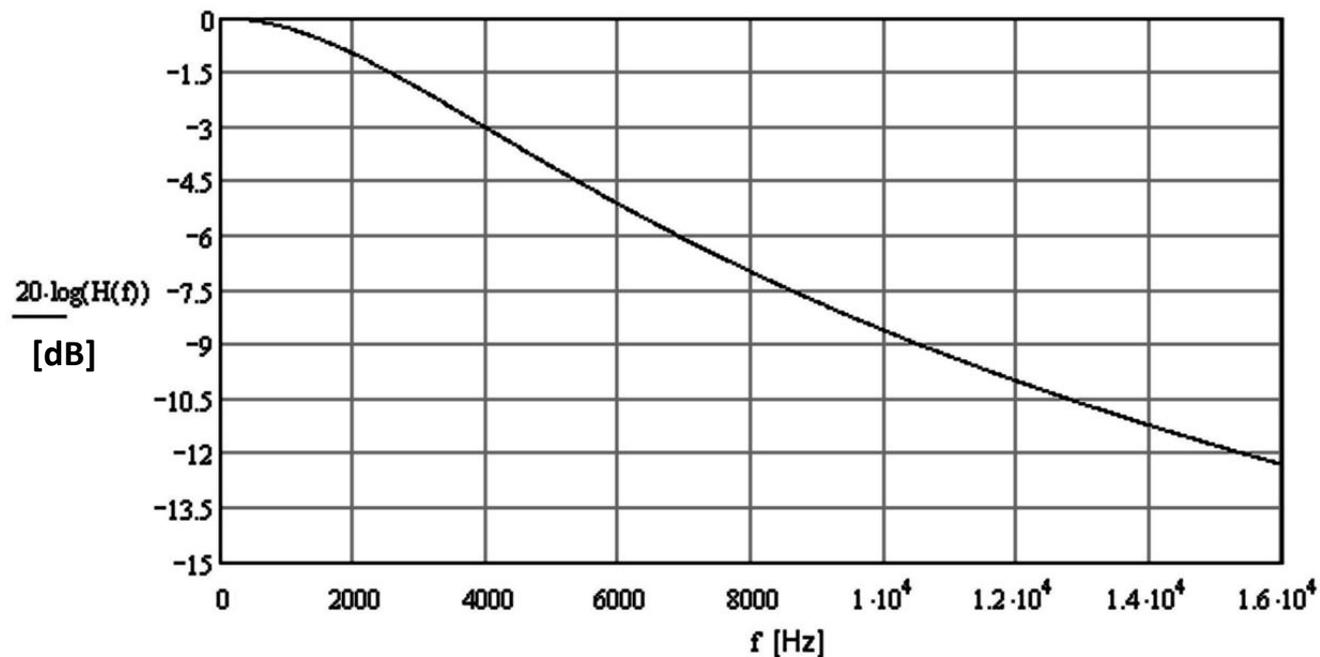
**Departamento de Eletrônica e Computação  
Centro de Tecnologia  
ELC1120 – Telecomunicações II  
Prof. Fernando DeCastro**

*Homeworks referentes à matéria de  
ELC1120 até a aula de 20/09/2022  
em modalidade REMOTA.*



## Homework 1

Um TX digital é interligado ao RX digital através do par de fios de uma linha telefônica. O módulo da função de transferência  $H(f)$  desta linha telefônica foi medido com um *vector network analyzer*, resultando em

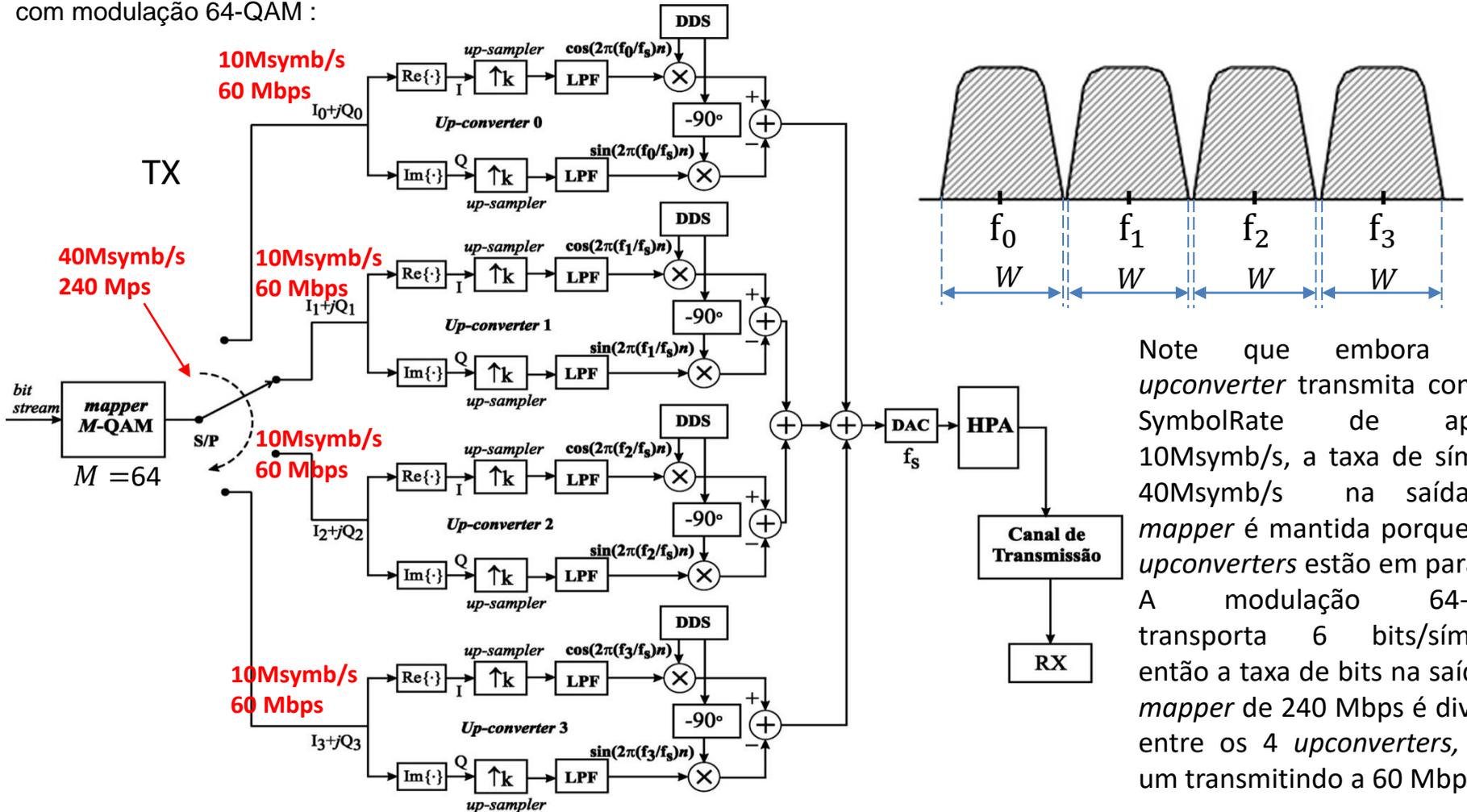


Sabe-se que o ruído na linha telefônica é gaussiano, branco e aditivo resultando em uma SNR de 35 dB medida nos terminais de entrada do RX.

**Pede-se:** Determine a velocidade máxima (em bps) que o sinal digital pode ser transmitido através desta linha telefônica.

## Homework 2

Um sistema *multicarrier* (=multiportadora) coloca em paralelo  $N_p$  *upconverters*, com respectivos  $N_p$  sub-canais de largura  $W$  centrados em  $N_p$  frequências de portadora distintas, assim reduzindo o SymbolRate de cada sub-canal de um fator  $1/N_p$  e portanto aumentando de um fator  $N_p$  a duração dos símbolos IQ em cada sub-canal. Com isto os ecos gerados no cenário de multipercurso no canal tornam-se de duração desprezível em relação à duração dos símbolos IQ, aumentando a inteligibilidade da sequência de símbolos IQ recebidos (ver análogo acústico no slide 4 do Cap I das notas de aula). Consideremos o sistema *multicarrier* mostrado abaixo, para SymbolRate=40Msymb/s e  $N_p=4$  sub-canais de largura  $W$  centrados em  $f_0, f_1, f_2$  e  $f_3$  ( $N_p=4$  portadoras  $f_0, f_1, f_2$  e  $f_3$ ) com modulação 64-QAM :

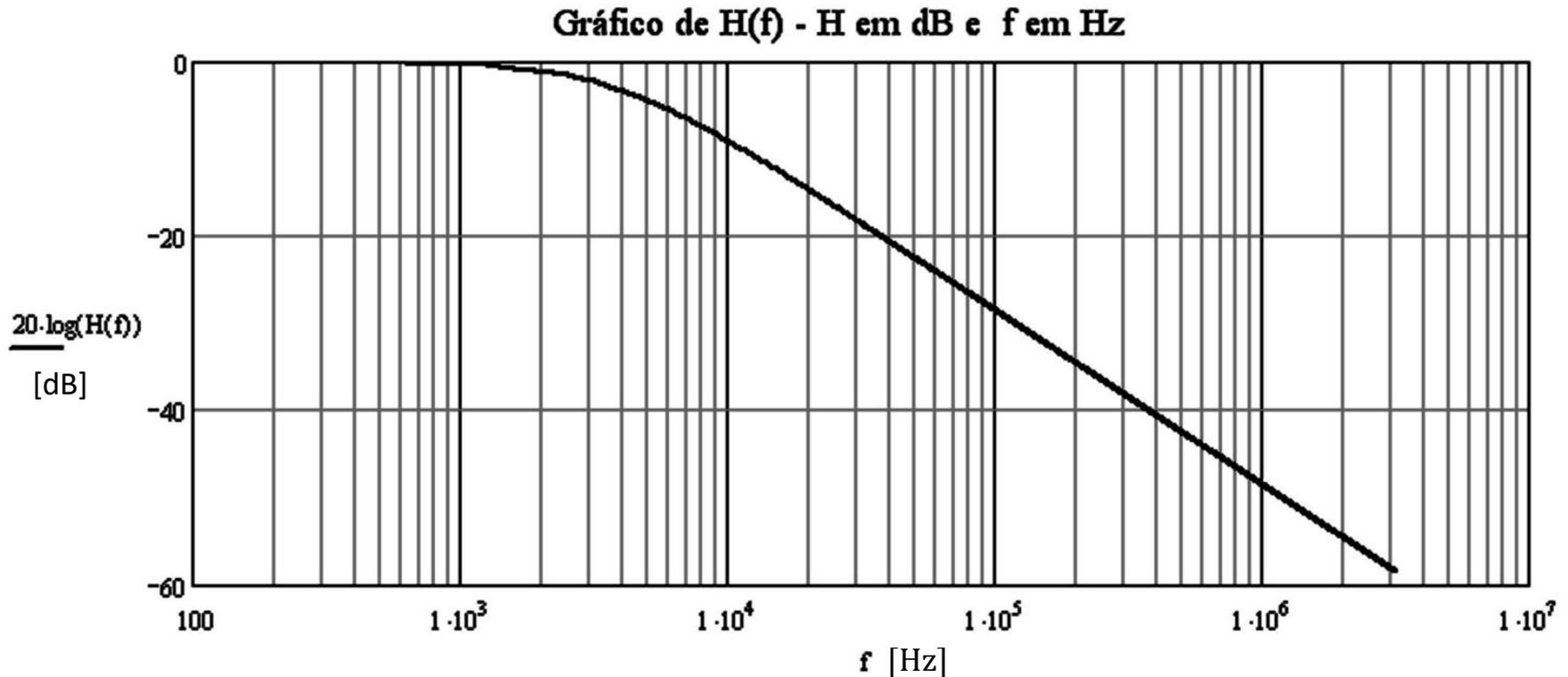


Note que embora cada *upconverter* transmita com um SymbolRate de apenas 10Msymb/s, a taxa de símbolo 40Msymb/s na saída do *mapper* é mantida porque os 4 *upconverters* estão em paralelo. A modulação 64-QAM transporta 6 bits/símbolo, então a taxa de bits na saída do *mapper* de 240 Mbps é dividida entre os 4 *upconverters*, cada um transmitindo a 60 Mbps.

## Homework 2

As  $N_p = 4$  portadoras (4 sub-canais) são igualmente espaçadas na faixa de 0 Hz a 3.2 MHz. Sabe-se que o ruído no canal é gaussiano, branco e aditivo resultando em uma SNR de 32 dB, medida para um sinal de referência na frequência  $f_0 = 100\text{Hz}$ . O canal possui uma função de transferência  $H(f)$  conforme expressão analítica e gráfico abaixo:

$$H(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{-3dB}}\right)^2}} \quad f_{-3dB} = 3.8 \times 10^3 \text{ Hz}$$



## Homework 2

**Pede-se:** Determine uma estimativa da capacidade máxima de transmissão em bps deste sistema de  $N_p = 4$  portadoras para as seguintes situações.

- a) Sem compensação da função de transferência  $H(f)$  do canal.
- b) Com compensação da função de transferência  $H(f)$  do canal.