



Homeworks 3 e 4 referentes às aulas do Capítulo III de “Sistemas De Comunicação Digital II – UFSM00265”, aulas disponibilizadas em <http://www.fccdecastro.com.br/download.html>

## Centro de Tecnologia – Departamento de Eletrônica e Computação UFSM00265 – SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO DIGITAL II

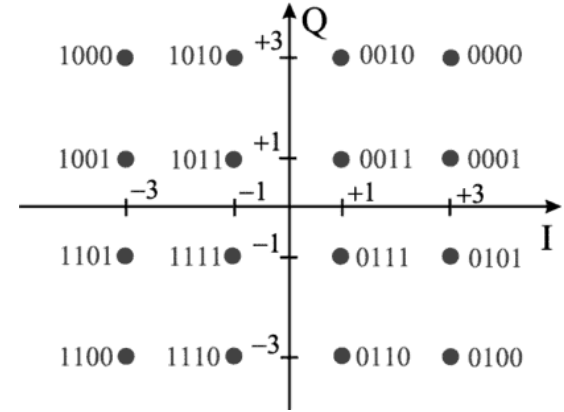
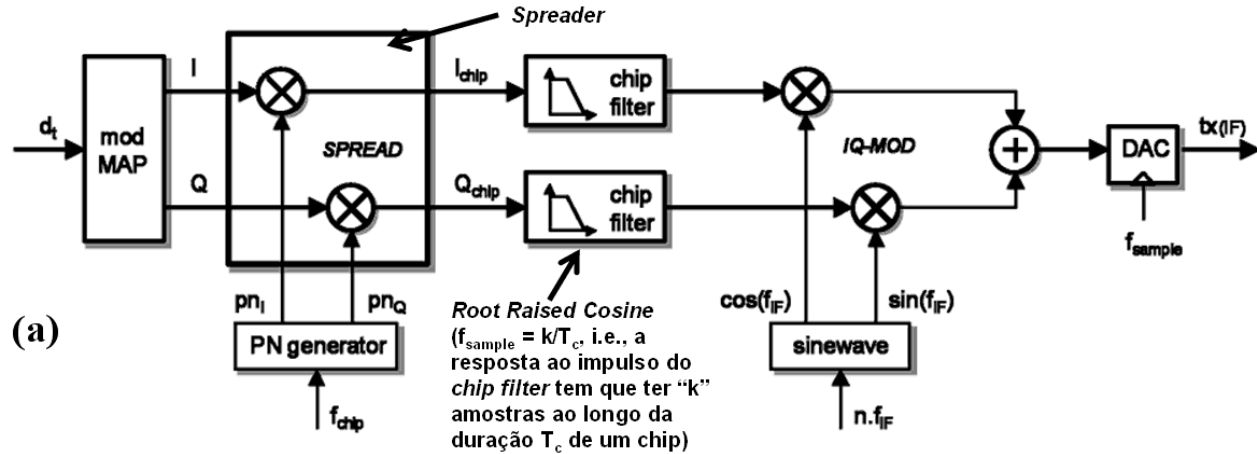
Prof. Fernando DeCastro

A solução deste homework deve ser enviada por e-mail em 24/06.

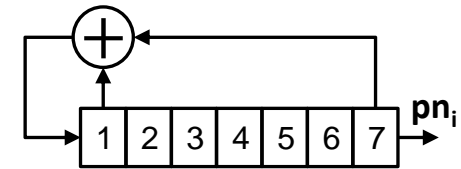


### Homework 3

O diagrama na Figura 1 abaixo mostra a etapa de modulação de um sistema DS-Spread Spectrum 16-QAM:



(c) mod e demod MAP



(d) PN generator SSRG[7,1] p/ a sequência de símbolos I. A cada novo símbolo I (e Q) o SSRG é inicializado conforme segue:

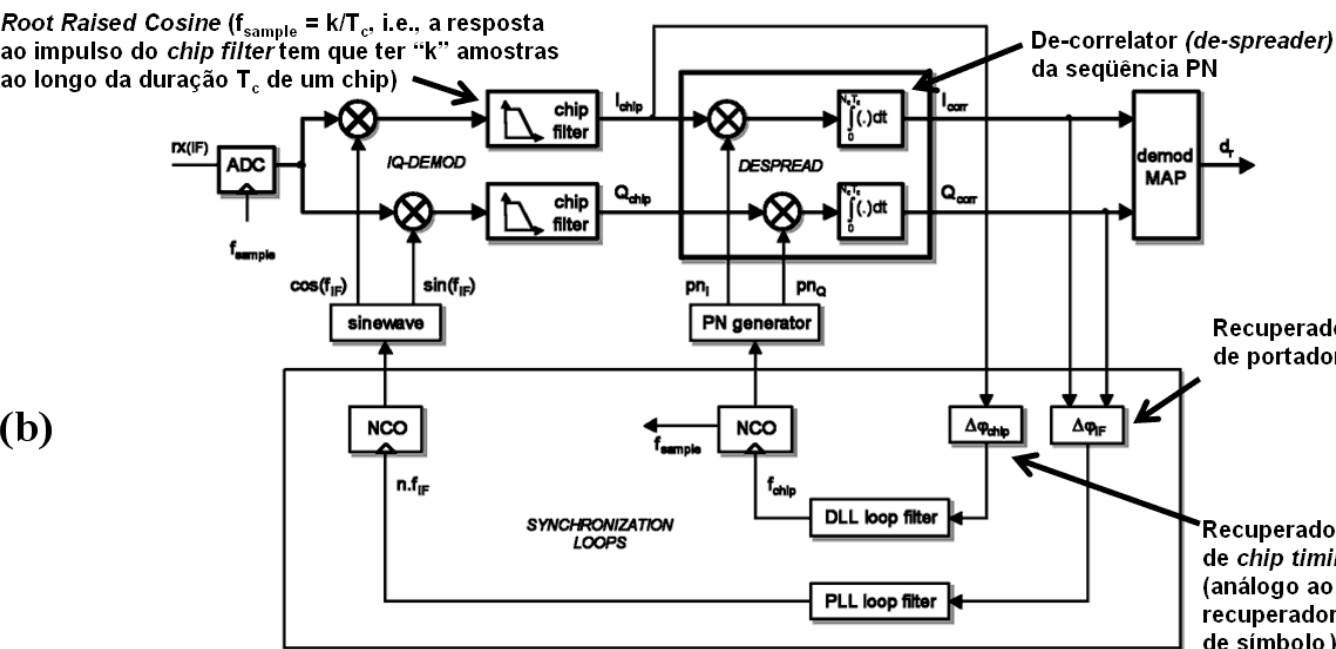
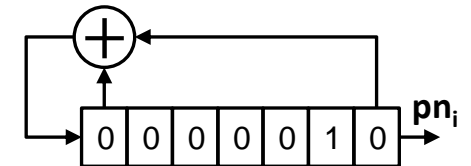


Figura 1: (a) TX DS-Spread Spectrum 16-QAM. (b) RX DS-Spread Spectrum 16-QAM (c) IQ mapper & de-mapper (d) "PN generator" usado no "Spreader" da sequência de símbolos I em (a).

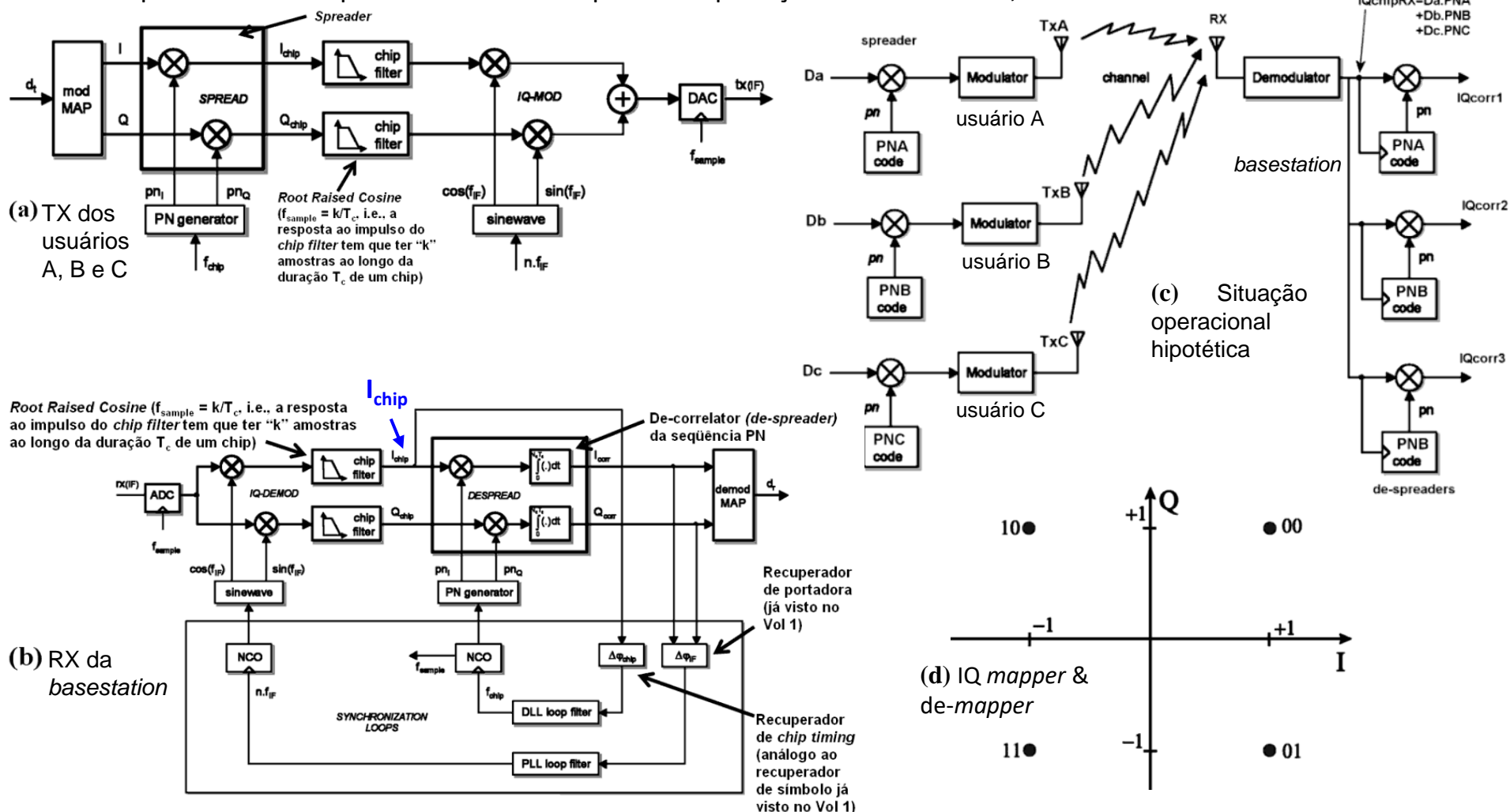
## Homework 3

O sistema utiliza  $N_c = 127$  chips por símbolo IQ e o “de-spreader” do RX é implementado por meio de um *matched-filter* para a sequência de chips gerada no “spreader” do TX. Sabendo que o sistema não apresenta erros de sincronização nem no recuperador de portadora nem no recuperador de *chip timing*, pede-se:

- Determine o gráfico da sequência  $pn_i$  na saída do “PN generator” na Figura 1 (a) p/ cada símbolo I na entrada do “Spreader” do TX.
- Determine o gráfico da sequência  $pn_i$  reversa (imagem) da sequência gerada em a), a ser utilizada no “de-spreader” do RX.
- Determine o balanceamento (nível DC) da sequência  $pn_i$  gerada em a).
- Determine o gráfico da auto-correlação da sequência de chips  $pn_i$  gerada no “Spreader” do TX.
- Determine o gráfico da correlação cruzada entre a sequência de chips  $pn_i$  gerada no “Spreader” do TX e a a sequência de chips  $pn_i$  gerada no “de-spreader” do RX.
- Dois símbolos consecutivos  $I_1$  e  $I_2$  são gerados no *mapper* do TX respectivamente pelas palavras binárias “1101” e “0111”. Assumindo que não haja multipercurso nem ruído no canal, determine a saída  $I_{corr}$  do “de-spreader” do RX para estas palavras binárias.

## Homework 4

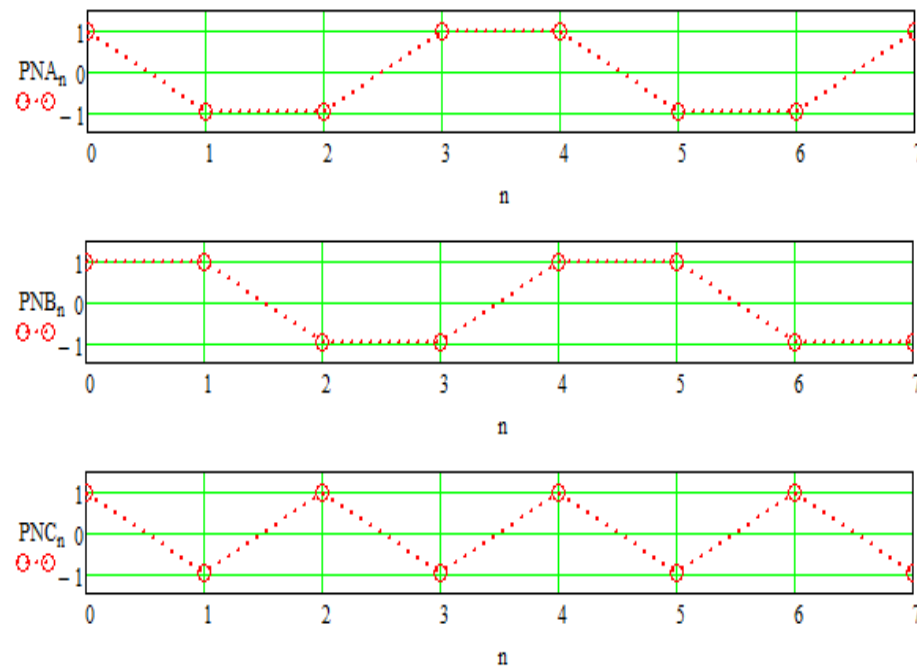
A Figura 1 abaixo mostra o diagrama simplificado da implementação de uma rede *wireless DS-Spread Spectrum QPSK*, que utiliza seqüências PN do tipo Hadamard-Walsh para multiplexação de 3 usuários A, B e C.



**Figura 1:** (a) Etapa de modulação do TX de cada um dos usuários da rede. (b) Etapa de demodulação do RX da(s) *base station(s)* da rede. (c) Situação operacional hipotética em determinado instante de operação da rede em que 3 usuários A, B e C transmitem p/ o RX da *base station*. Sabe-se que durante esta situação de operação hipotética o sistema encontra-se perfeitamente sincronizado, não havendo nem ruído nem multipercurso no canal. (d) *IQ mapper & de-mapper*.

## Homework 4

Para cada um dos usuários A, B e C o sistema utiliza uma respectiva sequência PNA, PNB e PNC do tipo Hadamard-Walsh com  $N_C = 8$  chips por símbolo IQ, conforme mostrado em (e). Para cada usuário, o “de-spreader” do RX da *basestation* é implementado por meio de um *matched-filter/de-correlator* para a sequência de chips gerada no “spreader” do TX do respectivo usuário A, B e C, conforme Figs. 1(c) e 1(b).



(e) Sequências PN usadas nos *spreaders* dos TXs dos usuários A,B e C para a situação de operação hipotética mostrada em (c).

**Pede-se: (1)** Verifique o nível DC e a ortogonalidade das sequências na Fig. 1(e).

**(2)** Para a situação operacional descrita na Fig. 1(c), determine a sequência  $I_{chip}$  na entrada do *despreader* do RX da *basestation* – ver Fig. 1(b). Sabe-se que o valor de I na entrada dos *spreaders* dos TX dos usuários A,B e C – ver Figs. 1(a) e 1(c) – são respectivamente  $Re\{Da\} = +1$ ,  $Re\{Db\} = -1$  e  $Re\{Dc\} = -1$ , onde  $Re\{\bullet\}$  é o operador que denota a parte real do argumento de valor complexo  $I+jQ$ .

**(3)** Determine o valor I (parte real) das sequências nas saídas IQcorr1, IQcorr2 e IQcorr3 da Fig. 1(c) sabendo que, no instante considerado, a sequência  $I_{chipRX} = Re\{IQ_{chipRX}\}$  – ver Fig. 1(c) – é conforme o gráfico abaixo.

