

Homeworks 5 e 6 referentes às aulas dos capítulos IV e V de “Sistemas De Comunicação Digital II – UFSM00265 – 2026-I”, 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

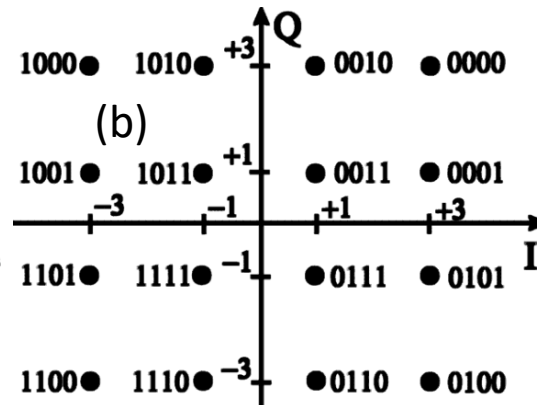
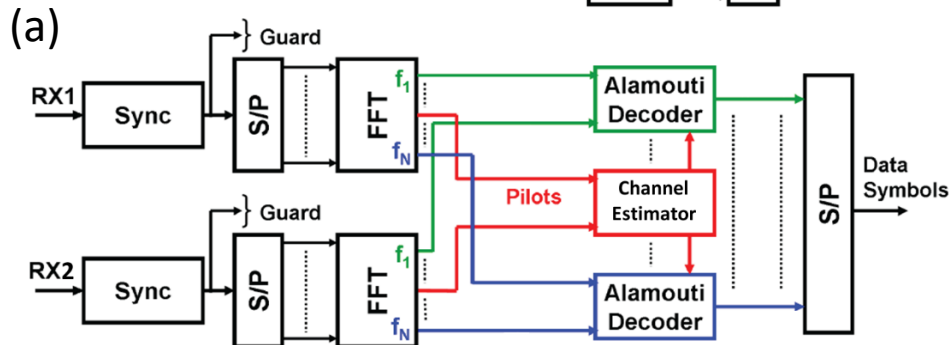
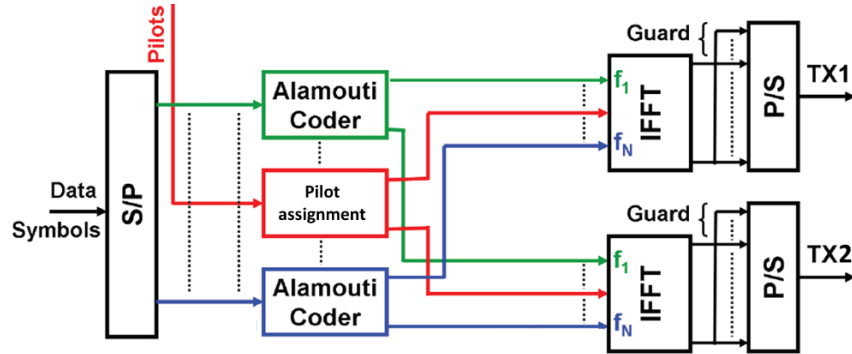
A solução destes homeworks deve ser enviada por e-mail em 22/06.



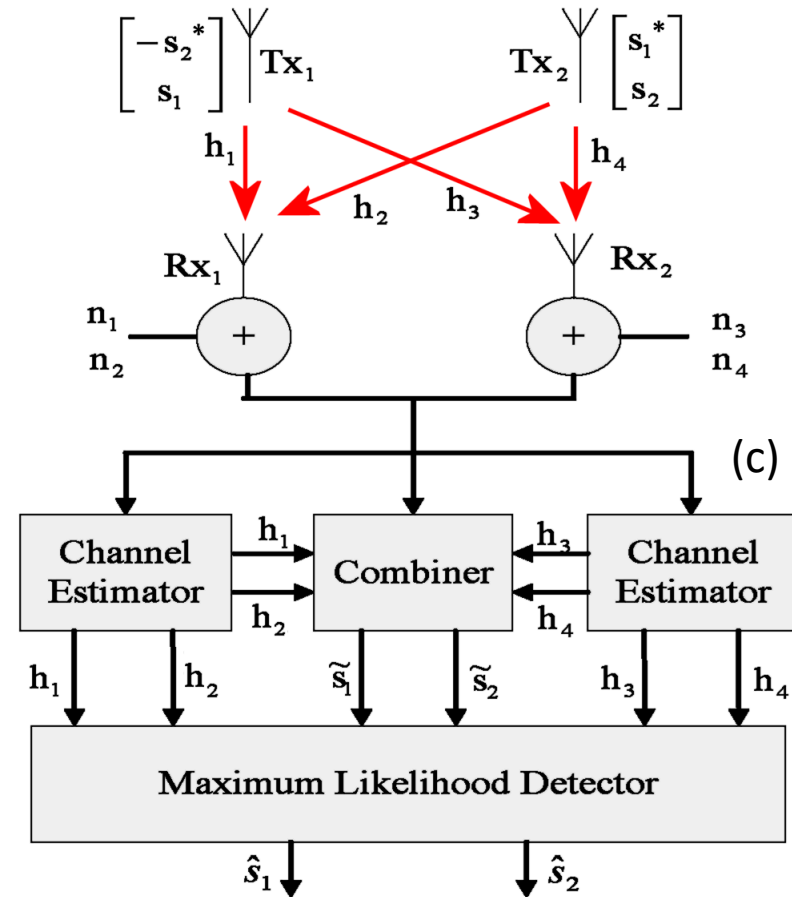
Homework 5

A figura (a) mostra o diagrama de blocos simplificado de um sistema TX-RX OFDM-MIMO Alamouti 2x2 com modulação 16-QAM conforme mapa em (b). Em (c) é mostrado o diagrama de fluxo de sinal do decodificador Alamouti 2x2 para a k -ésima portadora. Os sinais recebidos no RX1 em (c) nos instantes t e $t + T$ são respectivamente $r_1 = -1.461 - j1.212$ e $r_2 = -2.719 + j3.493$. Os sinais recebidos no RX2 em (c) nos instantes t e $t + T$ são respectivamente $r_3 = -0.988 + j2.502$ e $r_4 = 3.495 - j0.628$. Para esta k -ésima portadora o *channel estimator* determinou as funções de transferência $h_1 = 1.0e^{j20^\circ}$, $h_2 = 0.4e^{-j35^\circ}$, $h_3 = 0.95e^{-j105^\circ}$ e $h_4 = 0.3e^{j140^\circ}$.

Pede-se: Determine as palavras binárias na saída do *mapper* no TX que foram respectivamente transmitidas nos instantes t e $t + T$, onde T é a duração do símbolo IQ associado à respectiva palavra binária.



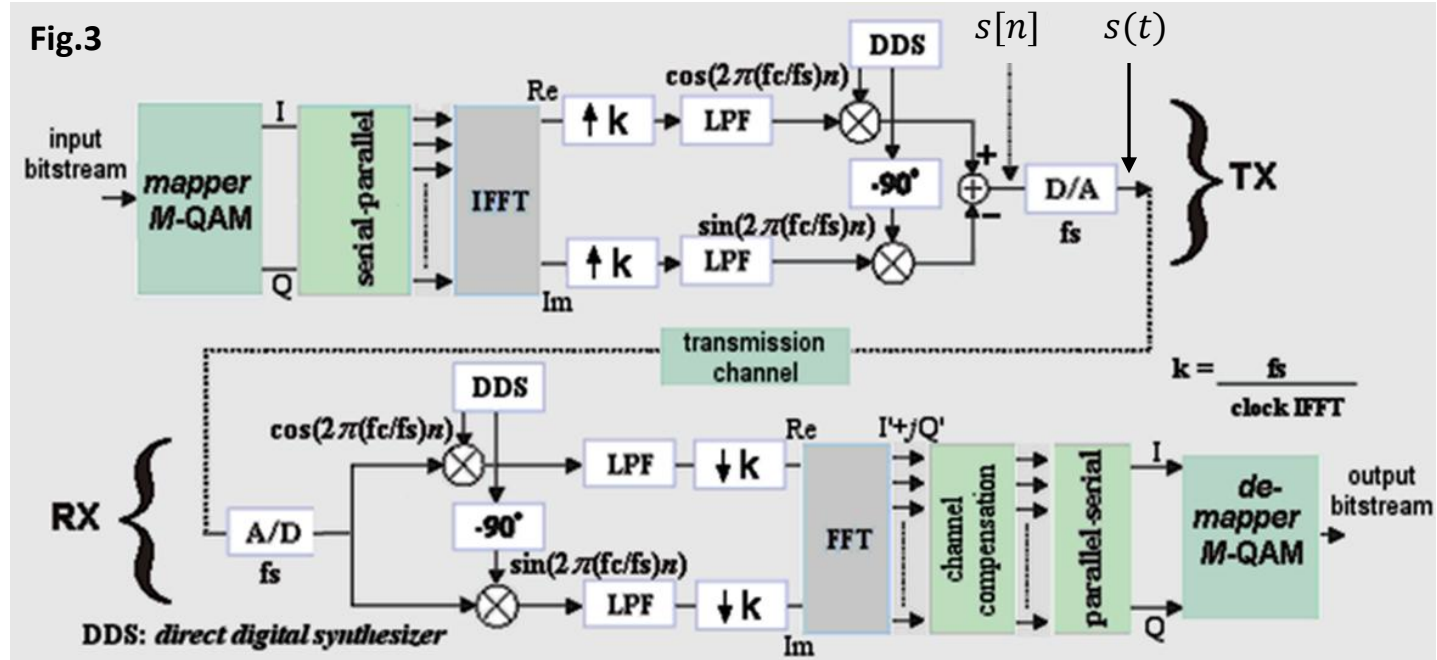
Dica: A resposta do homework 5 é "1101" e "0010".



Homework 6

O diagrama na Figura 3 abaixo mostra a etapa de modulação de um sistema OFDM M-QAM com $N = 2048$ portadoras .

Figura 3: Etapa de modulação de um sistema de comunicação digital OFDM M-QAM.



A Figura 4 abaixo mostra a magnitude Mag do espectro do sinal analógico $s(t)$ na saída do D/A na Figura 3 e o *delay profile* que caracteriza a resposta ao impulso do bloco *transmission channel* na referida figura.

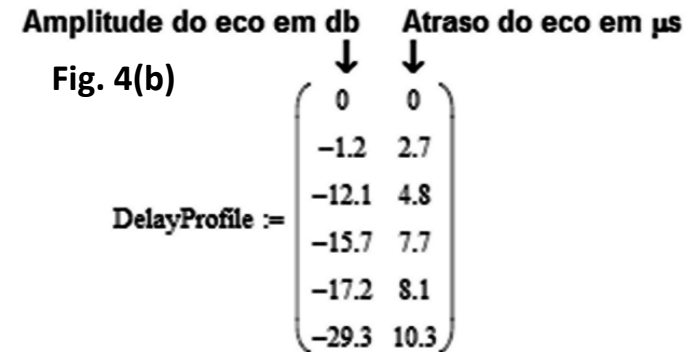
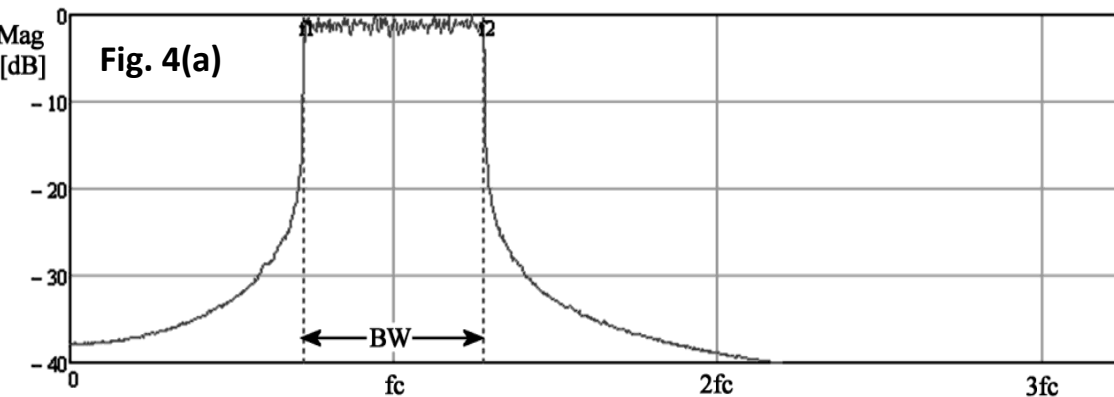


Figura 4: (a) Magnitude Mag do espectro do sinal analógico $s(t)$ na saída do D/A na Figura 3, sendo f_c a frequência do DDS na referida figura. (b) *delay profile* que caracteriza a resposta ao impulso do bloco *transmission channel* na Figura 3.

Homework 6

A Tabela 1 abaixo mostra o esquema de atribuição do tipo de símbolo IQ respectivo à modulação digital adotada nas portadoras deste sistema OFDM, bem como o esquema de atribuição de símbolos IQs nulos ($0+j0$) nas portadoras das extremidades alta e baixa do espectro para efeito de contenção espectral do sinal $s(t)$.

Tabela 1: Segmento (= grupo de portadoras moduladas pelo mesmo tipo de símbolo IQ), tipo de símbolo IQ utilizado no segmento, número de portadoras do segmento e finalidade do segmento.

Nome do segmento (=nome do grupo de portadoras)	Símbolo IQ atribuído a cada portadora do segmento	Número de portadoras do segmento	Finalidade da informação transmitida no segmento
Segm. "Dados A"	256-QAM	610	Transmissão de dados em alta velocidade e baixa robustez
Segm. "Dados B"	16-QAM	208	Transmissão de dados em baixa velocidade e alta robustez
Segm. "Pilotos"	BPSK	390	Sequência de símbolos de referência para o bloco <i>channel compensation</i> no RX da Figura 3, com a finalidade de estimar e compensar a função de transferência do bloco <i>transmission channel</i> na referida figura (ver slides 37 a 41 do Cap IV.2).
Segm. "Portadoras nulas"	$0+j0$	840	Símbolos IQ nulos ($0+j0$) atribuídos às portadoras das extremidades alta e baixa do espectro, para efeito de contenção espectral do sinal $s(t)$ dentro da máscara estabelecida pelo órgão regulador (ver slide 51 do Cap IV.2).

O *mapper* (e o *de-mapper*) M -QAM na Figura 3 adota $M = 256$ quando atribui símbolos IQ às portadoras do segmento "Dados A" e adota $M = 16$ quando atribui símbolos IQ às portadoras do segmento "Dados B". O sistema adota a duração do prefixo cíclico como sendo a mínima compatível com o *delay spread* do canal.

Pede-se: Sabendo que a banda do espectro do sinal $s(t)$ mostrado na Figura 2(a) é $BW = 20\text{MHz}$, determine a taxa em [Mbps] no *input bitstream* da Figura 3.

Dica: A resposta do homework 6 é $\text{TaxaInputBitStream} = 80.792$ [Mbps].