



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni COMUNICAZIONI DIGITALI - Prova scritta d'esame del 23/02/15

1) Nel ricevitore di un collegamento dati, il campione di segnale preso all'uscita del filtro di ricezione all'istante $t_k = kT$ ha la seguente forma:

$$x(k) = c_k + \frac{1}{2}c_{k+1} + \frac{1}{2}c_{k-1} + w(k)$$

dove c_k è il simbolo QPSK trasmesso al tempo t_k e $w(k)$ è rumore Gaussiano bianco con media nulla e varianza $2\sigma^2$. I campioni così ottenuti sono inviati ad un equalizzatore zero forcing a tre prese $p(-1)$, $p(0)$ e $p(1)$. Dimensionare le prese dell'equalizzatore e calcolare il segnale d'uscita.

2) In una trasmissione su doppino telefonico viene usata una tecnologia OFDM con modulazione 4-QAM e mappatura di Gray. Il trasmettitore impiega su ciascuna sottoportante un codice a blocco (4, 2) con matrice generatrice

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

seguito da un codice a ripetizione con lunghezza di blocco $N = 3$ e decodifica a maggioranza. Assumendo che il valore stimato della risposta in frequenza del canale su di una generica n -esima sottoportante sia costante e pari a $0.3 - j1.5$, ricavare mediante decodifica a sindrome il blocco di bit di informazione trasmesso quando il blocco di campioni consecutivi ricevuti sulla stessa n -esima sottoportante e inviati in ingresso ad un equalizzatore di tipo ZF sono i seguenti: $[1.1 + j.3, -1.1 - j2.2, -0.1 - j1.3, 1.9 + j3, -0.5 - j0.2, -2.2 - j0.9]$

3) In una rete wireless con tecnologia CDMA, il formato di modulazione utilizzato dagli $U=4$ utenti nella tratta uplink è il DS/SS BPSK con fattore di spreading $M = 4$ e codici ortogonali di tipo Walsh-Hadamard (WH). I canali di trasmissione del primo e terzo utente hanno risposta impulsiva

$$c_1(t) = c_3(t) = \rho\delta(t)$$

con ρ parametro reale, mentre quelli del secondo e quarto utente hanno risposte impulsive rispettivamente pari a

$$c_2(t) = \delta(t - 6T_c), \quad c_4(t) = \delta(t - T_c)$$

dove $1/T_c$ è il chip-rate. Tutti i canali di propagazione introducono rumore Gaussiano bianco con densità spettrale di potenza bilatera pari a $N_0/2$. Nell'ipotesi in cui al k -esimo utente sia assegnata la k -esima riga della matrice di WH, calcolare la probabilità di errore sul bit dell'utente $n = 1$.

4) In un collegamento dati BPSK il campione all'uscita del filtro adattato di ricezione all'istante $t_k = kT$ è pari a

$$x(k) = (\rho_1 + \rho_2)c(k) + n(k)$$

dove $c(k)$ è il simbolo trasmesso e $n(k)$ è rumore termico Gaussiano a media nulla e varianza $2\sigma^2$. Determinare la probabilità di errore nell'ipotesi in cui ρ_1 e ρ_2 siano due variabili aleatorie binarie indipendenti che assumono i valori -1 e $+1$ con probabilità $\Pr\{\rho_1 = +1\} = 1/4$ e $\Pr\{\rho_2 = -1\} = 4/5$.

I temi d'esame di Comunicazioni Digitali si possono trovare sul sito Internet

<http://www.iet.unipi.it/m.luise/>

<http://www.iet.unipi.it/l.sanguinetti/>