



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni
COMUNICAZIONI DIGITALI - Prova scritta d'esame del 02/02/16

1) In un demodulatore dati QPSK i campioni in uscita dal filtro ricezione al tempo $t = kT$ sono pari a

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

dove c_k è il simbolo QPSK trasmesso al tempo kT mentre $w(k)$ è una variabile aleatoria Gaussiana complessa a media nulla e varianza $2N_0$. I campioni $x(k)$ sono inviati in ingresso ad un equalizzatore ad infinite prese.

i) Dimensionare le prese dell'equalizzatore secondo il criterio zero-forcing.

ii) Calcolare la probabilità di errore sui campioni in uscita dall'equalizzatore.

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 $0.5 - j1.9$, 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: $[-0.5 - j0.2, -0.1 - j1.3, 1.9 + j3, 1.1 + j3, -1.1 - j2.2, -2.2 - j0.9]$

3) Un collegamento wireless impiega una tecnologia OFDM con $N = 216$ sottoportanti di cui $N_v = 24$ virtuali, modulazione 16-QAM con mappatura di Gray e codice convoluzionale con *rate* 1/2 e generatori (in ottale) pari a $g_0 = 5$ e $g_1 = 7$. Il canale di trasmissione ha un delay spread pari a 16 campioni

e introduce rumore Gaussiano bianco.

i) Sapendo che l'efficienza spettrale del sistema è pari a $\eta = 4$ bit/s/Hz, dimensionare il prefisso ciclico necessario ad evitare interferenza tra simboli OFDM adiacenti e a rendere il sistema immune ad un errore di sincronismo temporale in modulo pari a $\theta = 2\mu s$.

ii) Determinare il tempo necessario a trasmettere 25 frame video di 1920×1080 pixel, nell'ipotesi in cui per trasmettere un pixel siano impiegati 24 bit.

4) In una rete cellulare UMTS vi sono due classi di utenti. La prima classe impiega una modulazione BPSK e codici di spreading di lunghezza $M_1 = 32$, mentre la seconda classe utilizza una modulazione 4-QAM con mappatura di Gray e spreading factor $M_2 = 128$. I bit informativi di entrambe le classi sono protetti dagli errori con un codice a ripetizione con $N = 3$ e decodifica a maggioranza. Il controllo di potenza fa sì che l'energia per simbolo ricevuta della prima classe sia di 9 dB superiore a quella della seconda. Trascurando il rumore termico e supponendo l'interferenza da accesso multiplo Gaussiana, determinare il numero massimo N_2 di utenti ammissibili nella seconda classe, sapendo che il numero di utenti attivi della prima classe è $N_1 = 8$ e che la qualità del servizio richiesta per gli utenti della seconda è $BER_2 = 10^{-6}$.

Questo stesso testo si può trovare, insieme con gli altri temi d'esame di Comunicazioni Digitali sul sito Internet

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

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