



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni COMUNICAZIONI DIGITALI - Prova scritta d'esame del 07/07/15

1) Nel ricevitore di un collegamento radio digitale con ricezione coerente e formato BPSK, il campione ricevuto agli istanti $t_k = kT$ ha la seguente forma:

$$x(k) = c_k + \frac{1}{4}c_{k-1} + \frac{1}{2}c_{k+1} + w(k)$$

dove c_k è il simbolo BSK trasmesso al tempo $t_k = kT$ e $w(k)$ è rumore Gaussiano bianco con media nulla e varianza N_0 . I campioni $x(k)$ sono inviati ad un equalizzatore ZF a tre prese $p(-1)$, $p(0)$ e $p(1)$. Trascurando l'interferenza intersimbolica residua, calcolare la probabilità di errore all'uscita dell'equalizzatore.

2) In un collegamento dati 16QAM, i bit di informazione sono protetti con un codice convoluzionale con constraint length $K = 3$, tasso $r = 1/2$ e generatori $\mathbf{g}_1 = [1 \ 1 \ 1]$, $\mathbf{g}_2 = [1 \ 1 \ 0]$. I simboli binari così ottenuti sono ulteriormente protetti dagli errori con un codice a ripetizione con lunghezza di blocco $N = 3$ e decodifica a maggioranza. Nell'ipotesi in cui la decodifica di Viterbi sia di tipo *hard*, ricavare la sequenza dei bit di informazione trasmessi quando la sequenza dei campioni ricevuta è pari a $[5.1-j4, 1.8+j3.5, -0.5+j2.2, -1.2-j3.8, 2.2-j-3.1-j4.2]$.

3) Un collegamento wireless impiega una tecnologia OFDM con $N = 512$ sottoportanti di cui $N_v = 50$ virtuali, modulazione 4QAM con mappatura di Gray e codice convoluzionale con rate $r = 2/3$ e generatori (in ottale) pari a $g_0 = 17$, $g_1 = 6$ e $g_2 = 15$. Il canale di trasmissione ha un delay spread pari a 32 campioni e introduce rumore Gaussiano bianco.

i) Sapendo che l'efficienza spettrale del sistema è pari a $\eta = 0.75$ bit/s/Hz, dimensionare la lunghezza del prefisso ciclico in μs necessaria ad evitare interferenza tra simboli OFDM adiacenti e inoltre a rendere il sistema immune a un errore di sincronismo temporale in modulo pari a $4\mu s$.

ii) Nell'ipotesi in cui la probabilità di errore richiesta sui bit di informazione in uscita dal decodifica-

tore di Viterbi con ingresso soft sia 10^{-3} , determinare l'energia media ricevuta per simbolo OFDM sapendo che il canale di trasmissione introduce rumore Gaussiano bianco con densità spettrale di potenza $N_0/2 = 2.28 \cdot 10^{-14}$ V²/Hz ed una attenuazione costante su ciascuna sottoportante di 3 dB.

4) Un segnale DS/SS QPSK ha fattore di spreading $M = 8$ e codice ottenuto dalla quarta riga della matrice di Walsh-Hadamard di ordine M . Tale segnale viene usato per una trasmissione dati su di un canale con risposta impulsiva

$$c(t) = \delta(t) + \rho\delta(t - 5T_c)$$

dove $\rho = M/3$ e il chip rate è $1/T_c = 3.84$ Mchip/s. I filtri di trasmissione e ricezione hanno risposta a radice di coseno rialzato, e il rumore di canale Gaussiano bianco ha densità spettrale di potenza bilaterale pari a $N_0/2$. Calcolare la probabilità di errore sul bit supponendo che al ricevitore i campioni in uscita dal despreader siano inviati a un equalizzatore zero-forcing ad infinite prese.

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/>