



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni
COMUNICAZIONI DIGITALI - Prova scritta d'esame del 24/02/14

1) In un radiocollegamento digitale, l'equivalente in banda base del segnale trasmesso è

$$s(t) = \sum_k c_k g_T(t - kT)$$

dove i simboli di modulazione c_k sono del tipo

$$c_k = a_k + j2b_k$$

con a_k e $b_k \in \{-1, +1\}$ e l'impulso di trasmissione è

$$g_T(t) = \frac{1}{\sqrt{T}} \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right).$$

Il canale di trasmissione ha risposta impulsiva equivalente in banda base

$$c(t) = \delta(t) + \delta(t - T)$$

e introduce rumore Gaussiano bianco con densità spettrale di potenza bilatera pari a $N_0/2$. Il segnale ricevuto è inviato nel filtro di ricezione adattato all'impulso di trasmissione ed è campionato agli istanti $t_i = iT$, ottenendo il segnale a tempo discreto $x(i)$. Calcolare le probabilità di errore P_a e P_b sui flussi informativi a_k e b_k , rispettivamente.

2) In un collegamento dati 8PSK, i bit di informazione sono protetti con un codice convoluzionale con constraint length $K = 3$, tasso $r = 1/3$ e generatori $\mathbf{g}_1 = [1 \ 1 \ 1]$, $\mathbf{g}_2 = [0 \ 0 \ 1]$, $\mathbf{g}_3 = [0 \ 1 \ 0]$. Eseguire la decodifica di Viterbi di tipo *soft* della sequenza dei bit di informazione trasmessi quando la sequenza dei campioni ricevuta è pari a $[1.1+j2, 1.2-j0.5, -0.5-j2.2, 3.2-j1.8, 1.2+j, -2.8-j1.2]$.

3) In una trasmissione sperimentale su cavo in rame viene usata una tecnologia basata su OFDM con $N = 8$ e prefisso ciclico di lunghezza pari a due campioni. Il trasmettitore impiega un codice a ripetizione con lunghezza di blocco $K = 3$ e decodifica a maggioranza. I simboli codificati così ottenuti sono mappati sul segnale OFDM secondo la seguente regola: se il bit d'ingresso vale 0 (ovvero 1), sono selezionate le sottoportanti n. 0, 2, 4 e 6 (1, 3, 5 e 7), e su ciascuna di esse viene trasmesso un se-

gnale di ampiezza A , mentre le altre sottoportanti vengono disattivate. Calcolare la probabilità di errore sul bit in presenza di disturbo bianco Gaussiano, nell'ipotesi in cui il ricevitore (realizzato in tecnologia digitale con velocità di campionamento ottima) abbia un disallineamento temporale pari a un campione.

4) In una rete cellulare HSxPA il formato di segnale utilizzato nella tratta uplink è il DS/SS 4-QAM con fattore di spreading $M = 256$. Trascurando il rumore termico e ritenendo l'interferenza da accesso multiplo all'interno della cella Gaussiana, determinare il numero massimo di utenti ammissibili nella cella con un requisito di qualità del servizio $BER = 10^{-4}$, sapendo che un quarto degli utenti della cella viene ricevuto con una potenza 3 dB superiore a quella degli altri.

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/>