



Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria delle Telecomunicazioni
COMUNICAZIONI DIGITALI - Prova scritta d'esame del 28/07/15

1) In un collegamento dati wireless, l'equivalente in banda base del segnale trasmesso è

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

dove i simboli c_k appartengono ad una costellazione BPSK con mappatura di Gray, e dove

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

Il canale di trasmissione ha risposta impulsiva equivalente in banda base

$$\alpha(t) = d(t) - \frac{r}{2} e^{j\frac{3\rho}{2}} d(t - T)$$

con $\rho < 2$ parametro reale, e introduce rumore Gaussiano bianco con densità spettrale di potenza bilaterale pari a $N_0/2$. Il segnale ricevuto è inviato nel filtro di ricezione adattato a quello di trasmissione ed è campionato agli istanti $t_k = kT$, ottenendo il segnale a tempo discreto $x(k)$. Dimensionare un equalizzatore zero-forcing ad infinite prese che operi sui campioni $x(k)$ e calcolare la probabilità di errore in funzione di E_s/N_0 , dove E_s è l'energia media ricevuta per simbolo.

2) L'ingresso di un canale rumoroso di trasmissione dell'informazione è una sorgente digitale a_n senza memoria che assume i valori $[+1, -1]$ con probabilità $\Pr(a_n = 1) = 2/3$ e $\Pr(a_n = -1) = 1/3$. L'uscita del canale è del tipo

$$x(n) = h(n)a_n + w(n)$$

dove $h(n)$ è noto al ricevitore e $w(n)$ è un disturbo Gaussiano a media nulla e varianza unitaria indipendente da a_n . Calcolare il *log-a-posteriori-probability-ratio* (LAPPR) relativo al simbolo di informazione a_n .

3) In una trasmissione digitale, viene usata una tecnologia OFDM con $N = 128$ sottoportanti di cui N_v

= 16 virtuali, e una modulazione QPSK con mappatura di Gray. Il trasmettitore impiega su ciascuna sottoportante un codice a blocco (6, 3) con matrice generatrice

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

i) Determinare la banda del collegamento e il bit rate complessivo sapendo che la velocità di trasmissione su ciascuna sottoportante è pari a 10 kbaud e il prefisso ciclico è costituito da 32 campioni.

ii) Assumendo che il valore stimato della risposta in frequenza del canale sull' n -esima sottoportante sia costante e pari a $1.3 + j2.5$, ricavare mediante decodifica a sindrome il blocco di bit di informazione trasmesso quando il blocco di tre campioni consecutivi ricevuti sulla stessa n -esima sottoportante e inviati in ingresso ad un equalizzatore di tipo ZF sono $2.1 - j3.3$, $0.4 - j3.1$ e $-1.4 - j0.1$.

4) In una rete HSxPA il formato di segnale utilizzato è il DS/SS 16-QAM con fattore di spreading $M = 128$. Il canale di comunicazione introduce rumore Gaussiano bianco con densità spettrale di potenza bilaterale $N_0/2$. Ritenendo l'interferenza all'interno della cella Gaussiana e nell'ipotesi in cui $E_s/N_0 = 20$ dB (essendo E_s l'energia media di un simbolo ricevuto), determinare il numero massimo di utenti ammissibili nella cella con un requisito di qualità del servizio $\text{BER} = 3/4 \times 10^{-2}$, sapendo che un quarto degli utenti della cella sono ricevuti 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/>