

Prova scritta di TRASMISSIONE NUMERICA A: 21 luglio 2010

Cognome e Nome: Num. di matr.: Voto:

Svolgere gli esercizi e riportare i risultati ed i passaggi sul foglio (firmato) che contiene il testo dell'esercizio, utilizzando gli spazi appositi e anche il retro del foglio stesso.

Il foglio di protocollo fornito come supporto per i calcoli in brutta (che andrà comunque firmato e riconsegnato con il compito) non verrà preso in alcuna considerazione nella correzione del compito.

N.B. Svolgere gli esercizi nell'ordine in cui vengono proposti. Un esercizio non impostato in ogni sua parte comporterà una penalizzazione nella valutazione complessiva.

Esercizio 1

Si consideri un codice a blocco che abbia $N = 48$, $K = 24$, $d = 12$.

- 2 • Si determinino il numero delle parole del codice, le prestazioni (in caso di hard decision) e la banda richiesta per trasmettere 100 Mbit/s.

Si consideri ora un codice di Hamming con $N = 127$.

- 2 • Si calcoli la probabilità di errore con decodifica hard e soft.

Si consideri ora un codice a blocco con matrice generatrice G indicata in Fig.1.

- 3 • Quante e quali sono le parole del codice ?
• Il codice è ciclico ?
• Quale è il polinomio generatore? Quale è la distanza minima ?

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

Figure 1: Matrice generatrice del codice.

Esercizio 2

Il codice convoluzionale con rate $R = 1/2$ e generatori ottali 7,5 ha il traliccio indicato in Figura. Zeri e uni sono trasmessi con ampiezza -1 e $+1$, rispettivamente, e tale è anche l'ampiezza nominale del segnale ricevuto.

- I primi sei campioni ricevuti sono 0.6, 2.2, -1.6, 0.9, 0.3, -1.4. Si eseguano i corrispondenti passi dell'algoritmo di Viterbi, determinando le correlazioni dei percorsi sopravvissuti e i corrispondenti bit di informazione.

- Quale è la banda occupata per trasmettere 100 Mb/s ? Quale è una buona stima della probabilità di errore sul bit nel caso di *soft decision* ?

Esercizio 3

Su di un canale ideale, in presenza di rumore AWGN indipendente dal segnale, si trasmettono dei dati usando le forme d'onda $s(t) = \sum_{k=1}^8 a_k \cdot g(t - kT)$, dove le forme d'onda $g(t - kT)$ sono ortogonali, ed i simboli a_k sono tratti da una costellazione 16-PAM, con mapping binario naturale (quindi, $a_k = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots$). Viene usato un codice secondo il quale il primo ed il secondo bit sono liberi, il terzo è soggetto ad una regola di parità sugli uni, ed infine i quarti bit sono tutti uguali.

- Determinare il numero di possibili segnali, il numero di bit trasmessi per dimensione e la banda occupata per trasmettere 10 Mb/s.

Handwritten calculations and notes:

- $t=5$
- $P_b(E) \approx \frac{2^{t+1}}{N} \binom{M}{t+1} p^{t+1} (1-p)^{M-t-1}$
- $N_p = 2^{24}$; $B_T = \frac{100 \cdot 2}{2} (1+d)$
- $p = Q\left(\sqrt{\frac{2Eb}{N_0} \frac{K}{M}}\right)$
- $K = 120$
- $B_T = \frac{100 \cdot 2}{2} (1+d)$; $d_{min} = 5$
- 2^{24} segnali
- $3 \text{ bit} / \text{dim}$; $B_T = \frac{24}{2} \cdot \frac{1}{3} (1+d)$
- $24 = 3$
- $q = 3 \text{ dB}$

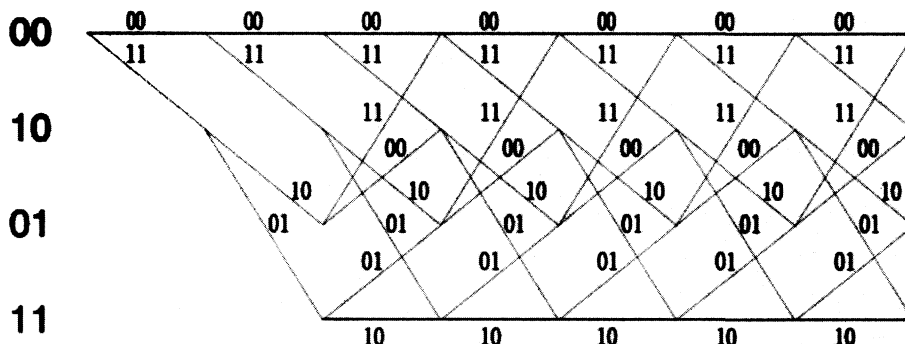


Figure 2: Traliccio del codice.

- Determinare la probabilità di errore del sistema proposto ed il guadagno asintotico rispetto ad una modulazione PAM non codificata di pari efficienza spettrale.
- Disegnare un possibile schema a blocchi del ricevitore ottimo.

7

Esercizio 4

Su di un canale lineare, in presenza di rumore AWGN indipendente dal segnale, si trasmette una sequenza di simboli indipendenti ed equiprobabili $a_k = +1, -1$, usando la forma d'onda $s(t) = \sum a_k g(t - kT)$. Il canale di trasmissione, non ideale, introduce interferenza intersimbolica. All'uscita dal campionatore in ricezione il canale discreto ha risposta all'impulso $h(n) = \delta(n) + \frac{1}{2}\delta(n-1) + \frac{1}{4}\delta(n-2)$ (si assuma inoltre che i campioni del rumore all'ingresso dell'equalizzatore siano indipendenti, a media nulla, e con varianza σ^2).

1. Determinare, se esiste, la risposta all'impulso dell'equalizzatore ZF ideale. Esprimerla come segnale reale e disegnare con precisione i suoi primi 5 campioni (centrati intorno a 0).
2. Determinare e disegnare la struttura di un equalizzatore con due prese Zero-Forcing e due prese Decision-Feedback. Si determini la caratteristica ingresso-uscita del sistema complessivo che include l'equalizzatore.
3. Con i valori dei coefficienti calcolati al punto precedente, determinare la probabilità di errore prima e dopo l'equalizzazione.

6

Domande di teoria

- D1 Descrivere il significato e l'uso delle caratteristiche EXIT. Spiegare il significato dei simboli utilizzati.
- D2 Descrivere e dimostrare il criterio di Nyquist utilizzato nella scelta di una forma d'onda che garantisca ISI nulla nella trasmissione numerica in banda base su canali reali a banda limitata.
- D3 Descrivere il significato e l'uso della funzione Esponente di Errore e del Cut Off Rate.

