

Esercizio 1

Si vuole trasmettere un flusso binario con ritmo di trasmissione $R_b=512\text{ kbit/s}$ con modulazione BPSK, utilizzando impulsi a coseno rialzato con roll-off $\alpha=0.25$.

Determinare la banda necessaria sul canale di trasmissione.

Esercizio 2

Calcolare la probabilità di errore nel caso di modulazione BPSK, nell'ipotesi di attenuazione di canale $\gamma=16\text{ dB}$, potenza in trasmissione $P_{tx}=2.4\text{ W}$, velocità di trasmissione $R_b=20\text{ kbit/s}$ e densità spettrale di potenza (unilatera) del rumore additivo $N_0=5 \cdot 10^{-7}\text{ W/Hz}$.

Esercizio 3

Data una sorgente che emette un flusso binario con ritmo di trasmissione R_b [bit/s], confrontare, a parità di potenza di segnale trasmesso P_s , l'occupazione di banda sul canale e la probabilità media di errore sul bit P_b , nei due casi di modulazione binaria BPSK e modulazione multilivello 4-QAM.

Esercizio 4

Si vuole trasmettere con una costellazione tipo M-QAM un segnale numerico con bit-rate $R_b=100\text{ Mbit/s}$ su un canale con banda passante $B=25\text{ MHz}$.

Quanti livelli M deve avere la costellazione ?

Una modulazione M-ASK richiederebbe la stessa banda e/o la stessa potenza di trasmissione, a parità di probabilità di errore ?

Esercizio 5

Dato un flusso di dati binari con bit rate $R_b=20\text{ kbit/s}$, calcolare la probabilità di errore $P_b(E)$ nel caso di modulazione BPSK, nell'ipotesi di attenuazione di canale $\gamma=16\text{ dB}$, potenza in trasmissione $P_{tx}=2.4\text{ W}$, e densità spettrale di potenza del rumore additivo $N_0/2=2.5 \cdot 10^{-7}\text{ W/Hz}$.

Esercizio 6

Un segnale analogico $s(t)$ con banda $B_s=4\text{ kHz}$ viene campionato alla frequenza di campionamento $f_c=10\text{ kHz}$ e quantizzato con un quantizzatore a 256 livelli (8 bit). I campioni vengono quindi convertiti in formato binario e trasmessi su un canale in banda passante con banda $B_c=30\text{ kHz}$ con modulazione 16-QAM.

- Tracciare lo schema del modulatore/demodulatore 16-QAM.
- Calcolare il ritmo di trasmissione su ciascuna delle due portanti del sistema di modulazione.
- Nell'ipotesi che gli impulsi trasmessi abbiano spettro a coseno rialzato calcolare il valore massimo del fattore di roll-off α consentito dalla banda del canale di trasmissione.
- Calcolare il rapporto $E_s/(N_0/2)$ (E_s = energia media degli impulsi ricevuti sulla singola portante, $N_0/2$ = densità spettrale di potenza del rumore termico) tale da garantire in ricezione una probabilità d'errore $P_e=10^{-9}$.

Esercizio 7

Un segnale $s(t)$ con banda $B=4\text{ kHz}$ viene campionato con frequenza di campionamento $f_c=8\text{ kHz}$ e quantizzato a 256 livelli. I campioni quantizzati vengono convertiti in formato binario e trasmessi con modulazione 4QAM su un canale in banda passante con banda $W=64\text{ kHz}$.

- Calcolare il ritmo di trasmissione su ciascuna delle due portanti del sistema di modulazione.
- Verificare se risulta possibile trasmettere impulsi con spettro a coseno rialzato e roll-off $\alpha=0.5$.

Esercizio 8

Un segnale $s(t)$ con banda $B=4\text{ kHz}$ viene campionato con frequenza di campionamento $f_c=10\text{ kHz}$ e quantizzato a 256 livelli. I campioni quantizzati vengono convertiti in formato binario e trasmessi con modulazione 4QAM su un canale in banda passante con banda $W=80\text{ kHz}$.

- Tracciare lo schema del modulatore/demodulatore 4QAM.
- Verificare se risulta possibile trasmettere impulsi con spettro a coseno rialzato e roll-off $\alpha=0.5$.