

1. Si considerino 3 segnali con banda monolaterale pari a 20 kHz da modularsi in AM, e 5 segnali con banda monolaterale pari a 10 kHz da modularsi in FM. Si assuma che: l'ampiezza della portante utilizzata per ognuno dei segnali sia pari a 1; la potenza complessiva per la trasmissione di tutti i segnali sia pari a 5; i segnali da modularsi in AM siano modellabili come variabili aleatorie  $\mathcal{U}(-1, 1)$ ; per la modulazione FM si utilizzi un indice di modulazione pari a 3. Determinare

- (a) la banda necessaria per trasmettere gli 8 segnali simultaneamente mediante moltiplicazione in frequenza;
- (b) il coefficiente di modulazione dei segnali AM.

2. Si consideri uno schema di comunicazione digitale senza memoria binario con simboli equiprobabili su canale AWGN con densità spettrale di potenza del rumore pari a  $\eta_0/2$ . Le forme d'onda utilizzate sono

$$\begin{aligned}s_1(t) &= A \left[ \Pi \left( \frac{4t - T}{2T} \right) - \Pi \left( \frac{4t - 3T}{2T} \right) \right], \\ s_2(t) &= A \left[ \Pi \left( \frac{4t - 3T}{2T} \right) - \Pi \left( \frac{4t - T}{2T} \right) \right],\end{aligned}$$

dove  $T$  denota l'intervallo di segnalazione. Volendo utilizzare in alternativa uno schema con uguale intervallo di segnalazione che utilizzi le seguenti forme d'onda

$$\begin{aligned}x_1(t) &= B \cos(2\pi f_1 t) \Pi \left( \frac{t - T/2}{T} \right), \\ x_2(t) &= B \cos(2\pi f_2 t) \Pi \left( \frac{t - T/2}{T} \right),\end{aligned}$$

determinare

- (a) le condizioni affinché il secondo sia uno schema di segnalazione ortogonale;
- (b) il valore del parametro  $B$  che garantisce uguale probabilità di errore tra i due schemi.

Proporre infine un ricevitore per ognuno dei due schemi e confrontarli.