

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Domanda

Modulazione numerica in banda passante QAM: schema del sistema e valutazione della occupazione di banda minima, in Hz, per la trasmissione, con un sistema 16-QAM, di un flusso dati di 640 kbit/s.

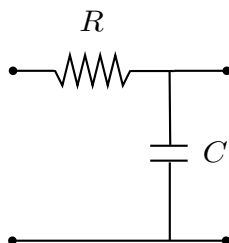
Esercizi

1. Siano x_1 e x_2 variabili aleatorie indipendenti ed equidistribuite con densità di probabilità

$$f_x(a) = 0.5e^{-|a|}.$$

Calcolare la probabilità $P[y > 0]$, dove $y = x_1x_2$.

2. In un sistema di trasmissione numerica con simboli $a_k \in \{-1, 0, 1\}$, $P[a_k = 1] = P[a_k = -1] = 0.1$, il campione nel punto di decisione risulta $r_k = a_k V_0 + n_k$, dove n_k è un rumore gaussiano a media nulla e deviazione standard $\sigma_n = V_0/100$, indipendente da a_k . Le soglie di decisione sono poste a $s_1 = V_0/2$, $s_2 = -V_0/2$. Calcolare la probabilità di errore del sistema.
3. In un modulatore PAM con periodo di simbolo T , l'impulso in trasmissione ha l'espressione $g(t) = V_0 e^{-5t/T} 1(t)$, mentre i simboli $a_k \in \{-1, 0, 1\}$ sono indipendenti con $P[a_k = 1] = P[a_k = -1] = 0.2$. Calcolare la densità spettrale (media) del segnale trasmesso $v(t)$ e la sua potenza statistica (media).
4. In un sistema di trasmissione numerica PAM con periodo di simbolo T , l'impulso in trasmissione $g(t)$ ha un andamento a coseno rialzato con fattore di roll-off $\alpha = 0.1$. Il mezzo trasmissivo è assimilabile al circuito equivalente riportato in figura. Si determini la risposta in frequenza $H(f)$ dell'amplificatore di ricezione, con banda $(1 + \alpha)f_N$, dove f_N è la frequenza di Nyquist, in modo da non avere interferenza di intersimbolo. Si calcoli poi la varianza del rumore nel punto di decisione, supponendo il rumore in ingresso all'amplificatore di ricezione bianco con densità spettrale R_0 .



5. Sia $n(kT)$ un processo aleatorio gaussiano a media nulla con densità spettrale costante R_0 (rumore bianco a tempo discreto). Il rumore $n(kT)$ viene filtrato con un filtro con risposta impulsiva con valori $h(kT) = 0.5^k$, per $k \geq 0$, e nulla altrove, ottenendo il processo $n_c(kT)$. Calcolare la potenza statistica di $n_c(kT)$.

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Esercizio

In un sistema di trasmissione numerica binaria con periodo di simbolo $T = 2T_0$, i simboli sono equiprobabili e associati ai segnali

$$s_1(t) = \cos(2\pi f_0 t) \operatorname{rect}\left(\frac{t - T_0}{2T_0}\right), \quad f_0 = 1/T_0,$$

$$s_2(t) = (\cos(2\pi 3f_0 t) + \cos(2\pi f_0 t)) \operatorname{rect}\left(\frac{t - T_0}{2T_0}\right), \quad f_0 = 1/T_0.$$

Il rumore in ricezione è gaussiano, bianco, con densità spettrale $N_0/2$ e indipendente dal segnale.

- 1) Calcolare l'energia dei segnali $s_1(t)$ e $s_2(t)$;
- 2) determinare una base ortonormale per lo spazio dei segnali;
- 3) calcolare la probabilità di errore del sistema.