

Prova scritta di Comunicazioni Elettriche del 18 Settembre 2001

Esercizio 1

Per demodulare un segnale AM si utilizza un rivelatore di inviluppo. Il segnale in ingresso al rivelatore di inviluppo è:

$$r(t) = [A + m(t)] \cos(2\pi f_0 t + \frac{\pi}{3}) + n(t)$$

Il segnale modulante $m(t)$, la cui densità di probabilità è simmetrica rispetto all'origine, ha potenza media $P_m = 1 \text{ V}^2$ e banda $B = 5 \text{ kHz}$. L'indice di modulazione è $m_a = 0.5$. Il fattore di picco è $k_c = M/\sqrt{P_m} = 5$, con M valore massimo di $m(t)$. Il rumore $n(t)$ è gaussiano con densità spettrale di potenza bilatera $N_0/2$ nella banda del segnale ricevuto e nulla altrove. Il rapporto segnale rumore in ingresso al rivelatore di inviluppo è $\gamma_i = 40 \text{ dB}$.

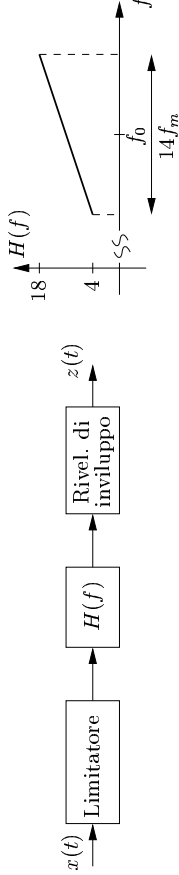
1. Si scriva l'espressione dell'inviluppo complesso di $r(t)$ e si disegni qualitativamente il vettore che lo rappresenta.
2. Utilizzando il grafico ricavato al punto precedente si determini l'espressione del segnale $z(t)$ in uscita dal rivelatore di inviluppo e si valuti il corrispondente rapporto segnale rumore (valore numerico in dB).

Esercizio 2

Il segnale in ingresso al discriminatore di frequenza riportato in figura è descritto dalla seguente espressione:

$$x(t) = [1 + 0.1 \cos(2\pi f_m t)] \cos[2\pi f_0 t + m \sin(2\pi f_m t)]$$

con $f_0 = 100 \text{ MHz}$, $f_m = 15 \text{ kHz}$ e con $m = 5$. La costante del limitatore d'ampiezza vale $h = 1$, mentre la riposta in frequenza del filtro $H(f)$ è riportata in figura.



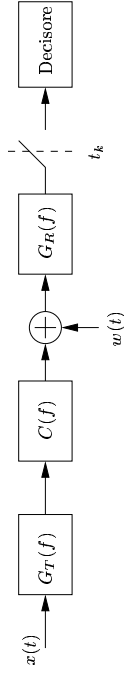
1. Si ricavi l'espressione del segnale $z(t)$ in uscita dal discriminatore di frequenza

Esercizio 3

Nel sistema di trasmissione PAM riportato in figura il segnale $x(t)$ è descritto dall'espressione:

$$x(t) = \sum_i a_i p(t - iT)$$

I simboli a_i possono assumere i valori 0 ed 1 con probabilità 0.6 e 0.4 rispettivamente. Il canale $C(f)$ è ideale mentre $p(t) = \text{rect}(\frac{t-T/4}{T/2})$. Il rumore $w(t)$ è gaussiano, bianco con densità spettrale di potenza $\eta/2$.

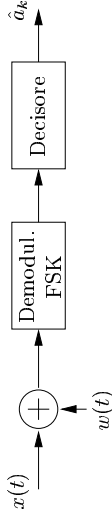


1. Si dimensionino i filtri di trasmissione e di ricezione in modo che il sistema sia ottimo ed abbia banda $1/2T$. Si imponga inoltre che l'energia associata al singolo impulso trasmesso sia E_T .

2. Si determini la strategia del decisore e si calcoli la probabilità di errore.

Esercizio 4

Si consideri il ricevitore per segnali FSK riportato in figura:



Il segnale $x(t)$ è descritto dalla relazione:

$$x(t) = \sum_i p(t - iT) \cos \left[2\pi \left(f_0 + a_i \frac{1}{T} \right) (t - iT) \right]$$

dove

$$p(t) = A \text{rect} \left(\frac{t - T/2}{T} \right)$$

e dove i simboli a_i sono indipendenti ed assumono i valori +1 e -1 con probabilità 0.4 e 0.6 rispettivamente. La frequenza f_0 è un multiplo intero di $1/T$. Il rumore $w(t)$ è gaussiano bianco con densità spettrale di potenza bilatera $\eta/2$.

1. Si disegni in dettaglio lo schema a blocchi del demodulatore FSK coerente.
2. Si indichi la strategia del decisore e si calcoli la probabilità di errore.

Esercizio 5

Sia \mathcal{F}_{T_0} la cifra di rumore di un quadripolo \mathbf{Q} riferita alla temperatura T_0 . Si ricavi in modo rigoroso, l'espressione della cifra di rumore del quadripolo riferita alla generica temperatura T .