

Comunicazioni elettriche A

Corsi di Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica e

Ingegneria delle Telecomunicazioni

Prova del 19/1/2004

Tempo a disposizione: 1 h.

Per demodulare un segnale AM si utilizza un rivelatore di inviluppo. Il segnale modulante $s(t)$ ha potenza $P_s = 1 \text{ V}^2$ e banda $B = 5 \text{ kHz}$. L'indice di modulazione è $\mu = 0.5$, l'ampiezza, la frequenza e la fase della portante sono rispettivamente $A_0 = 1 \text{ V}$, $f_0 = 1 \text{ MHz}$ e $\theta_0 = 0$. Il canale di trasmissione introduce rumore additivo gaussiano bianco con densità spettrale di potenza $N_0/2$ con $N_0 = 6.25 \cdot 10^{-9} \text{ V}^2/\text{Hz}$.

1. Si dimensionino i filtri di front-end e di post-rivelazione.
2. Si calcoli il rapporto segnale-rumore all'ingresso del ricevitore (in dB).
3. Si scriva l'espressione dell'inviluppo complesso del segnale dopo il filtro di front-end e si disegni qualitativamente il vettore che lo rappresenta.
4. Si determini l'espressione del segnale in uscita dal rivelatore di inviluppo e si valuti il corrispondente rapporto segnale-rumore (in dB).

Soluzione.

1. Il segnale AM ha banda $B_{AM} = 2B = 10$ kHz centrata intorno alla frequenza f_0 . Il filtro di front-end sarà quindi un filtro passa banda di banda B_{AM} intorno a f_0 . Il filtro di post-rivelazione sarà invece un filtro passa basso di banda B .
2. Il segnale dopo il filtro di front-end ha espressione

$$r(t) = A_0[1 + \mu s(t)] \cos 2\pi f_0 t + n(t).$$

Infatti, dopo il filtro di front-end, il segnale utile risulta inalterato mentre il rumore risulterà filtrato. Il rumore $n(t)$ dopo il filtro di front-end sarà bianco nella banda B_{AM} intorno alla frequenza f_0 con densità spettrale ancora pari a $N_0/2$. È quindi

$$\begin{aligned} S_i &= \frac{A_0^2}{2}(1 + \mu^2 P_s) \\ N_i &= \frac{N_0}{2} 2B_{AM} = 2N_0 B \end{aligned}$$

e pertanto

$$\frac{S_i}{N_i} = \frac{A_0^2(1 + \mu^2 P_s)}{4N_0 B} = 10^4 \quad (40 \text{ dB}).$$

3. Il segnale dopo il filtro di front-end può esprimersi come

$$r(t) = A_0[1 + \mu s(t)] \cos 2\pi f_0 t + n_c(t) \cos 2\pi f_0 t - n_s(t) \sin 2\pi f_0 t$$

e pertanto

$$\tilde{r}(t) = A_0[1 + \mu s(t)] + n_c(t) + j n_s(t).$$

Il corrispondente diagramma fasoriale è mostrato in Fig. 1.

4. Il segnale in uscita dal rivelatore di inviluppo può esprimersi come

$$x(t) = \sqrt{(A_0[1 + \mu s(t)] + n_c(t))^2 + n_s^2(t)} \simeq A_0[1 + \mu s(t)] + n_c(t)$$

dal momento che il rapporto segnale-rumore in ingresso al ricevitore è sufficientemente elevato. Pertanto, poiché $n_c(t)$ ha densità spettrale di potenza N_0 nella banda B , si ha

$$\begin{aligned} S_u &= \mu^2 P_s \\ N_u &= 2N_0 B \end{aligned}$$

e quindi

$$\frac{S_u}{N_u} = \frac{\mu^2 P_s}{2N_0 B} = 4000 \quad (36 \text{ dB}).$$

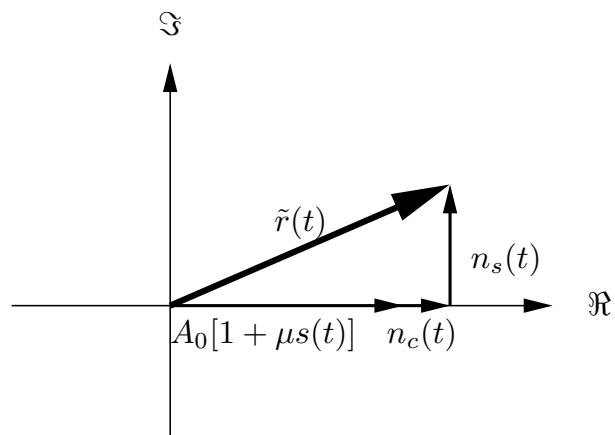


Figura 1: