Compito di Comunicazioni Elettriche del 24 Settembre 1996

Si vogliono confrontare le prestazioni delle modulazioni di fase e di frequenza quando vengono utilizzate per trasmettere un segnale FDM. In figura 1 è riportato lo schema del sistema di trasmissione FM, mentre in figura 2 è descritto lo schema del sistema PM ottenuto semplicemente aggiungendo un derivatore ed un integratore al sistema FM. Il segnale $M(t)$ ottenuto multiplando 12 canali telefonici ciascuno di banda $f_m = 4\ kHz$, ha densità spettrale di potenza monolatera

$$S_M(f) = \begin{cases} S_0 & \text{per } 0 < f < 48\ kHz \\ 0 & \text{altrove.} \end{cases}$$

La costante di modulazione del modulatore FM è $k_f = 400\ kHz/V$ mentre l'ampiezza della portante è $V_0 = 0.1\ V$. In entrambi gli schemi si suppone che il rumore $w_1(t)$ sia gaussiano con densità spettrale di potenza monolatera η_1 nella banda di $M(t)$ e che il rumore $w_2(t)$ sia gaussiano con densità spettrale di potenza monolatera η_2 nella banda del segnale trasmesso. La risposta in frequenza del derivatore è $H_p(f) = \mathrm{j}2\pi f\tau$, mentre la risposta in frequenza dell'integratore vale $H_d(f) = 1/H_p(f)$.

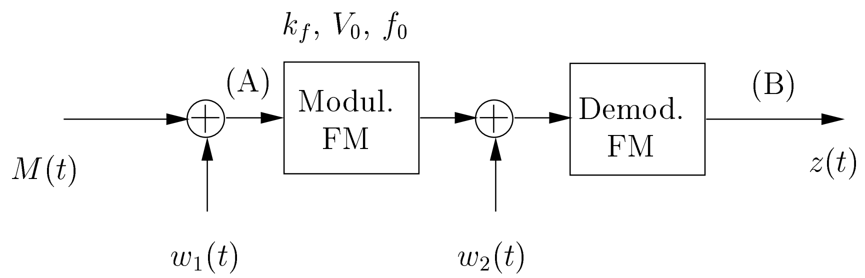

figura 1: Sistema FM

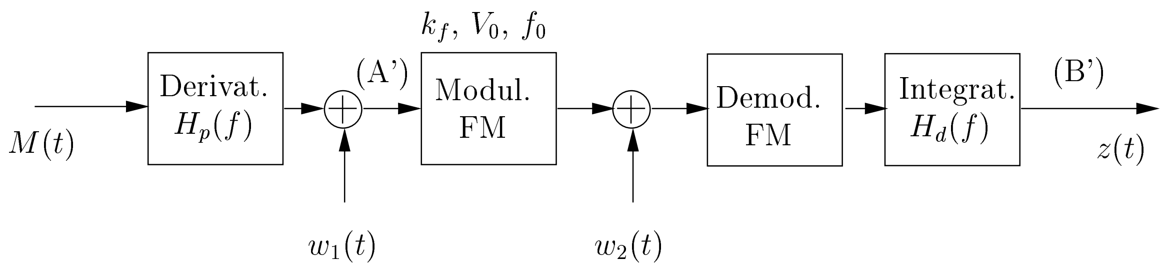

figura 2: Sistema PM

1. Si determini il valore di τ affinchè il segnale in ingresso al modulatore FM abbia la stessa potenza media nei due casi considerati.

2. In entrambi i casi si determini il rapporto segnale rumore in ingresso al modulatore FM (punti A e A') calcolato nella banda $[(n-1)f_m, nf_m]$ dell'n-esimo canale del segnale multiplato ($1 < n < 12$). Si confrontino i risultati ottenuti riportando in uno stesso grafico, l'andamento di tale rapporto in funzione del numero n del canale.

3. Si calcoli l'espressione del rapporto tra le potenze di rumore in uscita dai demodulatori FM e PM rispettivamente (punti B e B'), relative all'ultimo canale del segnale multiplato. Si disegni l'andamento qualitativo di tale rapporto in funzione di $\gamma \triangleq \eta_1/\eta_2$.