SECONDA UNIVERSITA' DI NAPOLI
Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica

Prova scritta di TRASMISSIONE ED ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI (9 CFU) (ex SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI 9 CFU) COMUNICAZIONI ELETTRICHE (6 CFU)

Prof. Francesco A. N. Palmieri

lunedi 3 Novembre 2014 — PROVA INTRACORSO

SOLUZIONI (PARZIALI) solo 1.

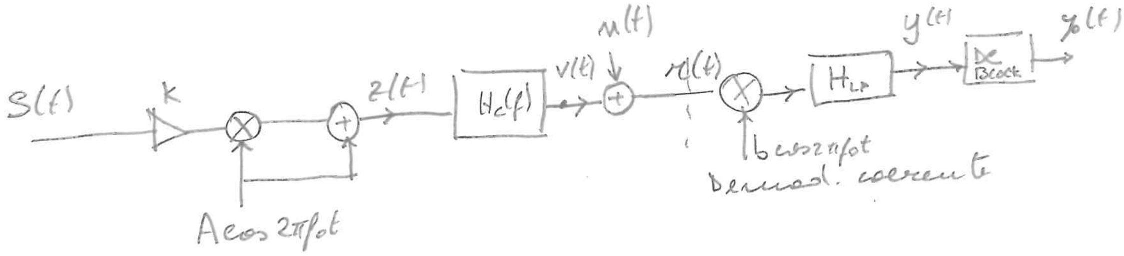
1. Un segnale $s(t)$ ha spettro di potenza piatto nella banda 20 Hs - 20 KHz e potenza P_s. Il segnale modula in AM una portante a $f_0 = 1$ MHz ed é inviato su un canale distorcente con risposta di energia $|H_c(f)|^2$ triangolare centrata sulla frequenza della portante (il guadagno a f_0 é unitario). Al segnale ditorto si aggiunge un rumore piatto nella banda del segnale avente potenza pari a un decimo di quella del segnale.

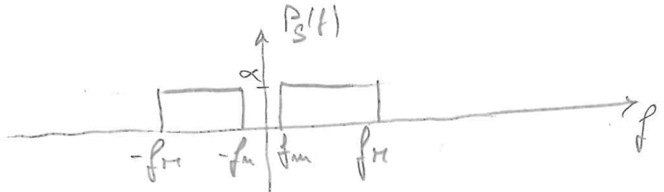
Si analizzi lo schema di modulazione e demodulazione (coerente o incoerente) e si valuti il rapporto segnale (distorto)/rumore in ingresso e in uscita al demodulatore.

2. Si valuti la autocorrelazione e lo spettro di potenza del segnale SSB-U e se ne discuta la stazionarietá quando il segnale modulante é un segnale a banda piatta tra f_{min} e f_{max} ($0 < f_{min} < f_{max}$).

3. Un segnale QAM viene demodulato con un demodulatore il cui oscillatore locale presenta un errore di frequenza Δf e un errore di fase $\Delta\phi$. Ricavare una espressione per i segnali in uscita ai due rami del demodulatore.

1

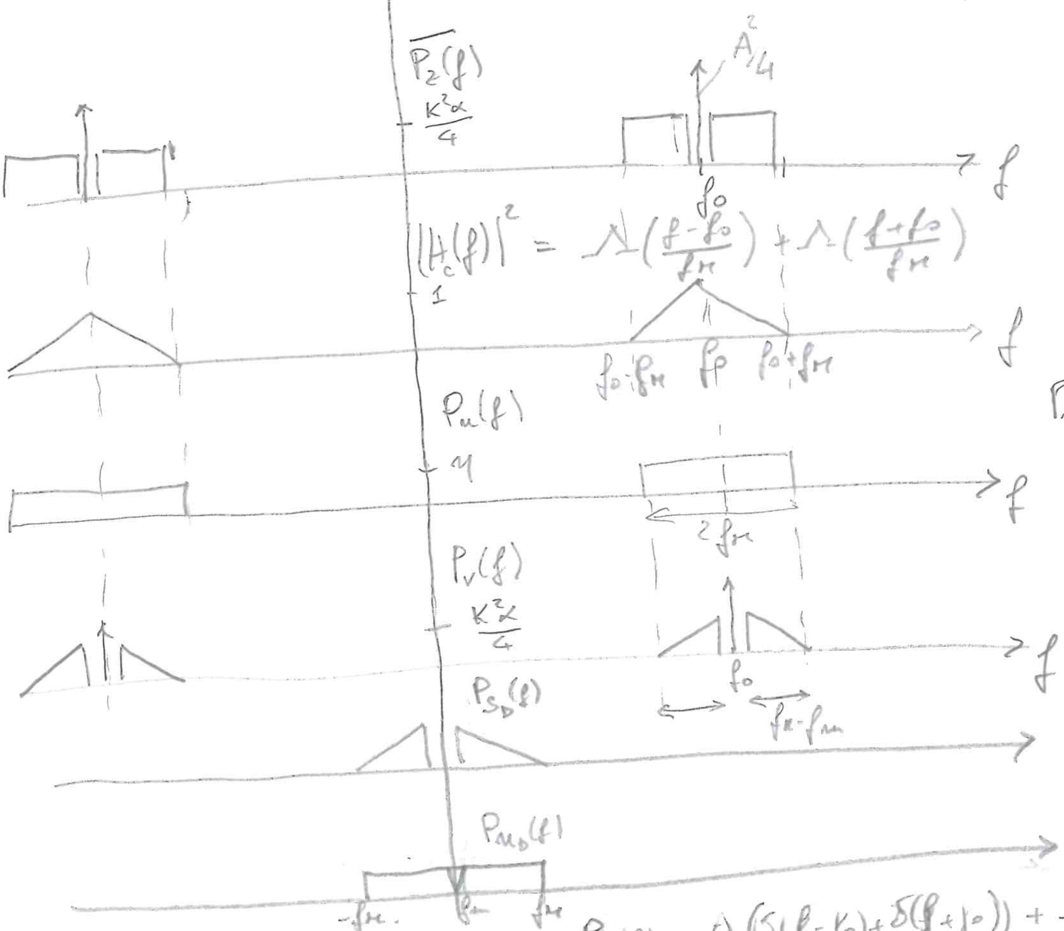




$f_m = 20\,Hz$

$f_M = 20\,KHz$

$P_s = (f_M - f_m)\alpha 2 \Rightarrow \alpha = \dfrac{P_s}{2(f_M - f_m)}$



$P_n = 4 f_M \eta \qquad P_n = \dfrac{P_s}{10}$

$\Downarrow$

$\eta = \dfrac{P_s}{10 \cdot 4 f_M}$

$z(t) = A(1 + K s(t)) \cos 2\pi f_0 t \quad ; \quad P_z(f) = \frac{A}{4}(\delta(f-f_0) + \delta(f+f_0)) + \frac{K^2}{4}\left(P_s(f-f_0) + P(f+f_0)\right)$

$$v(t) = (h_c * z)(t) \quad ; \quad P_v(f) = P_z(f)\,|H_c(f)|^2 = \frac{A^2}{4}\left[\delta(f-f_0) + \delta(f+f_0)\right]$$

$$+ \frac{K^2}{4} P_s(f-f_0)\,\Lambda\left(\frac{f-f_0}{f_M}\right) + \frac{K^2}{4} P_s(f+f_0)\,\Lambda\left(\frac{f+f_0}{f_M}\right)$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{in} = \frac{P_v}{P_n} = \frac{\frac{A^2}{2} + (f_M - f_m)\frac{K^2\alpha}{4}\frac{1}{2}4}{2 f_M \eta} = \frac{A^2 + (f_M - f_m)K^2\alpha}{4 f_M \eta}$$

A destinazione, dopo la demodulazione coerente, avremo che ci ricava le componenti in fase del segnale modulato e del rumore. La figura rappresenta graficamente il risultato della demodulazione

$$y_0(t) = s_D(t) + n_D(t)$$

Su questa figura si può già valutare il rapporto $\left(\frac{S}{N}\right)_{out}$ anche senza conoscere le costanti visto che sia segnale che rumore subiscono la stessa traslazione in frequenza.

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{out} = \frac{P_{SD}}{P_{ND}} \simeq \frac{(f_M - f_m)K^2\alpha}{4 f_M \eta}$$

Assumendo che il fatto che blocca la continua non alteri sensibilmente il contenuto di potenza del rumore.

Le espressioni esatte dei segnali dopo la demodulazione possono essere ottenute osservando che anche la risposta del canale passa-banda può essere scritta con la notazione di Rice.

$$h_c(t) = h_{cc}(t)\cos 2\pi f_0 t + h_{cs}(t)\sin 2\pi f_0 t$$

$$\tilde{h}_c(t) = h_{cc}(t) - j\, h_{cs}(t) \qquad \text{dalla proprietà (2.17)} \quad \tilde{v}(t) = \frac{1}{2}(\tilde{h}_c * \tilde{z})$$

$$\tilde{z}(t) = A(1 + K s(t))$$

$$\tilde{v}(t) = v_c(t) - j\, v_s(t) = \frac{1}{2}(h_{cc}(t) - j\, h_{cs}(t)) * A(1 + K s(t))$$

Ai fini del calcolo dell'uscita serve solo la componente coseno

$$v_c(t) = h_{cc}(t) * \frac{A(1 + K s(t))}{2}$$

In effetti nel problema è stata fornita solo la risposta di ampiezza di $H_c(f)$ e quindi la risposta $\tilde{h}_c(t)$ non è esattamente nota. Ma questa non serve ai fini dei calcoli sulle potenze.

$$P_{v_c}(f) = |H_{cc}(f)|^2 \left(\frac{A^2}{4}\delta(f) + \frac{A^2K^2}{4}P_s(f)\right)$$

$$H_{cc}(f) = H_c^-(f - f_0) + H_c^+(f + f_0)$$

$$|H_{cc}(f)|^2 = H_{cc}(f)\, H_{cc}^*(f) = \left(H_c^-(f - f_0) + H_c^+(f + f_0)\right)\left(H_c^-(-f - f_0) + H_c^+(-f + f_0)\right)$$

$$= \left(H_c^-(f - f_0) H_c^-(-f - f_0) + H_c^-(f - f_0) H_c^+(-f + f_0) + H_c^+(f + f_0) H_c^-(-f - f_0) + H_c^+(f + f_0) H_c^+(-f + f_0)\right)$$

È immediato verificare che per Hermitianità e simmetria

$$|H_{cc}(f)|^2 = 4\,\Lambda\left(\frac{f}{f_M}\right)$$

Pertanto

$$P_{v_c}(f) = \cancel{4}\,\Lambda\left(\frac{f}{f_M}\right)\left(\frac{A^2}{\cancel{4}}\delta(f) + \frac{A^2K^2}{\cancel{4}}P_s(f)\right)$$

Dopo il blocco della continua abbiamo la componente di segnale

$$A^2K^2P_s(f)\,\Lambda\left(\frac{f}{f_M}\right)$$

che fornisce il risultato di sopra.