

COMUNICAZIONI ELETTRICHE A — 2004-2005

19 febbraio 2005

Esercizio 1. Calcolare la potenza di un segnale modulato AM standard con indice di modulazione pari a $\mu = 1$. Si supponga che il segnale modulante sia di tipo sinusoidale e con potenza istantanea di picco pari a 32 kW.

Esercizio 2. Il segnale multitono

$$x(t) = 4[\cos(2\pi t) + 2\cos(20\pi t)]$$

deve essere trasmesso mediante modulazione analogica di ampiezza, con frequenza di portante $f_0 = 1000$ Hz. Determinare il grafico dello spettro del segnale modulante e del segnale modulato, supponendo di utilizzare i seguenti formati di modulazione:

- AM standard con indice di modulazione $\mu = 1$;
- Modulazione DSB;
- Modulazione USSB e LSSB.

Esercizio 3. Si consideri il segnale

$$v_i(t) = x(t) + \cos(2\pi f_0 t)$$

e si supponga che tale segnale sia distorto da una non linearità con caratteristica di trasferimento data da $v_0(t) = 2v_i(t) + 5v_i^3(t)$. Supponendo che il segnale passabasso $x(t)$ abbia spettro rettangolare di banda W , determinare il grafico di $V_0(f)$.

Esercizio 4. Determinare l'involuppo $A(t)$ di un segnale SSB corrispondente al segnale modulante $x(t) = \cos(\omega_m t) + (1/q)\cos(3\omega_m t)$. Disegnare un grafico qualitativo di $A(t)$ per $A_c = 81$ e confrontarlo con $x(t)$.

Esercizio 5. Il segnale modulato

$$x_c(t) = [K_c + K_\mu x(t)] \cos(\omega_c t) - K_\mu x_q(t) \sin(\omega_c t)$$

diviene un segnale AM, DSB, SSB o VSB a seconda dei valori delle costanti K_c e K_μ e della relazione fra $x(t)$ e $x_q(t)$.

- Determinare, per ciascun tipo di modulazione, le espressioni dei parametri e di $x_q(t)$
- Supponendo che il segnale modulato $x_c(t)$ venga demodulato mediante il tono $2\cos(\omega_c t + \phi)$ e filtrato passa basso da un filtro di banda W (demodulatore sincrono con errore di fase ϕ), determinare il segnale all'uscita di tale demodulatore per i vari formati di modulazione.

Esercizio 6. Si determini il grafico della deviazione di fase $\phi(t)$ e della frequenza istantanea $f(t)$ per segnali modulati PM e FM nei seguenti casi:

- $x(t) = A\Lambda\left(\frac{t}{T}\right)$;
- $x(t) = A\cos\left(\frac{\pi t}{T}\right)\Pi\left(\frac{t}{2T}\right)$.

Esercizio 7. Una stazione di radiodiffusione FM trasmette programmi musicali e di intrattenimento. Nel primo caso la banda del segnale modulato risulta essere $W_m = 15$ kHz, mentre nel secondo caso la banda del segnale vocale risulta essere $W_p = 5$ kHz. Supponendo che il rapporto di deviazione nei due casi sia $D = 5$ (quindi si cambia f_Δ nei due casi), determinare la percentuale di banda disponibile utilizzata nel caso di segnali vocali.

Esercizio 8. Un sistema FM con $f_\Delta = 30$ kHz trasmette segnali di banda $W = 10$ kHz.

- Determinare la percentuale della banda B_T utilizzata quando si trasmette un tono di ampiezza $A_m = 1$ e frequenze $f_m = 0.1, 1$ e 5 kHz;
- Ripetere il calcolo per una modulazione PM con $\phi_\Delta = 3$ rad.

Esercizio 9. Si consideri un segnale PM $x_c(t)$ modulato a banda stretta da un segnale $x(t)$ con spettro di ampiezza definito come $X(f) = \Pi\left(\frac{f}{2w}\right)$. Supponendo che il segnale PM passi attraverso una non linearità con relazione di ingresso-uscita $y(t) = 2x_c^2(t) + x_c(t)$, si determini analiticamente lo spettro di ampiezza del segnale distorto $y(t)$ e se ne disegni un grafico qualitativo.