

Modulazione in ampiezza

La modulazione ha un ruolo determinante nelle telecomunicazioni, tanto da rappresentare, tanto da rappresentarne uno dei processi più importanti. Ricordiamo dalla teoria che le grandezze fondamentali che interessano un processo di modulazione, sia analogico sia numerico, sono:

- il segnale modulante, costituito da un segnale elettrico $v_m(t)$ avente una certa banda B , che contiene l'informazione da trasmettere;
- la portante, cioè un segnale $v_p(t)$ sul quale è caricata l'informazione da trasmettere;
- il segnale modulato, cioè un segnale $v(t)$ risultante dall'operazione di modulazione, che deve essere compatibile con le caratteristiche del mezzo trasmissivo.

Prima di passare alle applicazioni sulla modulazione di ampiezza, ricordiamo che essa consiste nel far variare l'ampiezza del segnale portante proporzionalmente al valore istantaneo del segnale modulante.

Esercizio 1

Una sinusoide avente valore massimo $V_m = 3,5$ V e frequenza $f_m = 5$ kHz viene applicata in ingresso ad un circuito modulatore di ampiezza, che moltiplica per $k = 1,5$ unitamente ad un segnale sinusoidale avente ampiezza $V_p = 13$ V, utilizzato come portante alla frequenza $f_p = 540$ kHz.

Calcolare tutte le potenze dei segnali sinusoidali presenti e disegnarne lo spettro di frequenza, supponendo un carico in antenna $R = 75$ W.

Svolgimento

Mi calcolo dapprima l'indice di modulazione con la formula:

$$m = \frac{kV_m}{V_p}$$

ed ottengo:

$$m = \frac{kV_m}{V_p} = \frac{1,5 \cdot 3,5}{13 \cdot 5} = 0,388$$

La componente laterale inferiore ha frequenza:

$$f_1 = f_p - f_m = 540 - 5 = 535 \text{ kHz}$$

L'ampiezza la calcolo con la seguente formula:

$$V_{\text{MAX}} = \frac{1}{2} mV_p$$

ed ottengo:

$$V_1 = \frac{mV_p}{2} = \frac{0,388 \cdot 13,5}{2} = 2,624 \text{ V}$$

La componente laterale superiore ha frequenza:

$$f_2 = f_p + f_m = 540 + 5 = 545 \text{ kHz}$$

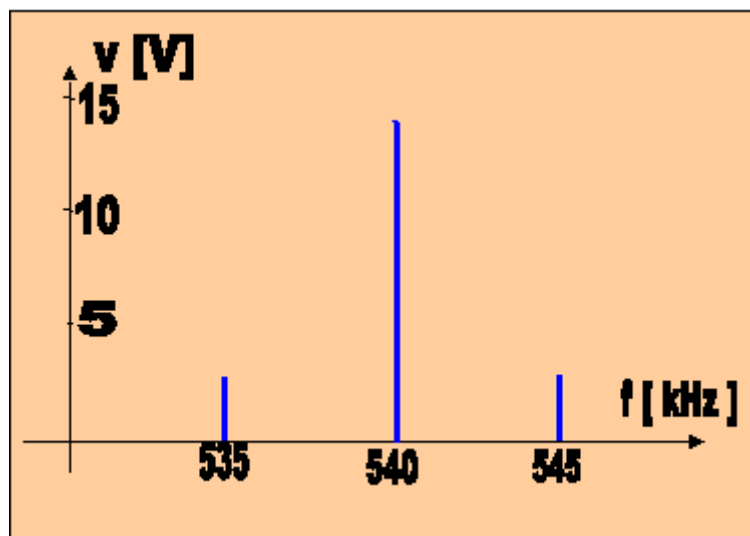
L'ampiezza la calcolo con la seguente formula:

$$V_{\text{MAX}} = \frac{1}{2} mV_p$$

ed ottengo:

$$V_2 = \frac{mV_p}{2} = \frac{0,388 \cdot 13,5}{2} = 2,624 \text{ V}$$

Lo spettro del segnale modulato sarà il seguente:



La potenza della portante la calcolo con la seguente formula:

$$P_p = V \cdot \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

in cui V è il valore efficace della portante e cioè:

$$V = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = \frac{13,5}{\sqrt{2}} = 9,545 \text{ V}$$

Quindi la potenza della portante è:

$$P_p = \frac{V^2}{R} = \frac{9,545^2}{75} = 1,214 \text{ W}$$

La potenza di ciascuna onda laterale sarà:

$$P_L = \left(\frac{1}{2} m\right)^2 P_p = \frac{1}{4} m^2 P_p$$

Quindi:

$$P_L = \frac{1}{4} m^2 P_p = \frac{1}{4} 0,388^2 \cdot 1,214 = 0,04569 \text{ W}$$

La potenza totale del segnale modulato P_T è:

$$P_T = P_p + 2P_L = P_p + 2 \cdot \frac{1}{4} m^2 P_p = \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) P_p$$

ottengo quindi:

$$P_t = \left(1 + \frac{m^2}{2}\right) P_p = \left(1 + \frac{0,388^2}{2}\right) 1,214 = 1,305 \text{ W}$$

Resta la calcolare la potenza della modulante; mi calcolo dapprima il valore efficace della modulante:

$$V = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{3,5}{\sqrt{2}} = 2,474V$$

La potenza della modulante è:

$$P_m = \frac{V^2}{R} = \frac{2,474^2}{75} = 0,0816W$$