



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



Platformă de e-learning și curriculum e-content pentru învățământul superior tehnic

Elemente de Electronică Analogică

42. Tipuri de modulație

Modulația de amplitudine (MA):

$$u(t) = U(t) \cos \omega_0 t$$

- $\omega_0 = 2\pi f_0$ - purtătoarea (de înaltă frecvență);
- $U(t)$ este amplitudinea semnalului care se modifică în funcție de semnalul modulator;
- modulație armonică:

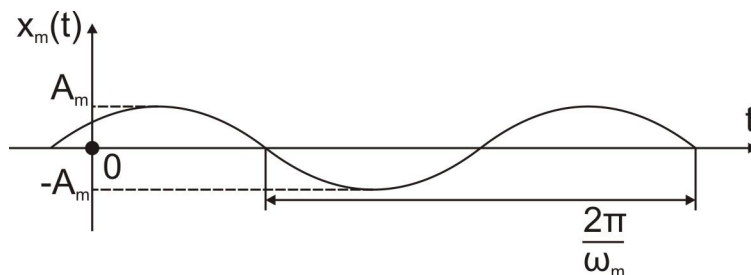
$$U(t) = U_0(1 + m \cos \omega t);$$

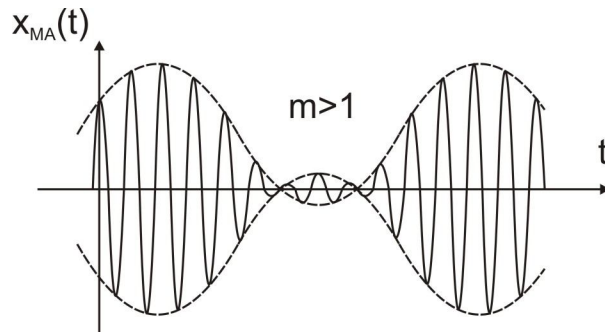
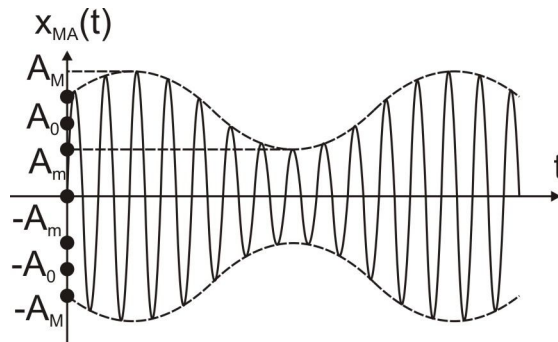
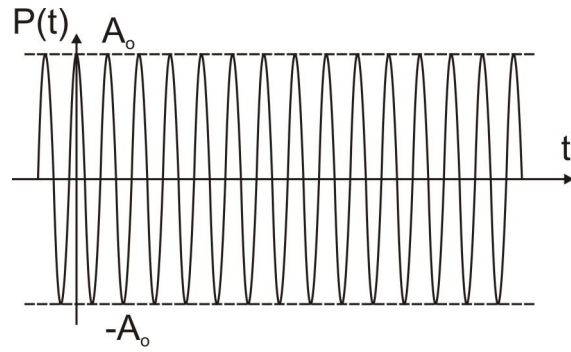
- m - gradul de modulație;
- $\omega = 2\pi f$ - semnalul de joasă frecvență;
- mU_0 este amplitudinea semnalului modulator.

(semnalul modulator poate fi o sumă de semnale sinusoidale).

$$u(t) = U_0(1 + m \cos \omega t) \cos \omega_0 t$$

- amplitudinea semnalului de înaltă frecvență devine funcție de semnalul de joasă frecvență:





- în mod obișnuit, $m < 1$, altfel apare o supramodulație care deformează semnalul transmis;

- se prelucrează relația:

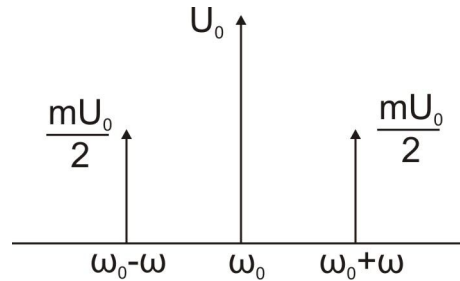
$$u(t) = U_0 \cos \omega_0 t + U_0 \cos \omega t \cos \omega_0 t$$

$$u(t) = U_0 \cos \omega_0 t + \frac{mU_0}{2} \cos(\omega_0 + \omega)t + \frac{mU_0}{2} \cos(\omega_0 - \omega)t$$

- purtătoarea;

- componentele laterale (benzile laterale);

- reprezentare spectrală:



* mai multe posibilități de transmitere:

a) sistem normal de modulare: se transmite semnalul integral cu tot spectrul de frecvențe;

- puterea medie dezvoltată într-o sarcină, R_s :

$$P = \frac{U_0^2}{2R_s} + 2 \cdot \frac{\left(\frac{mU_0}{2}\right)^2}{2R_s} = \frac{U_0^2}{2R_s} \left(1 + \frac{m^2}{2}\right);$$

- demodulare simplă;

- putere mare la emisie;

b) modulație cu purtătoarea suprimată, MAPS;

c) modulație cu bandă laterală unică, BLU;

- se reduce puterea la emisie;

- necesită o bandă de frecvențe mai mică;

- complicații la demodulare

. Modulația de fază și de frecvență

a) modulația de fază:

$$\varphi = \varphi_0 + f(t)$$

- modulație sinusoidală:

$$f(t) = \Phi \cos(\omega_m t + \varphi_m);$$

- semnalul de frecvență înaltă:

$$u(t) = U_0 \cos[\omega_0 t + \Phi \cos(\omega_m t + \varphi_m) + \varphi_0];$$

- pulsația semnalului transmis va fi:

$$\omega = \omega_0 + \Phi \omega_m \sin(\omega_m t + \varphi_m)$$

b) modulația de frecvență:

$$\omega = \omega_0 + f(t)$$

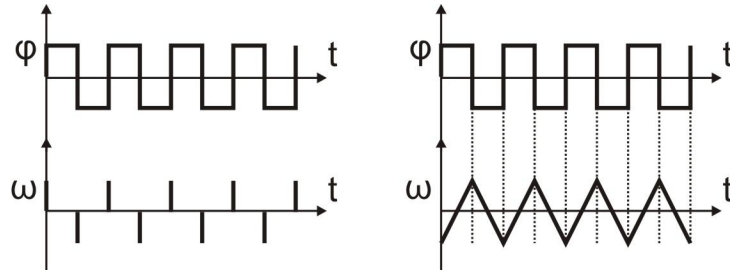
- ω_0 - frecvența unghiulară centrală;

$$f(t) = \Delta\omega \cos(\omega_m t + \varphi_m);$$

$$\varphi(t) = \int \omega dt = \omega_0 t + \int f(t) dt + \varphi_0;$$

- indice de modulație: $\beta = \frac{\Delta\omega}{\omega_m}$

$$u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi); \quad \varphi = \varphi_0 + \frac{\Delta\omega}{\omega_m} \sin(\omega_m t + \varphi_m);$$



- dacă: $u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \beta \sin \omega_m t)$ (adică: $\varphi_0 = 0, \varphi_m = 0$):

$$u(t) = U_0 \cos(\beta \sin \omega_m t) \cos \omega_0 t - U_0 \sin(\beta \sin \omega_m t) \sin \omega_0 t ;$$

- două oscilații în cuadratură modulate în amplitudine cu două semnale în cuadratură;

- se dezvoltă în serie trigonometrică și se obține un spectru cu un număr infinit de componente care vor ocupa o bandă a cărei mărime depinde de numărul maxim de componente spectrale care vor fi transmise.