ALGO

WWW.ALGORITMOSTEM.IT

SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING MATHEMATICS

Appunti
Modulazione d'Ampiezza

IIS2 - Telecomunicazioni

rev.0.1 - 02 set 2023

Draft version

Appunti intesi esclusivamente di ausilio alle lezioni, che le integrano nelle descrizioni e nei ragionamenti su quanto viene riportato in queste pagine.

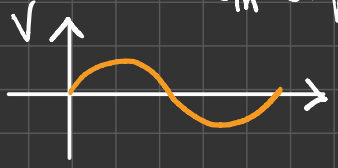
Licenza Creative Commons CCBYNCND.
È consentita la condivisone del documento originale a condizione che non venga modificato né utilizzato a scopi commerciali, sempre attribuendo la paternità dell'opera all'autore

MODULAZIONE d'AMPIEZZA

La **modulazione di ampiezza AM** consiste nel far variare l'*ampiezza* del segnale portante, sinusoidale, in modo proporzionale al segnale modulante, ottenendo così un segnale modulato in cui il contenuto informativo è impresso nelle variazioni di ampiezza del modulato stesso.

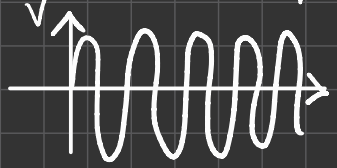
lunghezza d'onda $\lambda = v/f = vT \approx$ lunghezza antenna
quindi conviene trasmettere segnali ad alta frequenza
Utilizzo un segnale "portante" per trasmettere con una frequenza più alta, trasferendo le informazioni sui picchi del segnale realmente trasmesso (inviluppo)

modulante $\omega_m = 2\pi f_m$



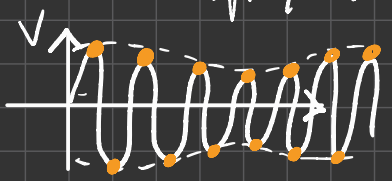
$$v_m(t) = V_m \cos(\omega_m t)$$

portante $\omega_p = 2\pi f_p$



$$v_p(t) = V_p \cos(\omega_p t)$$

modulato AM multifrequenza



$$V(t) = (V_p + V_m \cos\omega_m t)\cos(\omega_p t)$$

con
- $f_p >> f_m$ per risolvere le dim. delle antenne
- $V_p > V_m$ per evitare che picchi superiori e inferiori si sovrappongano
- $m = \frac{V_m}{V_p} < 1$ indice di modulazione

inviluppo: $v(t) = \left(V_p + \overbrace{V_m \cos(\omega_m t)}^{V_m(t)}\right)\cos(\omega_p t)$

$$v(t) = V_p \cos(\omega_p t) + V_m \cos(\omega_m t)\cos(\omega_p t)$$

FORMULE DI WERNER
$\cos\alpha \cdot \cos\beta = \frac{1}{2}[\cos(\alpha+\beta) + \cos(\alpha-\beta)]$
scegliamo $\alpha = \omega_p t$ perché $\omega_p > \omega_m$

$$v(t) = V_p \sin(\omega_p t) + \frac{1}{2} V_m \left\{\cos[(\omega_p + \omega_m)t] + \cos[(\omega_p - \omega_m)t]\right\}$$

$\frac{1}{2} V_m = m V_p$

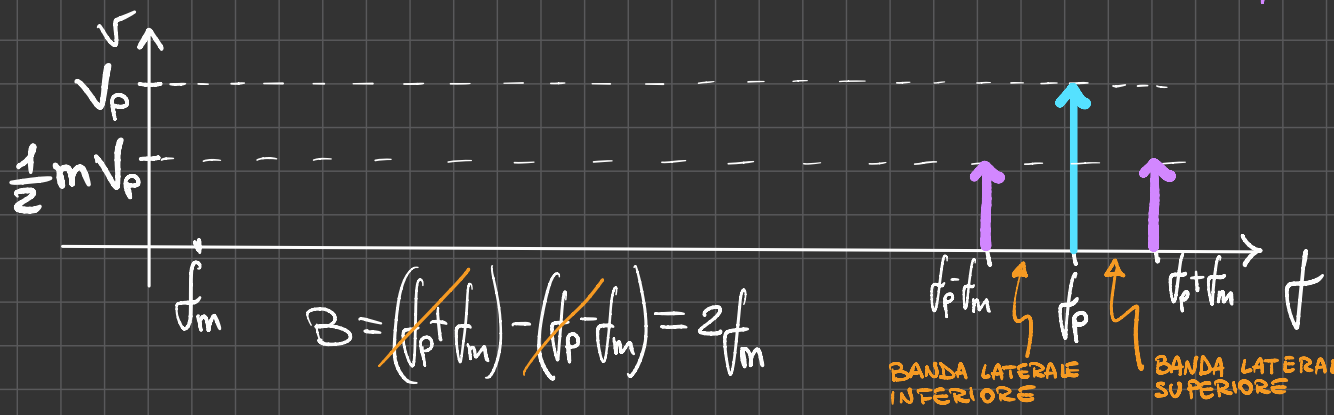
ALGO - licenza d'uso creative common CCBYNCND - www.algoritmostem.it

$$v(t) = \underbrace{V_p \cos(\omega_p t)}_{\text{portante}} + \underbrace{\frac{1}{2} m V_p \cos[(\omega_p+\omega_m)t]}_{\text{sinusoidale}} + \underbrace{\frac{1}{2} m V_p \cos[(\omega_p-\omega_m)t]}_{\text{sinusoidale}}$$

sinusoidale $f = f_p$

sinusoidale $f = \frac{\omega_p+\omega_m}{2\pi} = f_p + f_m$

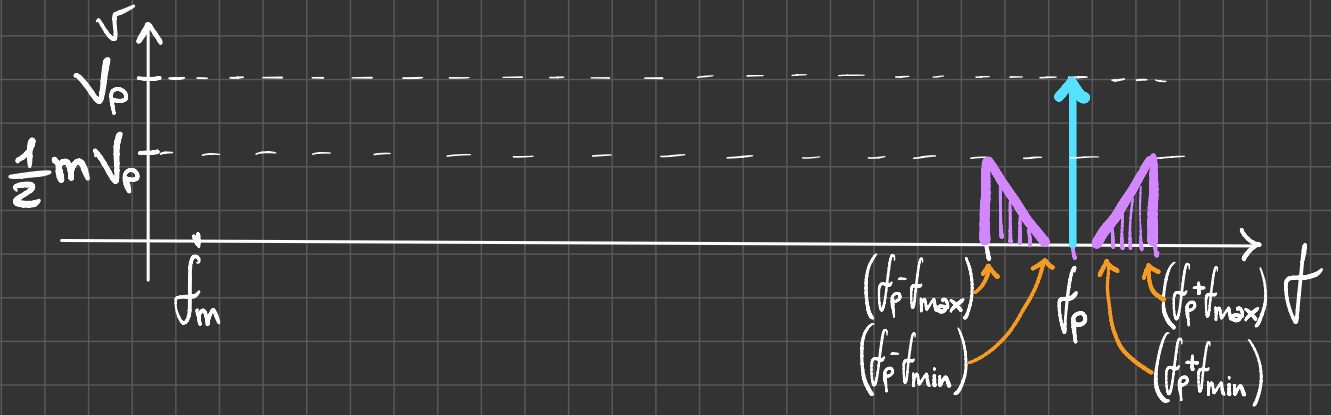
sinusoidale $f = \frac{\omega_p-\omega_m}{2\pi} = f_p - f_m$



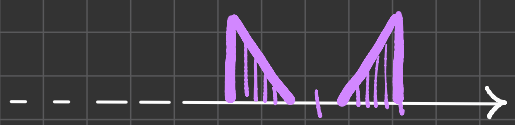
$B = (f_p + f_m) - (f_p - f_m) = 2 f_m$

Il segnale modulato ha banda doppia rispetto al modulante

Per segnali periodici lo spettro di Fourier è composto da più armoniche, con banda $B = f_{max} - f_{min}$, la sua rappresentazione diventa:



OSS La portante non contiene informazioni sul segnale quindi è eliminabile in Trasmissione. (DSB - DOUBLE SIDE BAND)



OSS le bande laterali sono simmetriche, quindi è sufficiente trasmettere una e ricostruirle a valle in fase di demodulazione (SSB - Single Side Band)



ALGO - licenza d'uso creative common CCBYNCND - www.algoritmostem.it

Ogni modulatore ha un parametro caratteristico k_a che interviene come fattore nell'operazione di modulazione. Aggiungendo tale parametro le formule diventano:

indice di modulazione: $m = k_a \frac{V_m}{V_p} < 1$

inviluppo: $v(t) = \left(V_p + k_a v_m(t)\right) \cos(\omega_p t)$

POTENZA

$$P = \frac{V_{eff}^2}{R} = \frac{\left(\frac{V}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{V^2}{2R}$$

$$v(t) = \underbrace{V_p \cos(\omega_p t)}_{\downarrow} + \underbrace{\frac{1}{2} m V_p \cos[(\omega_p + \omega_m)t] + \frac{1}{2} m V_p \cos[(\omega_p - \omega_m)t]}_{\downarrow}$$

$$P_m = \frac{V_p^2}{2R}$$

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

$$P = P_m + P_p = P_p \cdot (1 + m^2)$$

ALGO - licenza d'uso creative common CCBYNCND - www.algoritmostem.it