

Prospetto riassuntivo sulle modulazioni analogiche

<http://escher07.altervista.org>

Modulazioni di Ampiezza

AM

$$A_p \rightarrow A(t) = A_p * [1+m(t)]$$

$$\text{Indice di Modulazione} = \frac{\Delta A}{A_p} = \frac{\max |m(t)|}{A_p}$$

	AM	DSB-SC	SSB-SC
Indice di Modulazione	$\frac{M}{A_p}$	$\frac{M}{A_p}$	$\frac{M}{A_p}$
Banda Occupata	2B	2B	B
Potenza Trasmessa	$P_0 [1 + m^2_{EFF}]$	$P_0 m^2_{EFF}$	$P_0 m^2_{EFF}/2$
Rendimento	$\frac{1}{1 + m^2_{EFF}}$	1	1
Modulatore	Mixer <i>[Diodo+BP]</i>	Mixer + EB	Mixer + EB
Demodulatore	Rivelatore di involuppo	Demodulatore a Prodotto <i>[Prodotto per portante più filtraggio]</i>	Demodulatore a Prodotto <i>[Prodotto per portante più filtraggio]</i>
Cifra di rumore	$\frac{m^2_{EFF}}{1 + m^2_{EFF}}$	1	1

Nota : nella demodulazione il rivelatore di involuppo è soggetto ad effetto soglia, mentre il demodulatore a prodotto ne è immune.

Modulazioni d' Angolo

FM

$$f_p \rightarrow f(t) = f_p * [1 + m(t)]$$

$$\text{Indice di Modulazione} = \frac{\Delta f}{f_p} = \frac{\max |m(t)|}{f_p}$$

PM

$$\phi_p \rightarrow \phi(t) = \phi_p * [1 + m(t)]$$

$$\text{Indice di Modulazione} = \Delta\phi = \max |m(t)|$$

Caso Generico

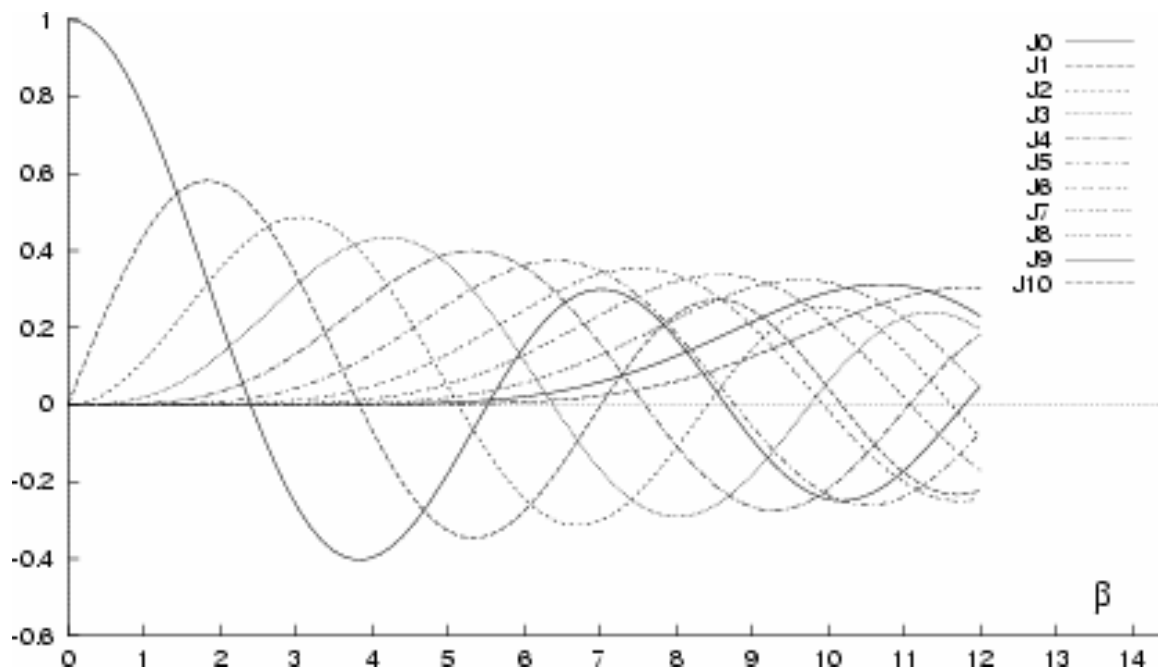
	FM	PM
Indice di Modulazione (β)	$\frac{M}{f_p}$	M
Banda Occupata (\cong)	$2(\Delta f + B)$	$2(\Delta\Phi + B)$
Potenza Trasmessa	$\frac{A_p^2}{2}$	$\frac{A_p^2}{2}$
Rendimento	<i>[Non c'è una espressione per il caso generale]</i>	<i>[Non c'è una espressione per il caso generale]</i>
Modulatore	Capacità Variabile <i>[Cv \leftarrow m(t)]</i>	Di Armstrong <i>[Per β bassi si ottiene PM da modulatori AM con portante sfasata di -90°]</i>
Demodulatore	Discriminatore a Rapporto <i>[Riducono la $\Delta\Phi$ ad una $\Delta A =$ derivatore + Demodulatore AM]</i>	Demodulatore a Prodotto <i>[Prodotto per portante più filtraggio]</i>
Cifra di rumore	$3 \beta^2 / c^2$	β^2 / c^2

Nota : nella demodulazione è presente l'effetto soglia. Nel caso di FM sono necessarie anche pre-enfasi e de-enfasi poiché, a causa dell'effetto del discriminatore a rapporto (derivata cioè prodotto per s nel dominio di Laplace) sul rumore bianco si ha una densità spettrale di potenza di rumore con andamento ad U ($\propto f^2$).

Caso Modulante Sinusoidale

	FM	PM
Banda Occupata	$2 \cdot N_J(\beta) \cdot B$	$2 \cdot N_J(\beta) \cdot B$
P_{POR}	$\frac{[A_p J_0(\beta)]^2}{2}$	$\frac{[A_p J_0(\beta)]^2}{2}$
P_{BL}	$\sum_{k=1}^{N_J(\beta)} \frac{[A_p J_k(\beta)]^2}{2}$	$\sum_{k=1}^{N_J(\beta)} \frac{[A_p J_k(\beta)]^2}{2}$

Per $N_J(\beta)$ si intende il numero di funzioni di Bessel J_k che hanno valore non nullo in corrispondenza dell'indice di modulazione β .



Come si intuisce dal grafico più aumenta β (in ascissa) più J_k hanno valore non nullo, ovvero in generale, più cresce N_J .

Confronti

Il principale difetto della AM base è la bassa efficienza di trasmissione. Nascono così le DSB ed SSB che hanno maggiore immunità al rumore e maggiore efficienza di trasmissione pagati con circuiti di demodulazione più complessi.

La FM dà cifre di rumore migliori della AM per b "alto" (>0.5) ma il vantaggio è ottenuto a scapito dell'aumento della banda di trasmissione;

Definizioni

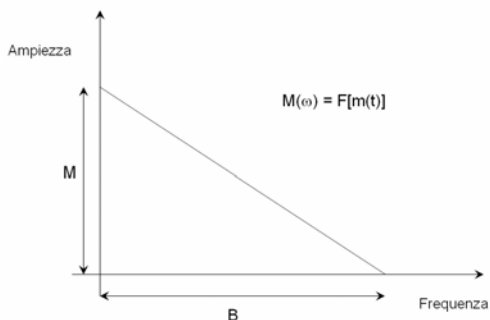
Portante

$$p(t) = A_p \cos(\omega_p t + \phi_p)$$

$$P_0 = \text{potenza trasmessa dalla portante} = \frac{A_p^2}{2}$$

Modulante

$$m(t) = M * m_N(t) \text{ con } |m_N(t)| \in [0,1]$$



La $m(t)$ viene ipotizzata periodica, eventualmente con $T \rightarrow \infty$ ed il suo valore efficace è:

$$m_{\text{EFF}}^2 = \frac{1}{T} \int m^2(\tau) d\tau$$

Per quanto supposto sopra $T=1/B$. Il fattore di cresta c è definito invece come rapporto fra valore massimo e valore efficace:

$$c = \frac{M}{m_{\text{EFF}}}$$

Nel caso di modulante sinusoidale ovviamente $m_{\text{EFF}} = \frac{M}{\sqrt{2}}$ e $c \cong 1.414$.

Segnale Modulato

$$v(t) = A(t) \cos \Phi(t)$$

$A(t)$ = Ampiezza Istantanea

$\Phi(t)$ = Fase Istantanea

$\omega(t)$:= Pulsazione Istantanea = $\frac{d\Phi}{dt}$

Potenza trasmessa e rendimento di trasmissione

$$P = P_{\text{POR}} + P_{\text{BL}}$$

P_{POR} = Potenza dell'armonica del segnale modulato alla frequenza della portante

P_{BL} = Potenza dei contributi armonici nel segnale modulato a frequenze extra portante

η = rendimento di trasmissione := $\frac{P_{\text{BL}}}{P}$

Cifra di Rumore

$$F = \frac{S_u / N_u}{S_i / N_i}$$