I SEGNALI NON SINUSOIDALI: I SEGNALI MODULATI (MODULAZIONE DI AMPIEZZA)

Le correnti alternate possono trasportare informazioni grazie alla MODULAZIONE DI AMPIEZZA (AM)!

1. CHE COS'È LA MODULAZIONE DI AMPIEZZA?



L'onda "veloce" (la portante) viene fatta crescere e diminuire seguendo l'onda "lenta" (il segnale modulante).

ESEMPIO VISIVO

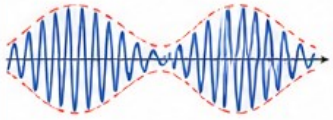
Segnale modulante (messaggio)
onda lenta (es. voce, musica)



Onda portante
onda veloce e regolare



Segnale AM (modulato)
la portante cambia ampiezza seguendo il modulante!



2. ONDE COINVOLTE

Segnale modulante m(t)
(frequenza f_m)

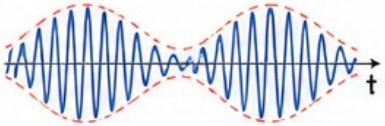


La portante ha una frequenza molto più alta del messaggio! $f_c >> f_m$

Onda portante c(t)
(frequenza f_c)
con $f_c >> f_m$



Segnale AM s(t)
(onda modulata)

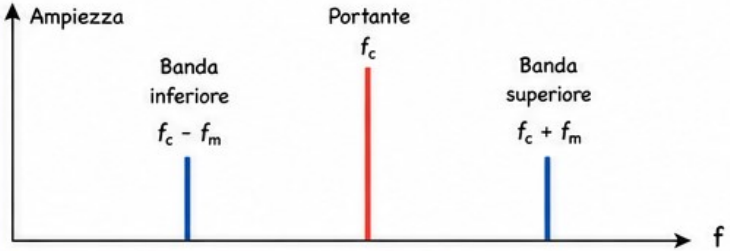




In pratica, il messaggio "comanda" l'ampiezza della portante, che rimane veloce.

3. SPETTRO DI FREQUENZA E LARGHEZZA DI BANDA

La modulazione AM crea due nuove frequenze attorno alla portante!



LARGHEZZA DI BANDA (B_T):
è la distanza tra le due bande laterali.

$$B_T = (f_c + f_m) - (f_c - f_m) = 2\,f_m$$

Dipende solo dalla frequenza del messaggio!

Più alto è il messaggio (f_m), più larga è la banda occupata dal segnale AM!



4. INDICE DI MODULAZIONE (m)

L'indice di modulazione misura quanto l'ampiezza varia.

$$m = \frac{A_m}{A_c}$$

dove:
A_m = ampiezza del modulante (massima)
A_c = ampiezza della portante (massima)

Valori possibili:
$0 \le m \le 1$

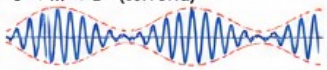
- m = 0 → nessuna modulazione (rimane solo la portante)
- 0 < m < 1 → modulazione corretta
- m = 1 → modulazione al 100% (ampiezza scende a zero)
- m > 1 → sovramodulazione (distorsione!)

ESEMPI DI MODULAZIONE

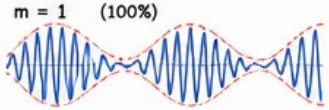
m = 0 (nessuna modulazione)



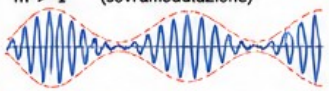
0 < m < 1 (corretta)



m = 1 (100%)



m > 1 (sovramodulazione)



5. POTENZA DELL'ONDA PORTANTE

Nella trasmissione AM, la portante trasporta gran parte della potenza, anche se non contiene informazione!

Potenza della portante (non modulata)

$$P_c = \frac{A_c^2}{2R}$$

dove R è la resistenza del circuito/carico.

Potenza totale del segnale AM ($0 \le m \le 1$)

$$P_T = P_c \left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$$

La potenza utile (nelle bande laterali) è:

$$P_{SB} = P_T - P_c = P_c \frac{m^2}{2}$$



Solo una piccola parte della potenza è utile (per il messaggio)! Per questo esistono modulazioni più efficienti.

☆ IN SINTESI

- L'AM fa variare l'ampiezza della portante seguendo il messaggio.



- Lo spettro ha la portante e due bande laterali:



- La banda occupata è: $B_T = 2\,f_m$
- L'indice di modulazione m indica quanto moduliamo. $0 \le m \le 1$ è l'intervallo corretto.
- La potenza della portante è la parte principale della potenza totale!



La modulazione AM è il modo con cui le onde elettriche possono portare la nostra voce e la nostra musica!