MODULAZIONE DI FREQUENZA (FM)

Con la FM la frequenza dell'onda cambia per trasportare il messaggio (es. la musica)!

Tipo la radio che ascoltiamo tutti i giorni!

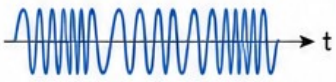
1. CHE COS'È LA FM?

Nella FM l'ampiezza dell'onda resta costante, ma la frequenza cambia seguendo il messaggio.

Segnale modulante m(t) (es. voce o musica)



Segnale FM s(t) (la frequenza varia!)



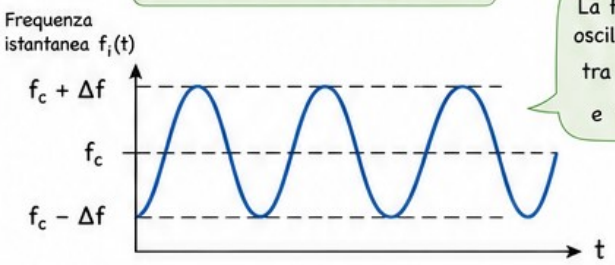
Quando il messaggio aumenta... → ...la frequenza dell'onda aumenta (onde più fitte)!

Quando il messaggio diminuisce... → ...la frequenza diminuisce (onde più distanziate)!

2. DEVIAZIONE DI FREQUENZA (Δf)

La deviazione di frequenza è lo scostamento massimo e costante della frequenza istantanea rispetto alla portante non modulata.

$$\Delta f = \text{massimo} \left| f_i(t) - f_c \right|$$



La frequenza oscilla sempre tra $f_c + \Delta f$ e $f_c - \Delta f$

f_c = frequenza della portante (senza modulazione)

3. INDICE DI MODULAZIONE (β)

Indica quanto è "forte" la modulazione.

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Δf = deviazione di frequenza (Hz)
f_m = frequenza massima del messaggio (Hz)

In pratica:

$\beta < 1$	$\beta = 1$	$\beta > 1$
Modulazione "stretta" (poca deviazione)	Modulazione media	Modulazione "larga" (molto deviazione)

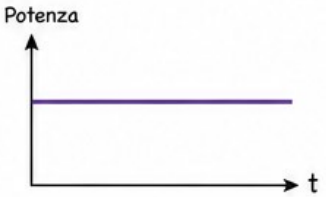
Più β è grande, più la frequenza si allontana dalla portante per seguire il messaggio!

4. POTENZA TRASMESSA

Nella FM la potenza trasmessa è costante, non dipende dal messaggio!



Che il messaggio sia forte o piano, la potenza che trasmetto resta sempre la stessa!



VANTAGGIO: il segnale arriva con volume costante e non cambia se il messaggio cambia.

5. PERCHÉ LA FM È PREFERIBILE ALL'AM (AMPIEZZA MODULATA) E ALLA SSB (AMPIEZZA MODULATA A BANDA LATERALE UNICA)?

1. PIÙ RESISTENTE AI DISTURBI

Nella FM il rumore cambia l'ampiezza, non la frequenza. E noi ci accorgiamo poco del rumore!



La musica resta chiara e pulita!

In AM e SSB il rumore modifica l'ampiezza e si sente di più (fruscii, disturbi...).

2. MIGLIORE QUALITÀ DEL SUONO

La FM ha una larghezza di banda maggiore, quindi può trasportare più dettagli della musica: suoni più ricchi e naturali!



AM e SSB hanno una banda più stretta: la qualità del suono è inferiore.

3. POTENZA COSTANTE → COPERTURA MIGLIORE

La potenza costante della FM permette una copertura più stabile e uniforme.



Il segnale arriva più lontano e in modo stabile!

In AM e SSB la potenza varia con il messaggio, quindi il segnale arriva meno bene e con variazioni.

6. IN SINTESI



- La FM cambia la frequenza per trasportare il messaggio.
- La deviazione di frequenza (Δf) è lo scostamento massimo dalla portante.
- L'indice di modulazione ($\beta = \Delta f / f_m$) dice quanto è forte la modulazione.
- La potenza trasmessa è costante, sempre uguale.
- Per la musica è la scelta migliore: più pulita, con suono migliore e copertura più stabile!

FORMULA CHIAVE

Δf = deviazione di frequenza
f_c = frequenza portante
f_m = frequenza massima del messaggio

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$$

LA FM È ALLA BASE DELLA RADIO CHE ASCOLTIAMO IN AUTO, A CASA, SUL TELEFONO...! GRAZIE ALLA FM LA MUSICA VIAGGIA LONTANO ED È SEMPRE PIÙ BELLA DA ASCOLTARE!