

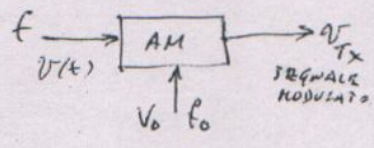
Dovendo essere l'altezza dell'antenna trasmittente $H = \frac{\lambda}{8}$ ed essendo $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{440} = 681 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3 = 681 \cdot 10^0 = 681 \text{ km}$

$H = \frac{681}{8} \approx 85 \text{ km} \Rightarrow$ IMPSSIBILE DA REALIZZARE

Quindi non puoi trasmettere direttamente il segnale, devi fare uso di una portante, ad esempio $f_0 = 2 \text{ MHz} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^6} = 1,5 \cdot 10^2 = 150 \text{ m} \Rightarrow H_0 = \frac{\lambda_0}{8} \approx 20 \text{ m}$
 $H_0 = 20 \text{ m}$ è REALIZZABILE; con esempio $f_0 = 100 \text{ kHz} \Rightarrow \lambda_0 = 1,5 \text{ m} \Rightarrow H_0 = \frac{\lambda_0}{8} = 20 \text{ cm} !!$

Dobbiamo quindi mettere il segnale e "cavallo" della portante, questo si può fare mediante la MODULAZIONE che può essere di due tipi: 1°) AM; 2°) FM

1) AMPLITUDE MODULATION



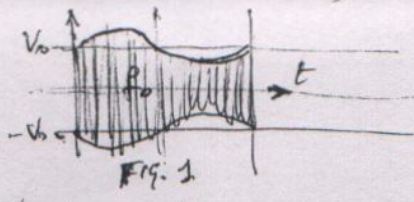
abbiamo le seguenti sinusoidi:
 SEGNALE: $v(t) = V \cos \omega t$
 PORTANTE: $v_0(t) = V_0 \cos \omega_0 t$
 Se $f = 440 \text{ Hz}$ e $f_0 = 440 \text{ kHz}$
 allora v_0 oscilla 1000 volte in un periodo di v .

Consideriamo il segnale MODULANTE

$v_m(t) = V_0 + V \cos \omega t$, allora il segnale v_{Tx}

è: $v_{Tx} = v_m(t) \cdot \cos \omega_0 t$, l'ampiezza di f_0 viene variata (modulata) con v_m , si ottiene

$v_{Tx} = (V_0 + V \cos \omega t) \cdot \cos \omega_0 t$ che ha il seguente grafico di FIG. 1



Stendiamo lo spettro di frequenze del segnale v_{Tx} con i seguenti passaggi matematici: $v_{Tx} = (V_0 + V \cos \omega t) \cos \omega_0 t$

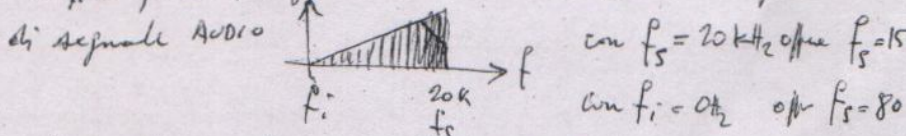
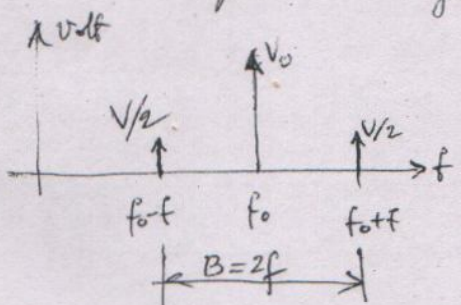
$v_{Tx} = \underbrace{V_0 \cos \omega_0 t}_{\text{PORTANTE}} + V \cos \omega t \cdot \cos \omega_0 t$

Usiamo di scomporre $\cos \omega t \cdot \cos \omega_0 t$ con le formule di addizione degli archi:

$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta \Rightarrow \cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta)$
 $\cos \omega t \cdot \cos \omega_0 t = \frac{1}{2} \cos[(\omega_0 + \omega)t] + \frac{1}{2} \cos[(\omega_0 - \omega)t]$

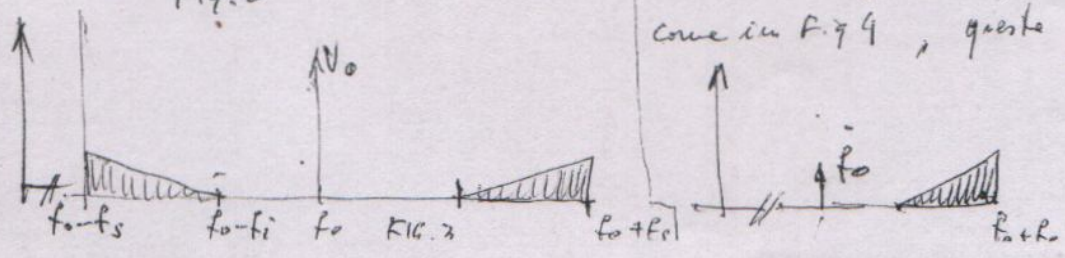
Sostituendo in v_{Tx} si ottiene: $v_{Tx} = V_0 \cos \omega_0 t + \frac{V}{2} \cos(\omega_0 + \omega)t + \frac{V}{2} \cos(\omega_0 - \omega)t$

analisi lo spettro è il grafico di FIG. 2; se il segnale modulante ha uno spettro di segnale Audio



allora lo spettro è quello della FIG. 3
 la Banda risulta $B = 2f_s$

È possibile trasmettere solamente lo spettro di destra (sinistra) ~~o~~ con una piccola portante come in FIG. 4, questo risulta essere la trasmissione SSB (Single Side Band) la piccola portante serve al ricevitore per sintonizzarsi al CANALE f_0



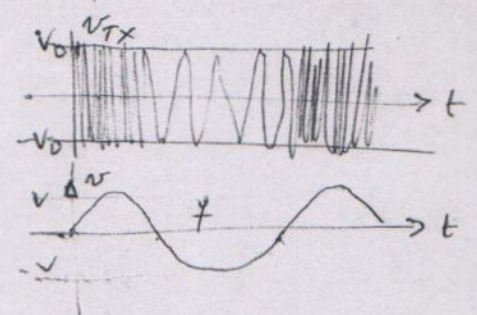
(2) FREQUENCY MODULATION FM: Consideriamo un segnale $v = V \cos \omega t$ 440 Hz
 Portante $V_0 = V_0 \cos \omega_{TX} t$ 100 MHz

Da questo caso andiamo a variazare la frequenza f_0 in funzione del segnale modulante.
 Quindi la portante $v_0(t) = V_0 \cos \omega_{TX} t$ diventa $v_{TX} = V_0 \cos \omega_{TX} t$ con ω_{TX} avente la seguente
 funzione: $f_{TX} = f_0 + kV \cos \omega t$ con $k =$ costante di modulazione che dipende dal dispositivo modulatore.
 indichiamo con $\Delta f \triangleq kV$ DEVIAZIONE DI FREQA.

Il segnale v_{TX} di trasmissione sarà così il seguente:

$$v_{TX} = V_0 \cdot \cos[\omega_0 + 2\pi \Delta f \cos \omega t] t$$

Se facciamo il segnale sempre emissivo alle seguenti
 espressioni: $v_{TX} = V_0 \cos[\omega_0 t + \varphi(t)]$; $\cos \varphi(t) = 2\pi \Delta f \cos \omega t t$



Quindi il segnale FM può essere considerato anche un segnale PM (PHASE MODULATION)

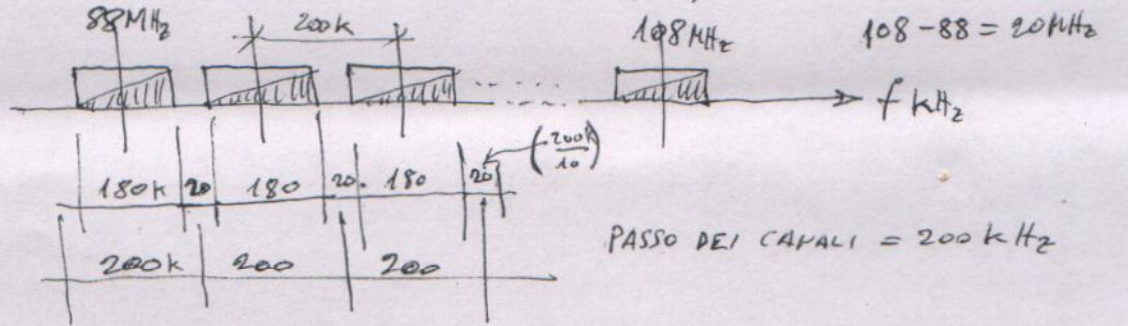
Si dimostra che lo spettro del segnale FM ha la seguente ~~forma~~ Banda e la seguente forma.
 La banda si calcola con la formula di CARSON: $B = 2 \cdot (\Delta f + f_s)$ dove f_s è derivante dallo spettro
 del segnale modulante $v(t)$ $\Rightarrow f_s = 15 \text{ kHz}$



Nelle trasmissioni AUDIO (STAZIONI RAI) i modulatori sono costruiti in modo da avere $\Delta f \triangleq 75 \text{ kHz}$

portante $B = 2 \cdot (75 + 15) = 2 \cdot 90 = 180 \text{ kHz}$

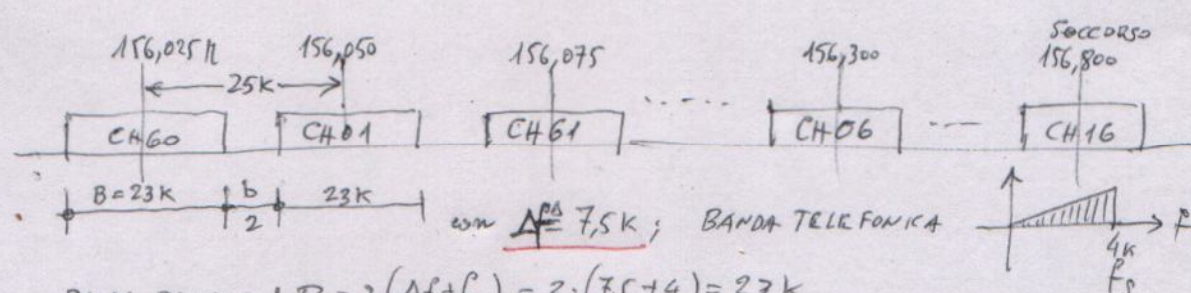
Quindi lo spettro dei canali di trasmissione è il seguente:



CANALI VHF MARINI Φ PASSO 25 kHz \equiv CH1 (156,050 MHz); CH2 (156,100 MHz)
 TRASMISSIONE SIMPLEX
 CANALI DA 1 A 28
 CH6 (156,300 MHz) SICUREZZA NAVE-NAVE
 CH16 (156,800 MHz) SOCCORSO
 CH28 (157,400 MHz)

TRASMISSIONE VHF MARINI
 CANALI DA 60 A 88
 DUPLEX
 TX RX
 CH60 (156,025 - 160,625)
 CH67 (156,375 - 160,975) NAVE-NAVE
 CH88 (157,425 - 162,025)

SPETTRO



BANDA CANALE: $B = 2(\Delta f + f_s) = 2 \cdot (7,5 + 4) = 23 \text{ k}$
 SPAZIO FRA BANDE: $b = 2 \text{ k}$
 PASSO = $B + b = 23 + 2 = 25 \text{ k}$