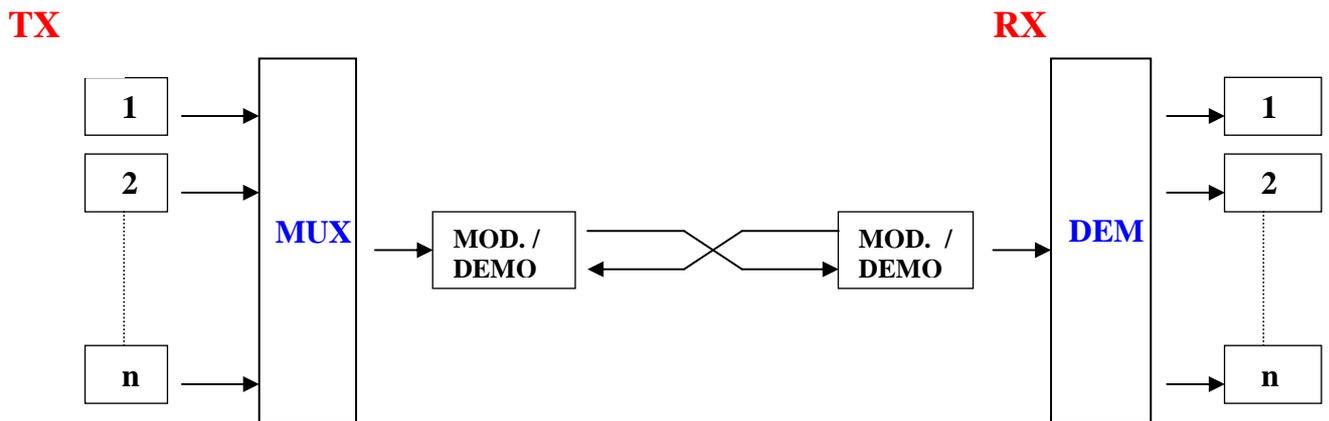


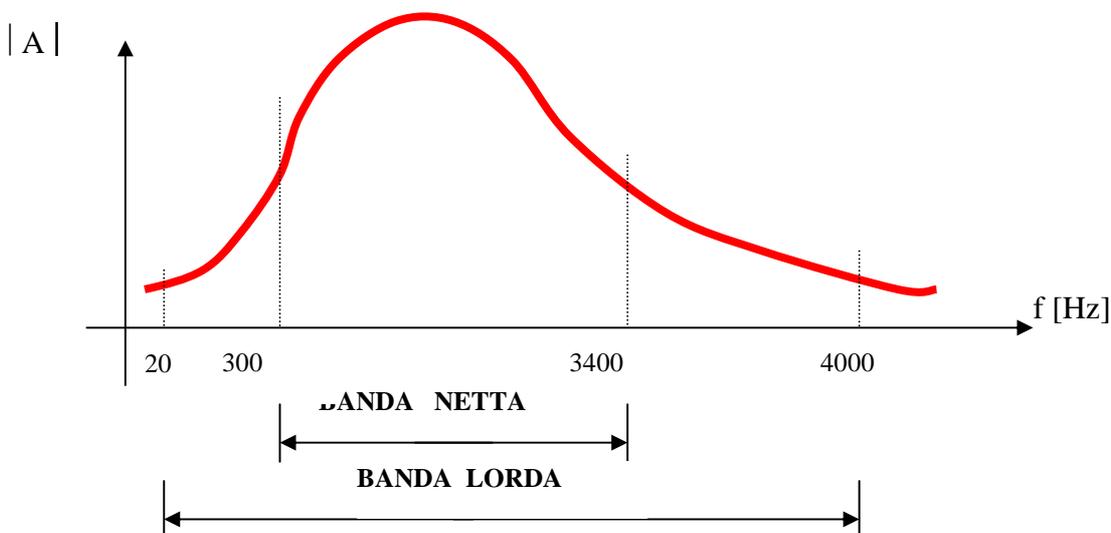
“MULTIPLAZIONE A DIVISIONE DI FREQUENZA - FDM)

La FDM è una tecnica a banda traslata che ci permette di trasmettere più informazioni contemporaneamente utilizzando lo stesso canale, comprese sempre fra i 300 e i 3400 Hz (banda telefonica). E' stata utilizzata per minimizzare i costi e si basa sul principio e l'utilizzo dei “multiplexer” o “MUX”. In pratica si passa da informazioni in ingresso a bassa velocità (presenti contemporaneamente sugli ingressi del MUX) ad informazioni in uscita ad alta velocità (le informazioni vengono poste una dietro l'altra); viene utilizzato un solo canale, il che non era possibile con le vecchie conoscenze. Di seguito è riportato un esempio di trasmissione con la tecnica FDM :



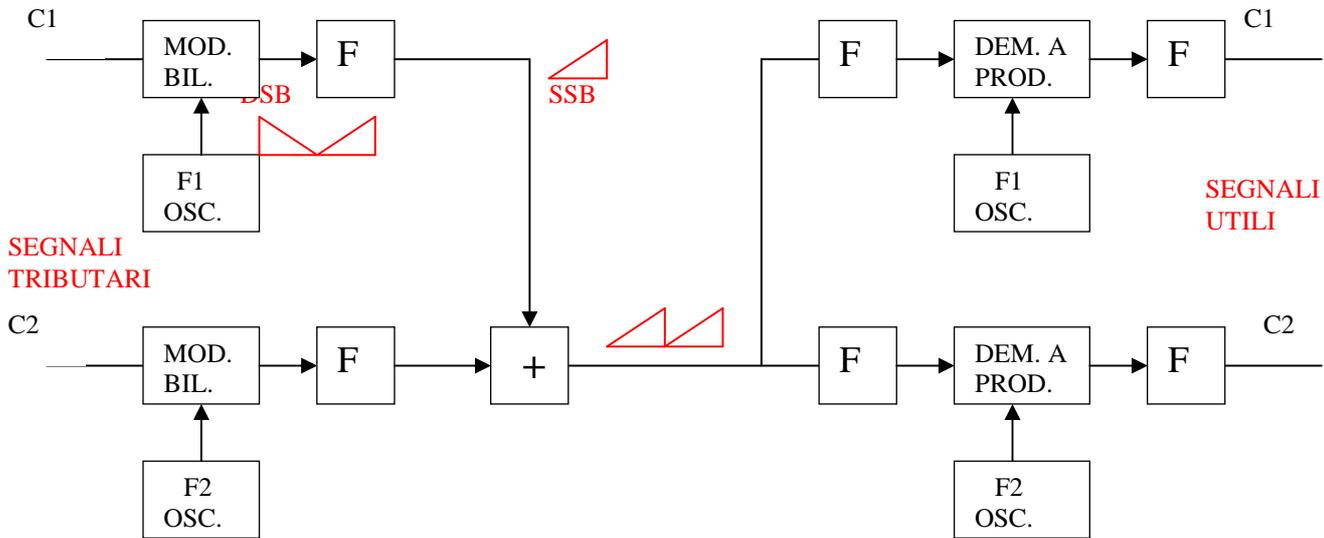
Lavorare a divisione di frequenza vuol dire trasmettere “n” informazioni contemporaneamente traslandole ognuna a frequenza diverse.

Il grafico di seguito rappresenta la differenza fra la BANDA LORDA e la BANDA NETTA utilizzata per segnali vocali. Come si può ricavare dalla curva, per ovvi motivi la maggior parte delle informazioni la si avrà in corrispondenza della parte più alta della curva; nella parte ascendente della curva, invece, vi sono le frequenze dei segnali utilizzate dalle compagnie telefoniche per la proprie comunicazioni tra cui i 3825 Hz che coincide con la “frequenza di segnalazione”.



Per utilizzare tale tecnica le frequenze delle varie informazioni presenti in ingresso dei MUX devono essere costanti e diverse; esse prendono il nome di “frequenze vettrici”. Il valore di “n” varia al variare dei canali.

I segnali che vengono immessi nel MUX sono detti “*segnali tributari*” (poiché è come se dovessero pagare un tributo per l’immissione sul canale), mentre quelli che arrivano al destinatario prendono il nome di “*segnali utili*”. La modulazione utilizzata per la FDM è la SSB poiché ha una banda ridotta rispetto alle altre. Nonostante ciò, tale tecnica non può essere utilizzata nella trasmissione dati poiché la capacità complessiva è limitata.



Gli oscillatori utilizzati nella demodulazione sono in realtà dei P.L.L. poiché devono ricostruire la frequenza degli oscillatori in modulazione. Le frequenze vettrici devono essere diverse fra di loro e distanziate di 4 KHz (per fare ciò si utilizza il sintetizzatore) e quindi avremo: $F2 = F1 + 4\text{KHz}$, $F3 = F1 + F2 + 4\text{KHz}$, e così di seguito. Il MUX in realtà viene visto come un sommatore in trasmissione e come un nodo in ricezione, poiché, in quest’ultimo caso, i filtri presenti prima dei demodulatori a prodotto selezionano il segnale prestabilito (ciò è possibile solo se si conosce la frequenza vettrice associata alla prima informazione e la banda lorda dei segnali vocali da cui si può ricavare la banda passante del filtro da utilizzare). Inoltre, i filtri utilizzati in questo caso sono al quarzo ed ad alta sensibilità e selettività.

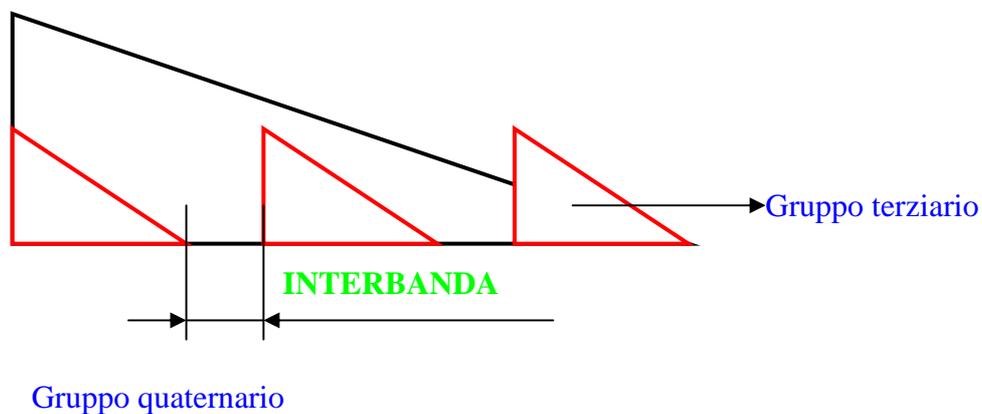
GERARCHIA TELEFONICA FDM.

Per aumentare la capacità del sistema, devono essere aumentate le frequenze vettrici e quindi il numero dei modulatori bilanciati, degli oscillatori e così via; si hanno in tal caso molti problemi sia economici che pratici. Tutto ciò è stato bypassato con alcune norme del C.C.I.T.T.; esso, infatti, ha stabilito vari gruppi di moltiplicazione uniti tra loro da una certa gerarchia.

Il **gruppo primario di base di tipo A** è formato da 12 canali ognuno con una banda lorda di 4 KHz; tali canali sono allocati fra i 12 e i 60 KHz con una banda lorda totale di 48 KHz. Vi è poi il **gruppo primario di base di tipo B** sempre con 12 canali di 4 KHz ma allocato fra i 60 e i 108 KHz (banda lorda totale=48 KHz). Il **gruppo secondario** è formato da 5 gruppi primari ognuno di 12 canali con una banda lorda complessiva di 240 KHz ed allocati fra i 312 e i 552 KHz. Il **gruppo terziario** ha un’interbanda di 8 KHz ed è allocato fra gli 812 e i 2044



KHz con una banda lorda totale di 1232 KHz comprendente 5 gruppi secondari. Il **gruppo quaternario** ha un’interbanda di 88 KHz, una banda lorda totale di 3872 KHz ed è allocata fra gli 8516 e i 12388 KHz comprendente 3 gruppi terziari (canali totali=900). L’INTERBANDA è la banda di frequenza che intercorre fra un sottogruppo ed un altro, come nell’esempio sotto riportato:



La tabella di seguito riassume la situazione italiana dei gruppi stabiliti dal C.C.I.T.T.:

GRUPPI	MULTIPLI	CANALI	f [KHz]	B. TOTALE	INTERB.	N° FILTRI
1°	12	12	60 / 180	48	/	12
2°	5	60	321 / 552	240	/	17
3°	5	300	812 / 2044	1232	8	22
4°	3	900	8516 / 12388	3872	88	25

In realtà l'interbanda nel primo e secondo gruppo esiste ed è di 0.96 KHz.

Un sistema per essere economico deve ridurre il numero di filtri, delle portanti (di conseguenza ancor di più il numero dei filtri) ed inoltre, i canali devono essere intercambiabili in caso di guasto o manutenzione.

Un **GRUPPO PRIMARIO DI BASE DI TIPO "B"** può essere realizzato in diversi modi:

1. MODULAZIONE DIRETTA che però a causa di molti filtri è costoso e provoca problemi di manutenzione;
2. DOPPIA MODULAZIONE che permette di ridurre il numero delle portanti, ben 7 invece di 12 con un costo di produzione ridotto, mentre quello di manutenzione ed esercizio elevati;
3. PREMODULAZIONE con un sistema più semplice del precedente, con più canali intercambiabili e la possibilità di utilizzare filtri più semplici e meno costosi.

Quindi il costo della FDM varia il suo costo a seconda della canalizzazione scelta.

FREQUENZA PILOTA E FREQUENZA DI SEGNALAZIONE.

Il sistema FDM utilizza in genere tre "*frequenze pilota*" (distribuite lungo la banda lorda telefonica) utilizzate per controllare i livelli dei segnali tributari. Tali frequenze, quindi, incidono sulla qualità dell'intero sistema di trasmissione poiché viene confrontato il livello del segnale trasmesso con uno standard accettando una tolleranza di ± 10 dB. Le frequenze pilota nel gruppo primario sono allocate a 84 KHz, nel gruppo secondario a 411 KHz, nel gruppo terziario a 1552 KHz e nel quaternario a 11046 KHz. Se si vuole, però, un sistema ad elevata qualità, la TELECOM utilizza linee di trasmissione con un numero di frequenze pilota maggiore.

Ogni canale, inoltre, ha una "*frequenza di segnalazione*" che permette qualsiasi tipo di segnalazione ($f = 3825$ Hz). Tali frequenze servono alla compagnia telefonica per chiamate per segnalazione e guasti. Esistono, oltre quella vista in precedenza, altre due frequenze che sono allocate nella banda fonica a 2040 e a 2400 Hz.