

I radioamatori chi sono e cosa fanno



Sono appassionati sperimentatori della radio-elettronica.

Il loro hobby consiste nel collegarsi con altri radioamatori nel mondo.

Lo fanno senza utilizzare infrastrutture, solo la loro radio e la loro antenna

Hanno una licenza per l'impianto e l'uso della radio ricetrasmittente, rilasciata dal competente ministero che soprassiede alle telecomunicazioni.

Con la licenza viene rilasciato anche un nominativo che lo identifica e lo fa riconoscere.

La licenza viene rilasciata se in possesso della patente di operatore radio che si consegue sostenendo un esame presso il circolo regionale delle costruzioni telefoniche e telegrafiche.

I radioamatori in Italia e nel mondo.



In Italia ci sono circa 50.000 radioamatori dei quali circa 40.000 sono attivi.



Nel solo comune di Vittorio Veneto e comuni limitrofi i radioamatori attivi sono una ventina.



Nel mondo si stima siano 2 milioni.



Appartengono a tutte le categorie sociali, molti si sono distinti e si distinguono per la loro attività professionale in ambito tecnologico.

Ci sono dei fisici ed ingegneri impegnati nei settori della R&S, dell'astrofisica e dell'informatica

Uno dei più noti è il Prof. Joe Taylor della Princeton University, scienziato noto per lo sviluppo di software di codifica e decodifica dei segnali digitali e delle radio SDR (Software Defined Radio).

Tra li italiani, Prof. Gianfranco Sinigallia I4BBE, dell'osservatorio astronomico di Medicina (BO).

I radioamatori e la società civile

In occasioni di inondazioni, terremoti, emergenze, quando tutti i mezzi comunicativi pubblici sono fuori uso, ci sono le radio VUHF, i ponti radio, le radio HF dei radioamatori che assicurano le comunicazioni in emergenza.

Sopra tutto, nelle prime ore delle emergenze, le più critiche, ci siamo noi con i nostri collegamenti mobili tramite ripetitore.

Questa non è pubblicità che voglio fare per il nostro hobby. Semplicemente è storia.

Le tragedie dell'alluvione del Polesine negli anni 50 ed il Terremoto del Friuli negli anni 70 sono solo 2 dei tanti esempi.

Il capo della protezione civile al tempo del terremoto del Friuli, On. Zamberletti era un radioamatore IOZME

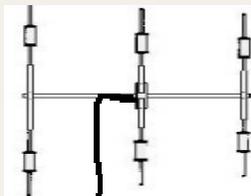


Il collegamento radio by i3rke

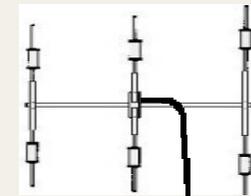
*Radio-
elettronica*

*Apparati e
Componenti*

I componenti fondamentali del collegamento

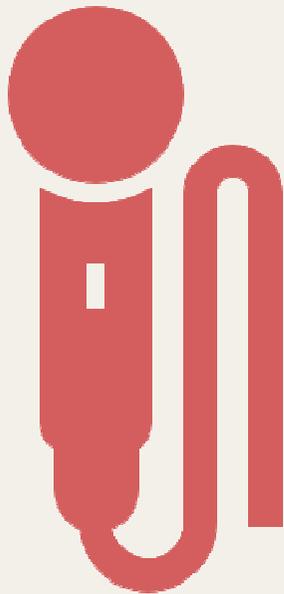


Mezzo trasmissivo
Troposfera / Ionosfera



Radio trasmittente	Radio ricevente
Microfono	Altoparlante
Linea di trasmissione	Linea di trasmissione
Antenna trasmittente	Antenna ricevente

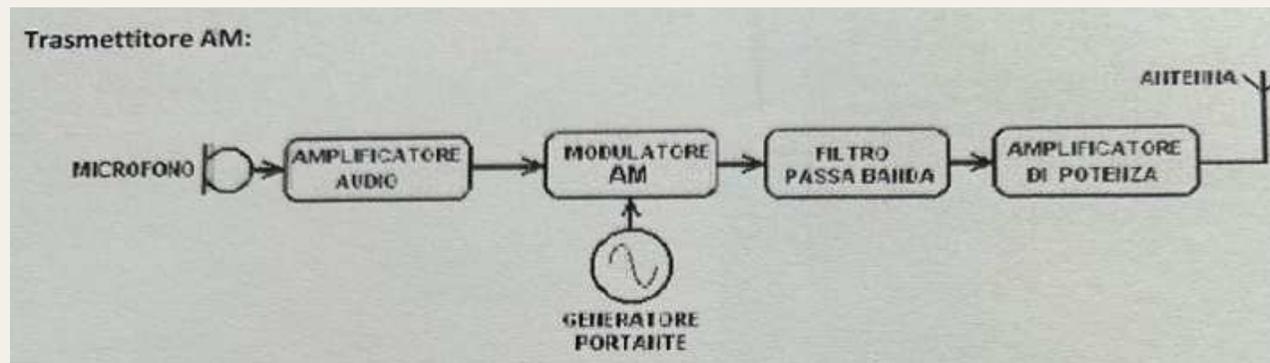
Le trasformazioni delle grandezze



- Nel microfono la pressione dell'aria provocata dal parlato genera: (10 – 30) mV.
- Nella radio trasmittente le tensioni vengono amplificate, mescolate, filtrate, trasformate da bassa frequenza ad alta frequenza : **radiofrequenza**.
- La radiofrequenza viene immessa nella linea di trasmissione per raggiungere l' antenna. (Z_0 : Impedenza caratteristica della linea)
- Le correnti e tensioni a radiofrequenza passano dalla linea di trasmissione all' antenna, attenuate dalle perdite sulla linea.
- Da curare l'accordo tra l' impedenza caratteristica Z_0 della linea di trasmissione e quella dell' antenna.
- Nell' antenna si stabilisce un regime di correnti e tensioni a carattere stazionario e sulla superficie esterna dei conduttori avviene la trasformazione da correnti elettriche (radiofrequenza) a campo elettromagnetico.
- Il campo elettromagnetico si propaga nel mezzo trasmissivo, penetrando negli strati alti dell'atmosfera (troposfera e ionosfera) dove vengono rifratti (inclinati) verso la terra per raggiungere l' antenna ricevente.
- Nell'antenna ricevente avviene il processo inverso di trasformazione del campo elettromagnetico in piccole tensioni (1-50) μ V che vengono avviate alla radio ricevente.
- Tensioni che vengono ancora elaborate : amplificate, mescolate, filtrate, demodulate e riconvertite in suoni tramite l' altoparlante

Dentro al trasmettitore

Ci sono almeno questi blocchi fondamentali. Il Più importante è il modulatore.



- L'oscillatore a radiofrequenza fornisce il segnale portante dell'informazione.
- E' di frequenza adatta ad essere avviata all' antenna.
- Il processo di modulazione produce anche dei segnali indesiderati che devono essere rimossi mediante dei filtri.

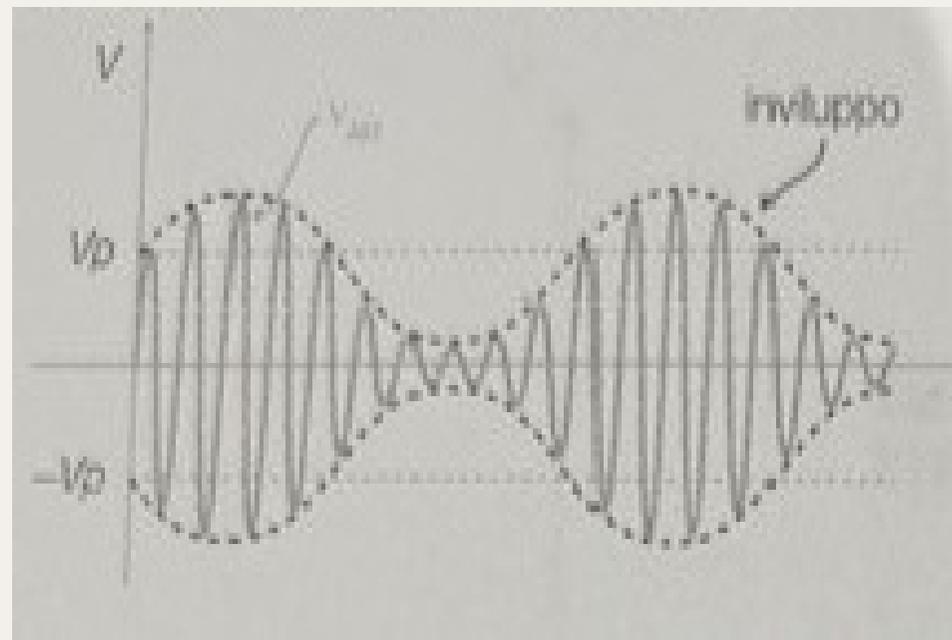
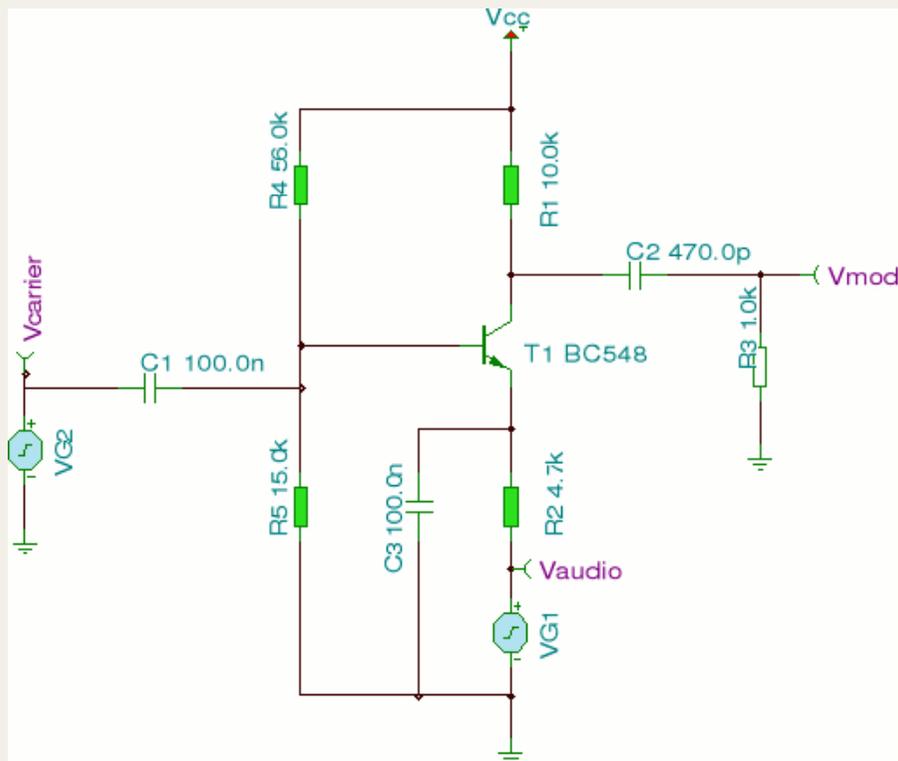
L'elaborazione dei segnali nel trasmettitore.

La modulazione

- Il segnale prodotto dal microfono non si presta ad essere trasmesso anche se molto amplificato. Infatti il suo contenuto di frequenze occupa una banda che va da 300Hz a circa 4KHz.
- Servirebbe un'antenna di dimensioni enormi, improponibile.
- La dimensione di un'antenna è in rapporto con la frequenza da trasmettere
- Un'antenna decente deve essere lunga almeno $L = \lambda/4$, con $\lambda = c/F$, dove c è la velocità della luce
- $c = 300.000$ Km/s ed F in Hz. Se volessimo realizzare un'antenna per 4 KHz dovremmo farla lunga almeno 75 Km. Non sapremo dove metterla.
- Per risolvere il problema si ricorre ad un artificio; scegliamo una frequenza che si presti per essere utilizzata con un'antenna fattibile: Per esempio utilizziamo la frequenza di 14MHz, per la quale un'antenna lunga $L = 5$ m (almeno) andrebbe bene.
- Sfruttiamo questa frequenza per fargli portare il segnale della nostra voce prodotto dal microfono. La chiameremo portante, proprio perché utilizzata per portare la nostra voce.
- Per farlo useremo alcune delle grandezze di questa portante: La sua ampiezza AM, la sua frequenza FM o la sua fase PM, facendole variare al ritmo del segnale prodotto dal microfono.

L'elaborazione dei segnali nel trasmettitore

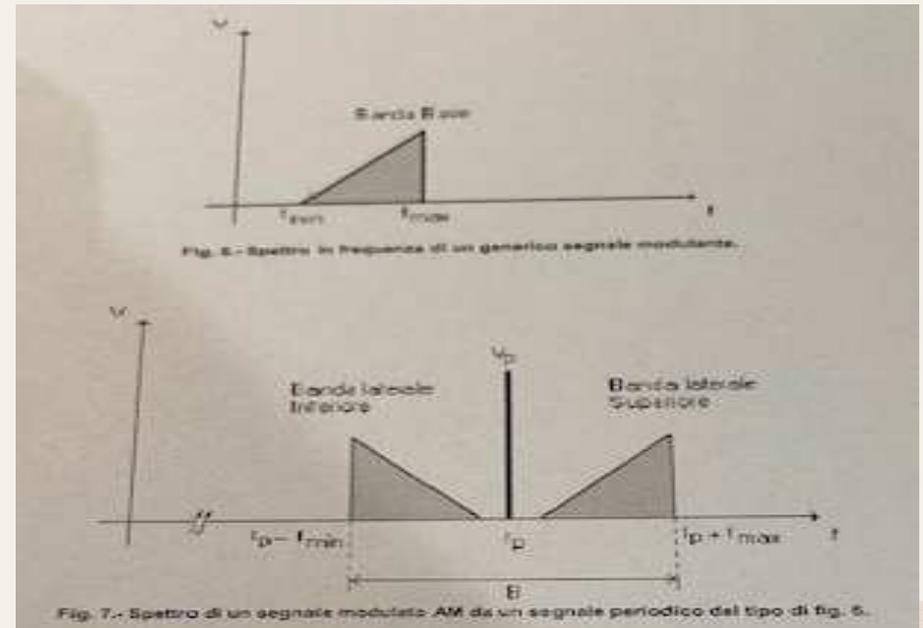
Il Modulatore AM



L'elaborazione dei segnali nel trasmettitore

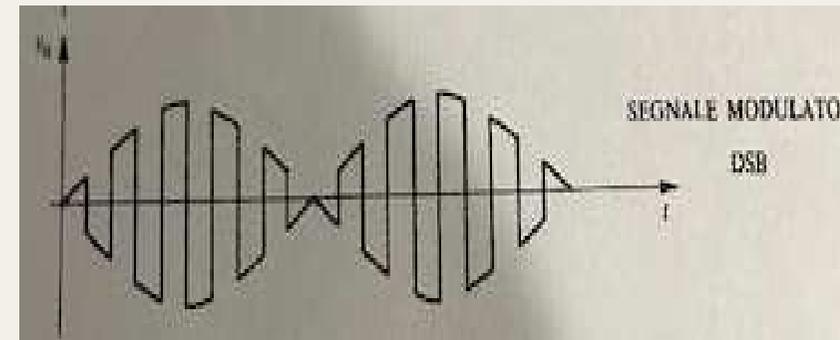
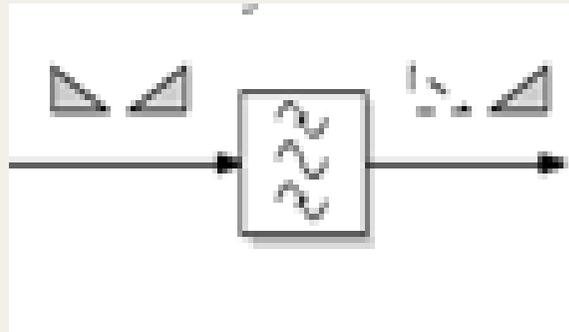
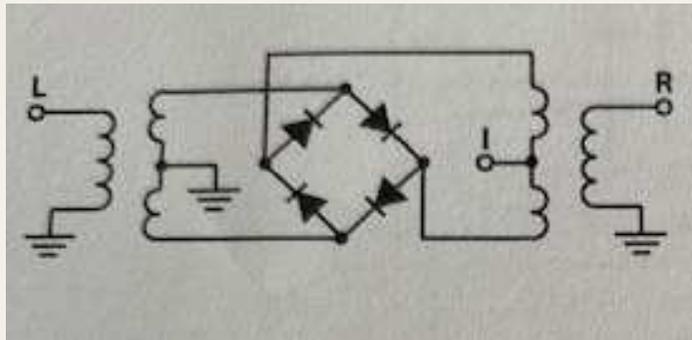
Il segnale modulato in Ampiezza AM visto nel dominio della frequenza

- Banda passante doppia del segnale modulante. 2 Bande laterali a lato della portante, mentre ne basterebbe solo una, l'altra è ridondante.
- Spreco di potenza non utile a trasmettere il segnale che ci interessa.
- Potenza: 50% sulla portante, 25% su ciascuna delle 2 bande laterali.
- Efficienza del 25%.
- La modulazione SSB (Banda Laterale Unica) ovvia a questo problema.
- Se non parlo non c'è potenza in uscita.



L'Elaborazione dei segnali nel trasmettitore

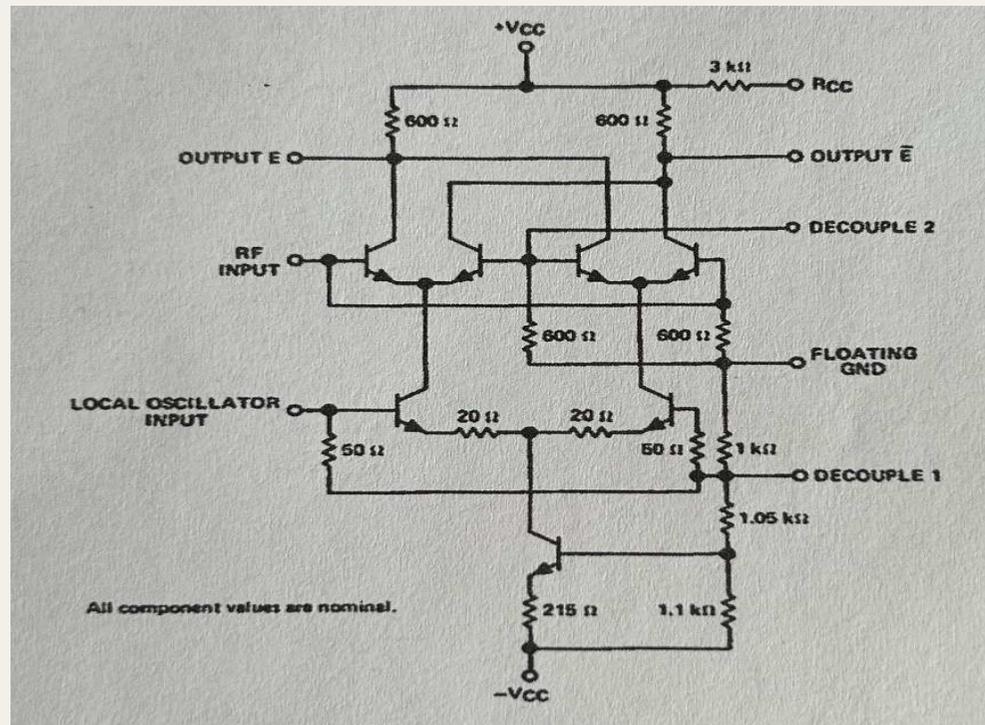
Il modulatore DSB + Filtro genera la SSB



- All' uscita del modulatore la portante I è scomparsa (si elide perché in opposizione di fase sui 2 semiavvolgimenti). La portante di intensità molto superiore al segnale modulante L .
- Con un Filtro di banda, in serie all'uscita del modulatore, si elimina una delle due bande.
- Senza modulante no potenza in uscita

Modulatore doppio bilanciato

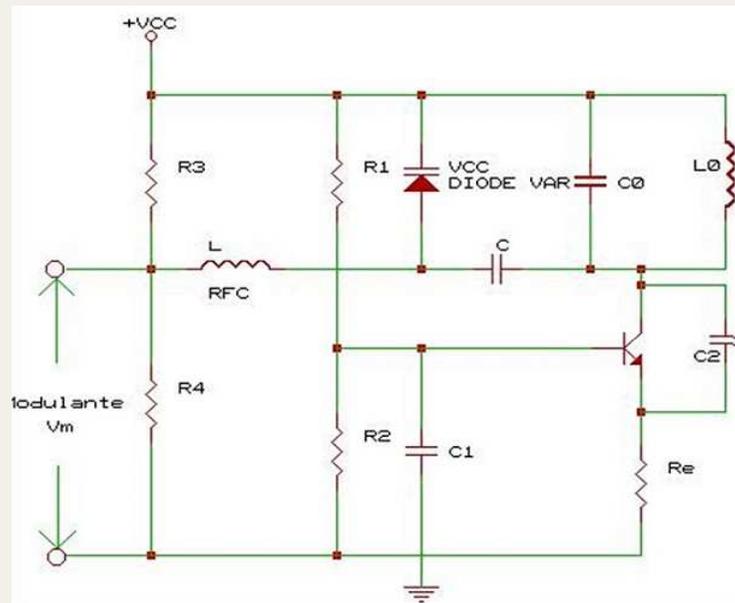
Attualmente i modulatori per DSB sono realizzati con amplificatori differenziali (cella di Hilbert).



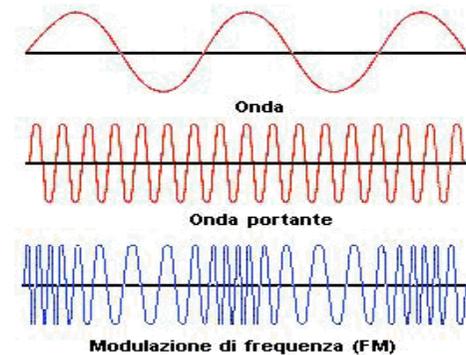
- Lo stesso schema viene anche utilizzato per realizzare un Mixer.
- Entrambi i circuiti sfruttano il principio di moltiplicazione di due frequenze.

L'Elaborazione dei segnali nel trasmettitore

Il modulatore FM



MODULAZIONE DI FREQUENZA

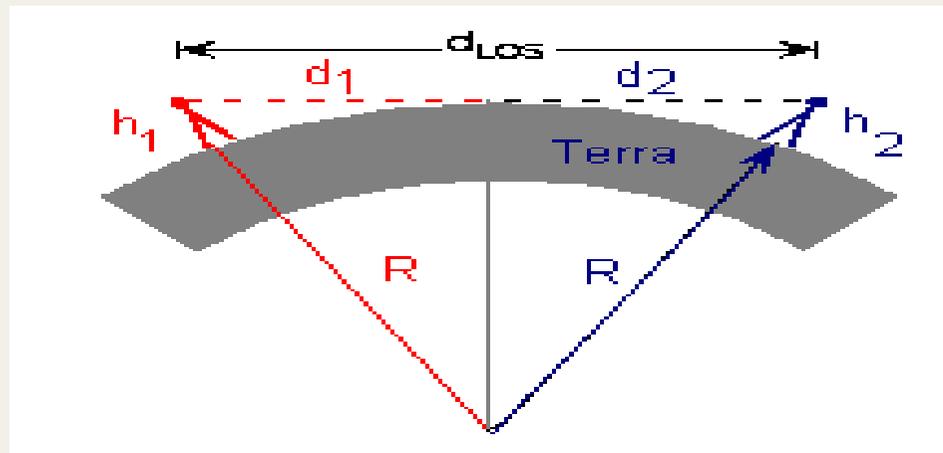


- Un metodo semplice è far variare la frequenza di risonanza di un oscillatore Sinusoidale.
- Un diodo VARICAP, pilotato dal segnale modulante, fa variare la risonanza del circuito di collettore e quindi del segnale prodotto dall'oscillatore.

Le onde radio nell'atmosfera terrestre

Si propagano in modo diverso in funzione della loro lunghezza d'onda (frequenza)

- Nelle VHF (30-300) MHz e superiori la propagazione avviene per onda diretta (propagazione di tipo ottico)

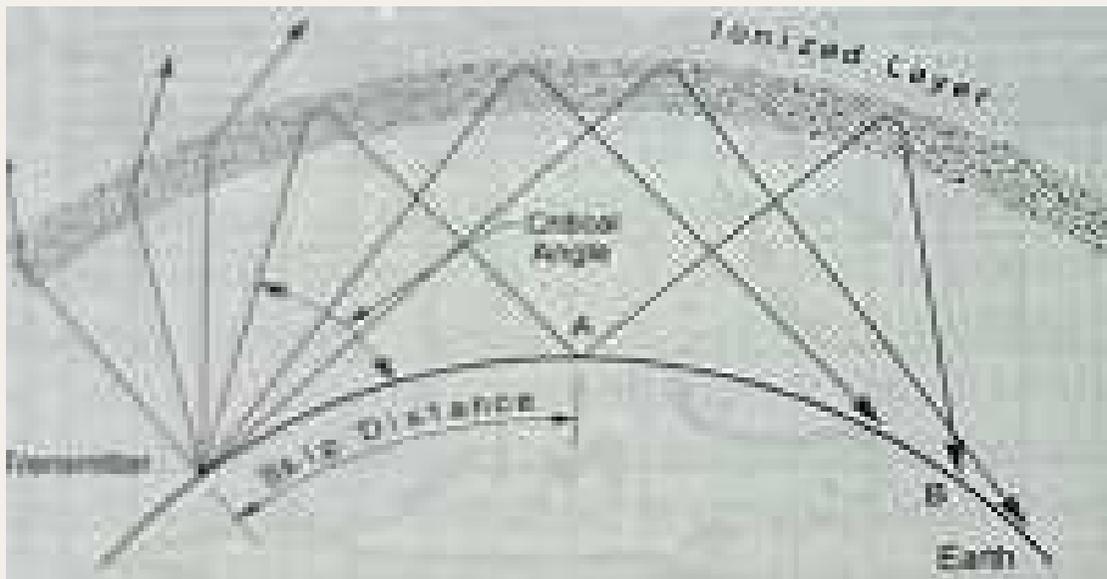


- Le due antenne devono essere in vista. Oltre una certa distanza non c'è linea ottica a causa della curvatura della superficie terrestre e quindi difficoltà di collegamento.
- Ci sono anche delle eccezioni a questa regola.

Le onde radio nell'atmosfera terrestre

Si propagano in modo diverso in funzione della loro lunghezza d'onda (frequenza)

- Nelle HF (3-30) MHz la propagazione è di tipo Ionosferico.



- Gli strati più bassi dell'atmosfera (**ionosfera**) sono composti da particelle ionizzate (quindi conduttrici) che, come tali, sono in grado di riflettere/rifrangere in parte le onde, permettendone la ricezione oltre la portata ottica imposta dalla curvatura terrestre.

Le onde radio nell'atmosfera terrestre

Si propagano in modo diverso in funzione della loro lunghezza d'onda (frequenza)

Nelle onde lunghe < 3 MHz la propagazione avviene per onda di terra.

Grazie all'effetto guidante della crosta terrestre le onde si propagano seguendo appunto la superficie terrestre con poca attenuazione.

Nelle VHF e superiori, in determinati periodi, si possono creare delle condizioni particolari di propagazione che permettono di raggiungere distanze superiori a quelle della propagazione in linea ottica :

Condotti . Tra la superficie del mare e la troposfera/ionosfera si forma un condotto dove l'onda subisce multiple riflessioni con pochissima attenuazione.

Meteor Scatter. In certi periodi (ripetitivi) dell'anno la caduta di meteoriti provoca un grande aumento della ionizzazione della ionosfera che ne aumenta la capacità di riflessione. Per accordi esiste una chat:

<http://www.on4kst.info/chat/index.php>

E-Sporadico. Nei mesi primaverili Maggio-Giugno, per effetto delle forti emissioni da parte del sole, la strato più basso della ionosfera (**Strato E**) si ionizza fortemente creando le condizioni per riflessioni a bassa perdita. Per sapere le condizioni:

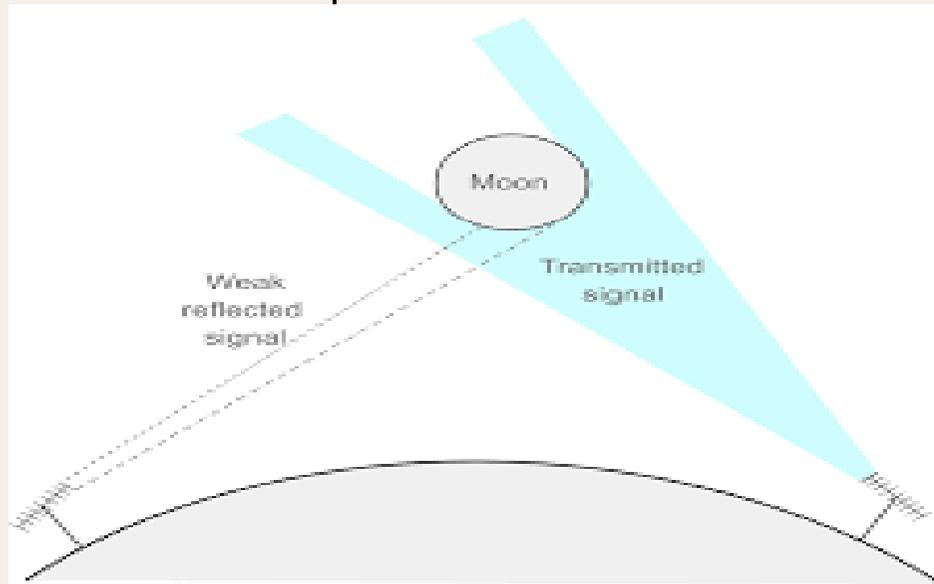
<https://www.dxmaps.com/spots/mapg.php?Lan=E&Frec=MUF&ML=M&Map=EU&HF=N&DXC=ING2&GL=N>

Collegamenti via satellite LEO e Geostazionari (AO-100). Nella fascia di Clark (13° est di Latitudine e sopra l'Equatore)

Le onde radio al di fuori dell'atmosfera terrestre

La propagazione nello spazio

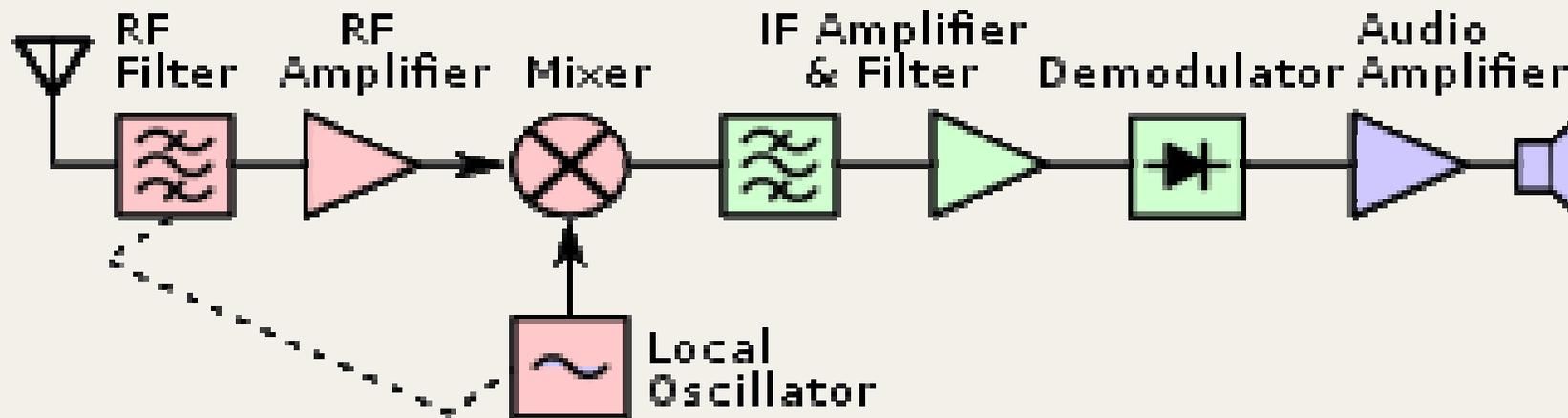
E.M.E. (Earth Moon Earth) – 144MHz, 432 MHz e 1.240 MHz. Collegamento tra 2 stazioni di terra usando la Luna come riflettore passivo



Uno tra i più difficili collegamenti. Serve affinamento di tutte le attrezzature: Trasmettitore di una certa potenza (almeno 500W), Ricevitore con grande sensibilità e bassa figura di rumore, antenne con almeno 17 dB di guadagno, software di tracking e puntamento della luna. Però tra i più avvincenti. Niente lasciato al caso.

Dentro al Ricevitore

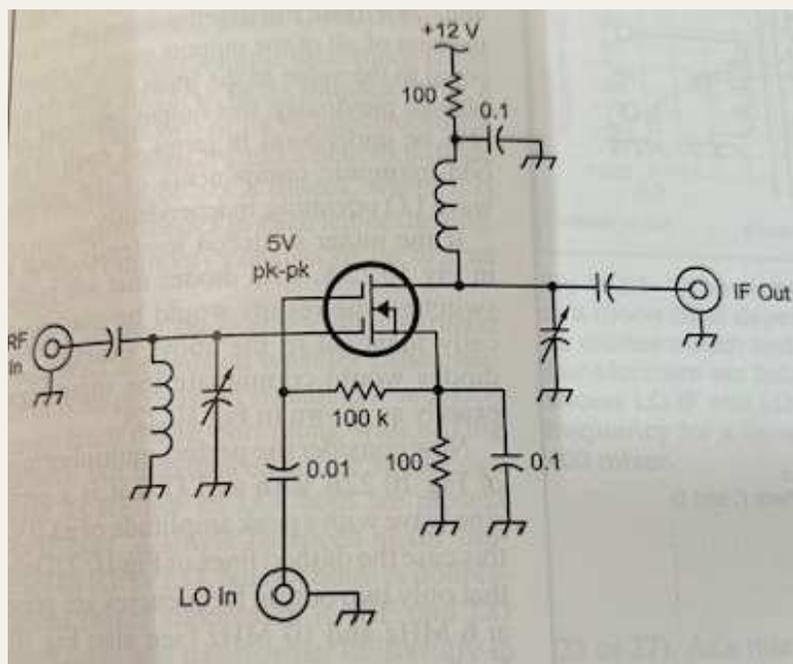
- Il blocchi più importanti sono : Mixer, Amplificatore a frequenza intermedia, demodulatore.



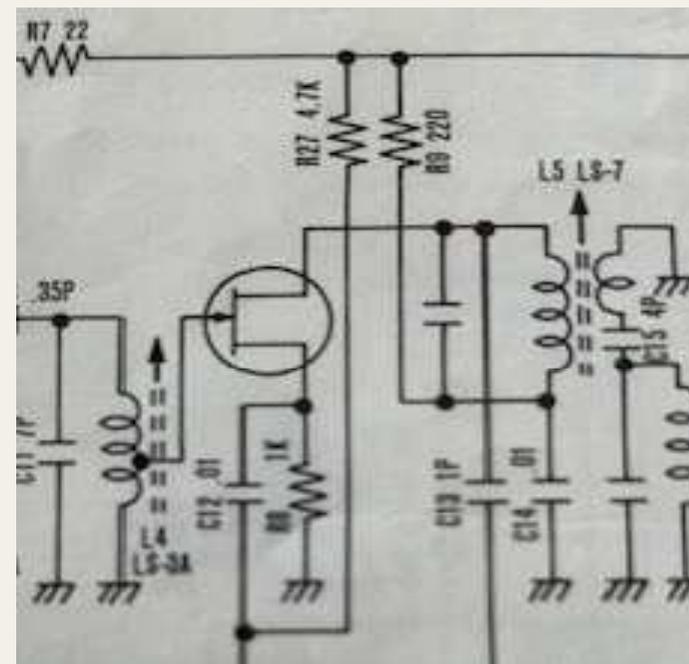
- Concentrare l'amplificazione ed il filtraggio in un unico blocco. Stadio di F.I.
- Per farlo bisogna convertire la gamma di frequenze RF che si vuole ricevere, di volta in volta, su unica frequenza (Frequenza intermedia).
- Il circuito che lo fa si chiama mixer. $FI = RF - LO$. FI : frequenza intermedia (fissa)
- LO: oscillatore locale. Si varia la sua frequenza con la manopola di sintonia
- Variando la frequenza di LO varierà anche la porzione di RF che passa nello stadio di FI
- Supereterodyna.

Il Mixer

Traslare un segnale (modulato) da una frequenza ad un'altra



$$IF_{out} = RFin - Lo$$
$$IF_{out} = RFin + Lo$$



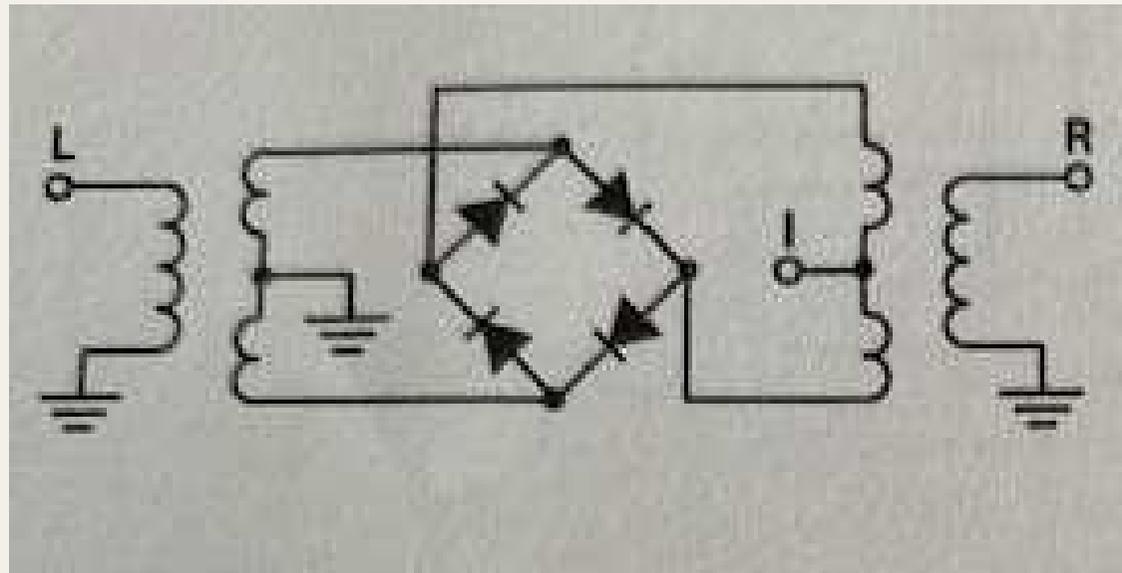
- Sia nel TX che nel RX risulta utile trasferire un segnale modulato su una frequenza diversa.
- Questa operazione si chiama conversione di frequenza e corrisponde in termini matematici alla moltiplicazione. Può essere in salita o in discesa.
- Su un dispositivo che lavora in una zona non lineare.

Mixer doppio bilanciato ad anello di diodi.

- Il segnale da convertire viene iniettato nella porta L
- L'oscillatore locale nella porta I
- Il segnale convertito esce dalla porta R.

$$F(R) = F(L) - F(I)$$

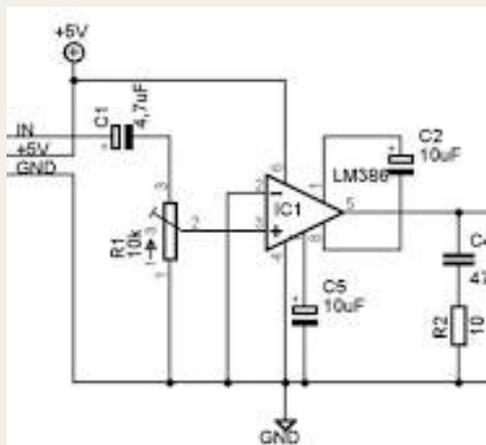
$$F(R) = F(L) + F(I)$$



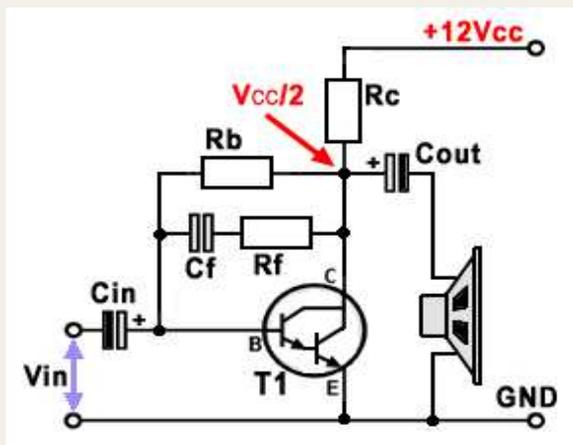
L'ampiezza dell'oscillatore locale deve poter polarizzare in On le 2 coppie di diodi

L'elaborazione dei segnali nel trasmettitore e nel ricevitore. Amplificatori a bassa frequenza

Amplificatore ingresso microfonic

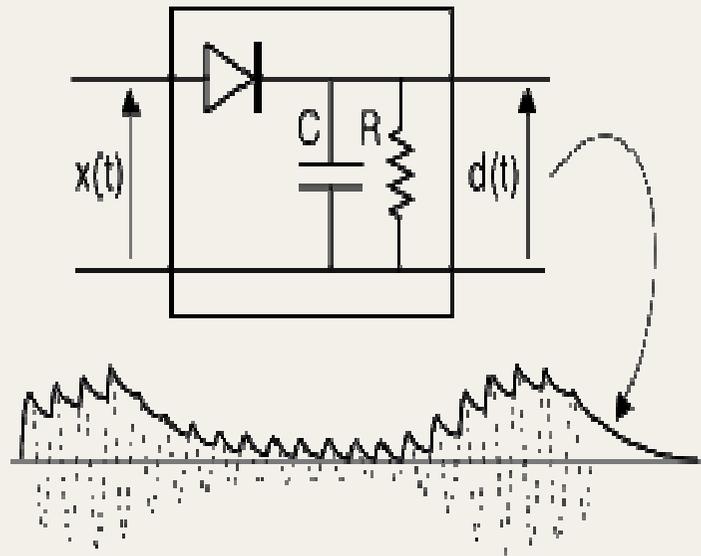


Amplificatore uscita audio



L'elaborazione dei segnali nel Ricevitore

Demodulatore AM

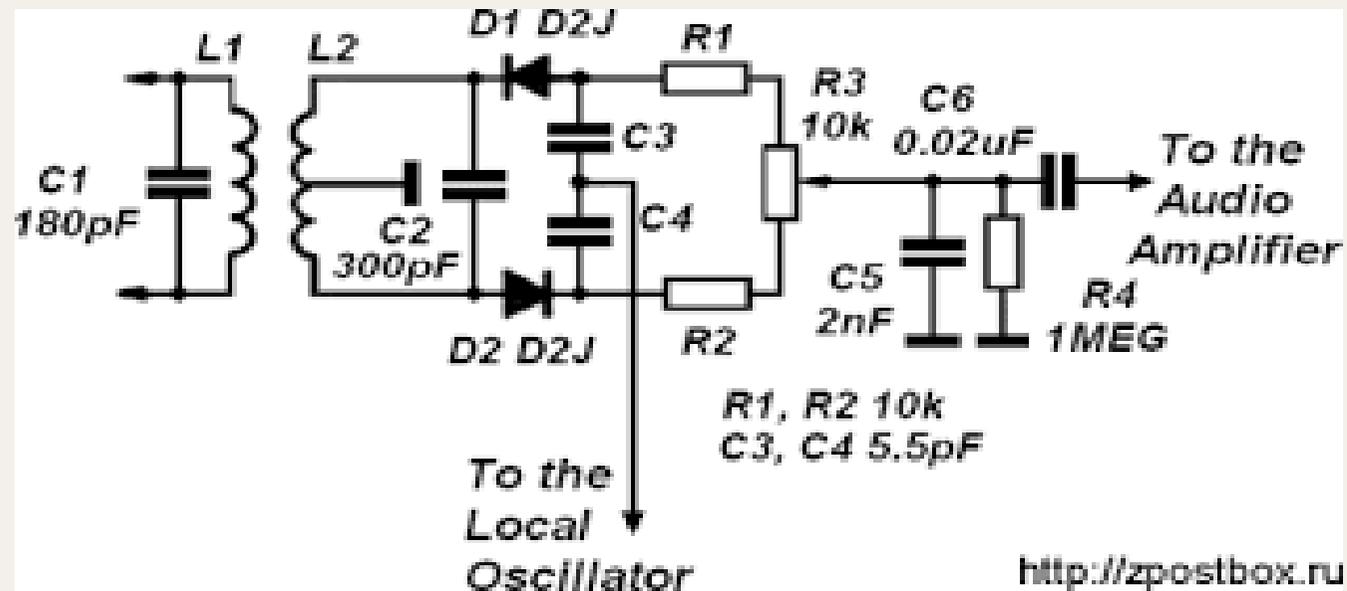


I valori dei componenti R e C determinano la qualità del circuito, cioè la capacità di copiare l'andamento del segnale modulante.

L'Elaborazione dei segnali nel ricevitore

Il demodulatore SSB

Circuito a 3 porte.

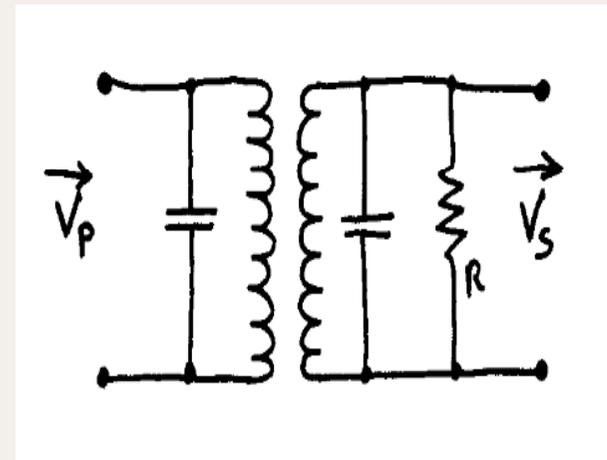
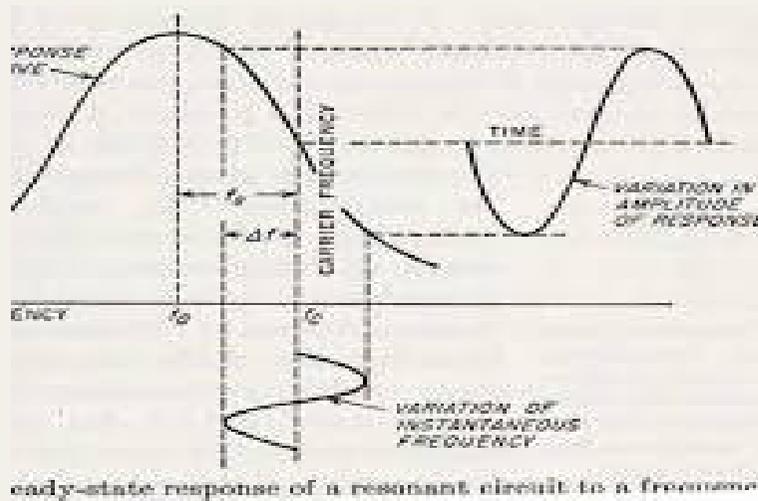


- Sul lato SX arriva il segnale modulato
- In basso si inietta il segnale dell' oscillatore locale (la portante che abbiamo tolto).
- Sul lato DX si ricava il segnale demodulato (la voce che vogliamo udire).

L'Elaborazione dei segnali nel ricevitore

Il demodulatore FM

Discriminatore di frequenza Foster-Seeley



- Il segnale V_p (modulato in FM) entra nel circuito di SX sintonizzato sulla frequenza centrale
- Viene trasferito su quello di DX sintonizzato su una frequenza leggermente superiore, lavorando sul fianco della curva si trasforma in un segnale modulato in ampiezza che viene poi demodulato con un rivelatore di picco.

I Modi digitali di trasmissione e ricezione

Negli ultimi venti anni hanno preso piede ed oggi si utilizzano comunemente.

Si possono utilizzare le radio analogiche .

Il microfono e l'altoparlante sono sostituiti dalla scheda audio del computer. Si scambiano messaggi scritti. Non voce.

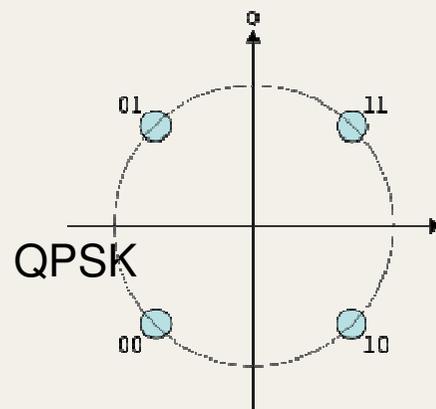
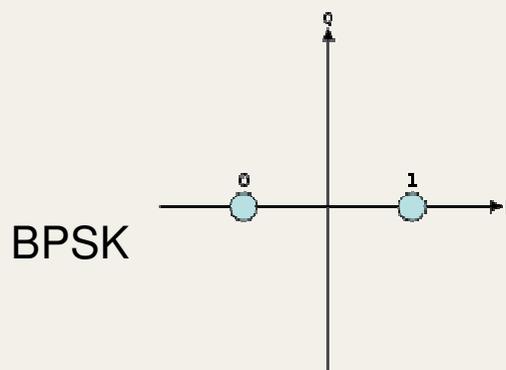
I software utilizzati, oltre al trattamento dei segnali, controllano anche la sintonia della radio, la commutazione delle varie bande ed i modi di emissione e ricezione. USB, FM. (CAT).

In trasmissione le modulazioni vengono prodotte in bassa frequenza ed il segnale in banda base fatto entrare nel TX come fosse l'audio del microfono.

In ricezione i segnali in banda base vengono demodulati normalmente come fossero audio ed inviati, invece che all'altoparlante, alla scheda audio del PC per essere decodificati e visualizzati come testo sul monitor.

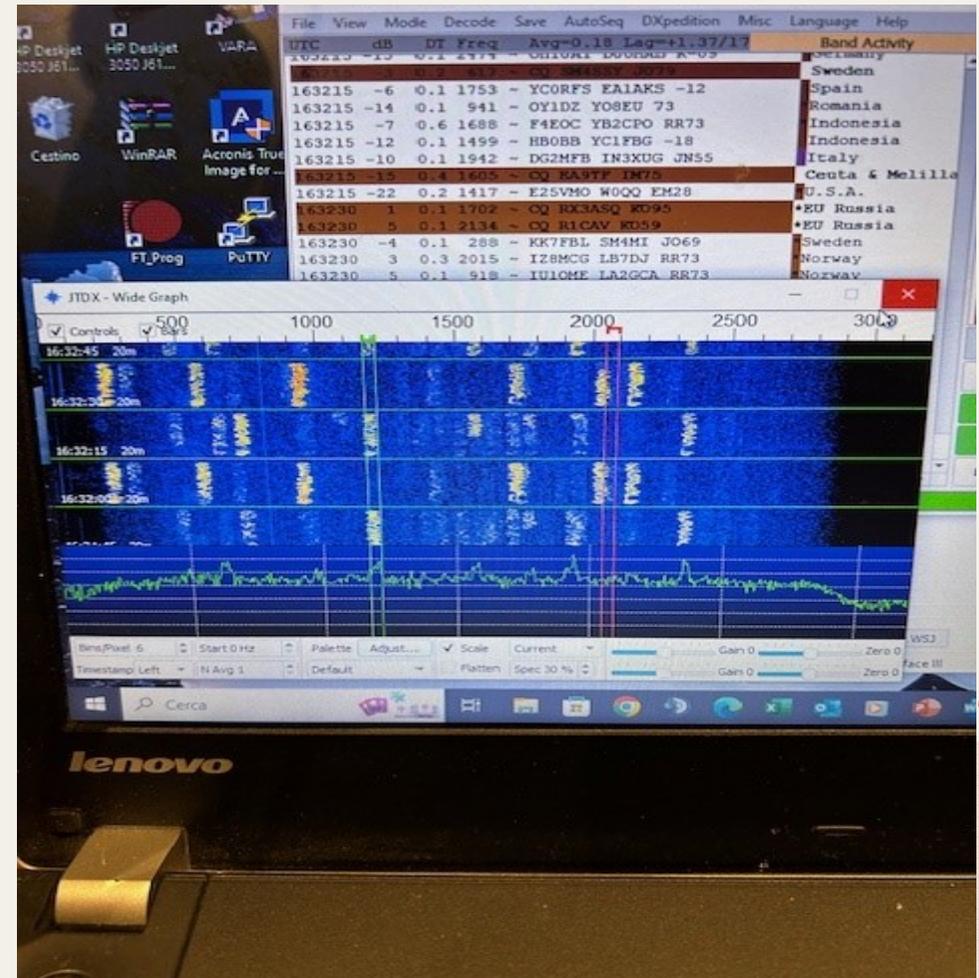
Modulazioni digitali

Normalmente si utilizza la fase, in quelle più complesse anche l'ampiezza.



- Con la BPSK ogni simbolo trasmette un solo bit.
- Oltre una certa velocità non si può andare, perché il tempo di permanenza del simbolo diventerebbe troppo basso per essere decodificato correttamente.
- Con la QPSK per ogni simbolo si trasmettono 2 bit.
- Si adottano anche costellazioni a 64 bit dove ogni simbolo porta 6 bit.

Rice-Trasmissione in digitale



Rice-Trasmissione in modalità digitale

