

**ASSOCIAZIONE RADIOAMATORI ITALIANI**  
**Sezione di Manzano - 3302 - IQ 3 MO**



**BIBLIOTECA TECNICA INTERNA**

\*\*\*\*\*

*Martin Ehrenfried, G8JNJ*

## **Miglioramento dell' intelligibilità delle trasmissioni a banda laterale unica (SSB)**

Articolo pubblicato nella rubrica "TECHNICAL FEATURE" della rivista dell'associazione dei RadioAmatori del Regno Unito "RADCOM" nel febbraio 2009, le immagini sono da questi gentilmente concesse.

Traduzione ed adattamento di Nico Michelini, IV3ALA

2010



**RadCom**  
THE RADIO SOCIETY OF GREAT BRITAIN MEMBERS' MAGAZINE. WWW.RSGB.ORG

#### L'AUTORE

*Martin Ehrenfried, G8JNJ. autore di quest'articolo, oltre che un RadioAmatore, è stato per molti anni un professionista ingegnere per le trasmissioni circolari radio e TV e si è occupato del trattamento del segnale audio e della larghezza di banda delle emissioni. Attualmente lavora per una compagnia che si occupa di programmi per computer impiegati nelle trasmissioni circolari.*

#### RINGRAZIAMENTI / CREDITS

*Many thanks to Mr. Martin Ehrenfried Autor of this article and Mr. Giles Read, RadCom Technical Editor, for kind permission and help given to make this translation for Italian friends to spread the knowledge and improve Amateur Radio activity.*

*Martin Ehrenfried, G8JNJ*

## **Miglioramento dell'intelligibilità delle trasmissioni a banda laterale unica (SSB)**

**Che cosa è importante per la ricezione della fonia ?**

Articolo pubblicato nella rubrica "TECHNICAL FEATURE" della rivista dell'associazione dei RadioAmatori del Regno Unito "RADCOM" nel febbraio 2009, le immagini sono da questi gentilmente concesse.

### **MI MANCANO LE PAROLE.**

Ho avuto sempre problemi quando ho usato la SSB. La mia voce e la banda laterale unica non sembrano andare d'accordo ed ho dovuto modificare praticamente ogni radio che ho usato per fare in modo che "suoni" in modo ragionevole. Non sono interessato all'audio ad alta fedeltà: Mi piace solo la buona qualità delle comunicazioni e la capacità di penetrare occasionalmente un *pileup DX*<sup>1</sup>.

Nella prima parte di questo articolo composto da due parti, Daremo un'occhiata ai fattori che influenzano la qualità della trasmissione e nella seconda descriverò un'unità pratica di trattamento della fonia basata sui miei risultati.

Recentemente ho acquistato un ricetrasmittitore di elevate prestazioni, tranne che per una cosa: l'audio in trasmissione. Ho continuato ad ottenere rapporti scarsi, solitamente dicendomi che la mia voce suonava troppo grave e che era difficile capire che cosa stavo dicendo, particolarmente quando il mio segnale era debole. Purtroppo, questo non era la prima volta incontravo questa specie di problemi, così ho deciso di provare e capire meglio che cosa stava accadendo in modo che potervi porre rimedio. Questo mi ha condotto ad una ricerca molto interessante, prima di trovare alla fine, una soluzione che adatta al mio caso.

### **CHE COS'È CHE NON VA' ?**

Per trasferire correttamente l'informazione verbale, dobbiamo avere un sistema di trasmissione che abbia una risposta in frequenza sufficiente ampia da non rimuovere le componenti importanti della voce. Per comunicazioni perfette esenti da errori, è considerata generalmente sufficiente una gamma di frequenza da 80 ad 8000 Hz, ma mentre la larghezza di banda disponibile per la fonia diminuisce, diventa più difficile capire che cosa si sta dicendo.

La mia voce è molto grave: ha molta energia nella gamma di frequenza da 200 a 400 Hz e questa, accoppiata alla mia pronuncia "*Mancunian*"<sup>2</sup> delle vocali, non aiuta nelle comunicazioni.

Nelle lingue occidentali, il parlato umano ha componenti che cadono in tre gruppi principali: vocali, consonanti e sibilanti. Le vocali, *A, E, I, O* ed *U* contengono la maggior parte dell'energia nella voce umana e generalmente si presentano nella gamma di frequenza sotto i 500 Hz. Le consonanti quali *B, K, T* ed *L* trasferiscono la maggior parte di informazione nel parlato ed occupano la gamma di frequenza da 500 a 3000 Hz, ma a livelli d'energia molto più bassa delle vocali, in alcuni casi possono essere più bassi anche di 30 dB.

---

<sup>1</sup> Gazzarra che si crea quando molte stazioni cercano di contattare con una stazione lontana (DX) rara o difficilmente collegabile. n.d.t.

<sup>2</sup> Inflessione della lingua inglese propria degli abitanti della città di Manchester. n.d.t.

I suoni con molta enfasi *S*, *Sh*, *Ch*, *Z* e *J*, sono chiamati “sibilanti” ed hanno componenti a frequenze al di sopra di 3000 Hz.

Le vocali contribuiscono a definire chi sta parlando e danno idea di che cosa si sta dicendo ma le consonanti sono le componenti del parlato che realmente trasferiscono le informazioni utili.

Senza le vocali è difficile identificare chi sta parlando ma senza le consonanti è difficile capire che cosa si sta dicendo. Le sibilanti contribuiscono a differenziare le parole e la loro assenza rende difficile distinguere i suoni fra *F* ed *S* oppure *D* o *T*, tuttavia la maggior parte delle sibilanti è rimossa quando si usa la SSB quando il segnale è filtrato per ottenere una larghezza di banda intorno a 2400 Hz. Non c'è molto che possiamo fare per questo, ma fortunatamente l'informazione trasferita dalle sibilanti può essere solitamente derivata dal contesto in cui le parole sono utilizzate nelle frasi, rendendole un po' meno importanti per avere una buona intelligibilità.

Molta ricerca è stata realizzata da organizzazioni quali i laboratori della Bell per studiare l'intelligibilità del parlato una volta passato attraverso vari sistemi di comunicazione. In questo contesto, l'intelligibilità specificamente si riferisce all'esattezza con cui un ascoltatore può capire delle parole, frasi o proposizioni appositamente scelte che sono lette da una lista. Ciò è stato formalizzato nello *standard* ANSI S3.2-1989. Il numero degli errori è registrato e notato in vari modi per derivare un indice d'intelligibilità. Ciò fornisce una misura dell'esattezza con cui le parole o le frasi sono state ascoltate. Ovviamente, la qualità dell'enunciazione della persona che sta parlando aiuta molto, poiché migliore è l'articolazione e più comprensibile sarà il discorso. Tuttavia, possiamo anche migliorare artificialmente la situazione modificando elettronicamente il segnale audio.

Ulteriori esperimenti effettuati da altri ricercatori riguardano il filtraggio della voce in ottave separate, mentre si misura l'intelligibilità (figura 1). I risultati, una volta esposti, dimostrano drammaticamente l'importanza della gamma di frequenza da 800 a 5000 Hz, specialmente attorno ai 1600 e 2000 Hz. Purtroppo, la maggior parte dei trasmettitori SSB utilizzano un filtro con una larghezza di banda attorno ai 2400 - 2800 Hz che rimuove la parte superiore di questa gamma, rendendo le restanti consonanti nella gamma da 800 a 2500 Hz particolarmente significative. Se avete un ricevitore con i filtri a larghezza di banda variabile e la capacità spostare la banda passante, potete provare a convalidare tutto questo da voi stessi, limitando in basso la larghezza di banda e spostando la frequenza di centro banda. Posto che la frequenza di centro banda sia nella regione da 1600 a 2000 Hz, è semplicemente sorprendente quanto stretta possa essere impostata la regolazione della larghezza di banda.

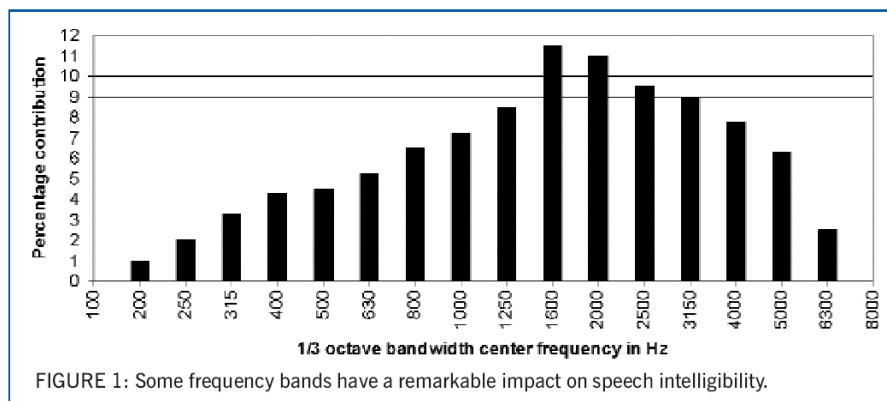


Figura 1: Alcune bande di frequenza hanno un notevole impatto nell'intelligibilità della voce.

## LIVELLI DI POTENZA

In una trasmissione in SSB, la quantità di potenza trasmessa è proporzionale al livello di energia audio fornita al modulatore. In un sistema lineare, la maggior parte della potenza fonica contenuta nei suoni delle vocali porta l'uscita del trasmettitore a piena potenza. Tuttavia, questo livello può essere considerevolmente maggiore della potenza generata dalle consonanti che stanno trasferendo in realtà la maggior parte dell'informazione nella trasmissione.

Se si usa il compressore audio o l'ALC<sup>3</sup> per aumentare il livello della potenza media trasmessa allora, a causa dell'alta energia, possono svilupparsi ulteriori problemi, suoni di vocali a bassa frequenza che modulano l'involuppo fonico che contiene consonanti a basso livello e ad alta frequenza. Per migliorare la situazione, è necessario filtrare il segnale fonico per modificare artificialmente il rapporto tra l'energia generata dalle vocali e quella dalle consonanti ad un livello più accettabile. L'intenzione non è di rimuovere le vocali completamente, ma di trovare un equilibrio fra i livelli delle vocali e delle consonanti affinché un dato sistema di trasmissione in fonìa possa realizzare l'intelligibilità massima.

Inoltre ci sono altri fattori che devono essere considerati. Uno di questi è chiamato "effetto di prossimità del microfono" (figura 2). Quando si usa il microfono tenendolo ad alcuni millimetri dalle labbra, l'energia della pressione sonora indotta nella capsula del microfono è molto maggiore alle frequenze basse. Questo effetto è usato frequentemente dai cantanti che desiderano rinforzare la componente a bassa frequenza della loro voce, poiché può amplificare la gamma di frequenza da 100 a 400 Hz di 10 dB o più.

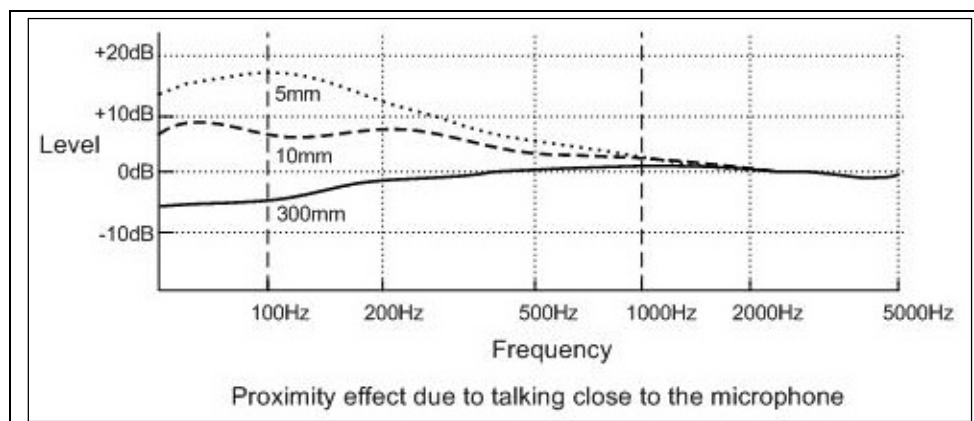


Figura 2: La risposta a bassa frequenza di un microfono dipende anche dalla distanza dalla bocca.

Ulteriori problemi con la parlando vicino al microfono sono i rumori respiratori od i suoni chiamati "popping". Questi possono causare variazioni repentine ed impulsive nel livello audio. Un metodo per ridurre questo problema è di parlare tenendo il microfono di traverso piuttosto che direttamente davanti ad esso. Anche se questo funziona, usare il microfono in questo modo, può anche attenuare le componenti ad alta frequenza. Per tenere sotto controllo il rumore respiratorio, trovo molto più semplice utilizzare uno schermo di gomma piuma. Parlando fuori asse può anche avere l'effetto collaterale di aumentare il livello del rumore di fondo dai ventilatori dell'apparecchiatura, ecc. Può anche degradare il rapporto tra il suono diretto ed indiretto (riflesso) dalle superfici dure vicine quali, tavoli, pareti o finestre, causanti un effetto chiamato "filtraggio a pettine". (*comb filter effect*).

<sup>3</sup> Automatic Level Control, controllo automatico della potenza d'uscita in un amplificatore. n.d.t.

Ciò provoca una serie di avvallamenti in relazione armonica che compaiono in quella che, al contrario, dovrebbe essere una curva di risposta in frequenza ben piatta. (figura 3).

Una inadatta progettazione dell'alloggiamento o dell'apertura del microfono possono anche indurre a simili caratteristiche a causa di onde stazionarie che si formano all'interno del supporto. È sorprendente quanto nocivo può essere per la fonìa avere una banda passante con profondi avvallamenti quindi attenuazione selettiva, nella gamma di frequenza della voce (si veda figura 1). Anche se il parlato umano è molto resiliente alla mancanza di alcune frequenze, ogni volta che una parte di queste nella gamma chiave, da 1000 a 2000 Hz è rimossa, l'intelligibilità ne soffre.

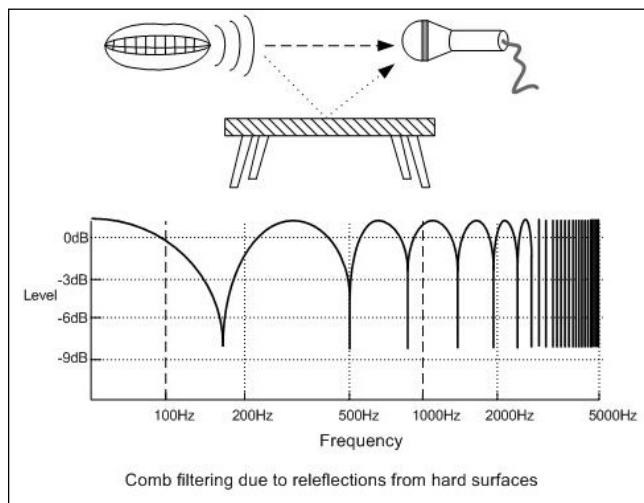


Figura 3: Le riflessioni dalle superfici dure possono condurre la risposta in frequenza con effetti di “filtro a pettine”. vocali di frequenza.

## ECHI E RUMORE AMBIENTALE

Le riflessioni di breve durata interessano la risposta in frequenza, ma i riverberi di lunga durata o gli echi hanno un diverso effetto. Se la quantità di energia che raggiunge il microfono ha luogo durante il periodo tipico di integrazione della voce, da 35 a 50 ms, ogni riflessione può migliorare l'apparente rapporto segnale/rumore. Ma le riflessioni in maggiore ritardo si sommano al livello del rumore di fondo ed interferiscono con il parlato diretto. Una quantità di energia in ritardo, troppo alta, particolarmente alle frequenze basse, tenderà a ridurre il rapporto segnale/rumore.

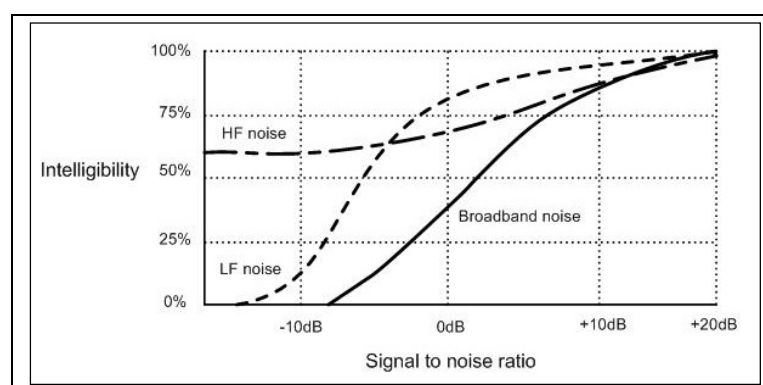


FIGURA 4: L'intelligibilità è influenzata molto diversamente dal rumore a bassa frequenza, ad alta frequenza ed a larga banda.

Molti di questi effetti possono essere definiti come forme di mascheramento della voce. Il rumore a larga banda quale lo “statico” atmosferico in un circuito radio può ridurre considerevolmente l'intelligibilità (figura 4) quindi è importante mantenere alto il più

possibile il rapporto segnale/rumore della trasmissione. La misura di quanto deve essere più forte la fonia per essere intelligibile, varia con lo spettro del rumore di mascheramento.

Quando abbiamo uno scarso rapporto segnale/rumore, il rumore a bassa frequenza nella gamma da 100 a 400 Hz tende ad avere un effetto di mascheramento molto maggior che il rumore ad alta frequenza nella gamma da 1800 a 2500 Hz. Mentre il rapporto di segnale/rumore migliora allora la componente di rumore ad alta frequenza diventa un po' più significativa. Filtrando le componenti audio rimuoviamo alcune componenti di mascheramento, quali gli echi di riverbero a bassa frequenza ed il rumore del ventilatore che, al contrario, ne degraderebbero l'intelligibilità.

## COMPRESSIONE

Un ulteriore metodo che può essere usato per migliorare il rapporto di segnale/rumore è la compressione ovvero la attenuazione dei picchi del segnale vocale (*clipping*). Questo può aumentare il livello medio della potenza trasmessa facendo diminuire il rapporto tra i picchi ed il livello medio della voce. Questo rapporto a volte è riferito al fattore di cresta e sebbene possa essere molto soddisfacente vedere il wattmetro rimanere vicino all'estremità superiore della scala quando si trasmette, non significa necessariamente che l'intelligibilità sia migliorata tramite questo processo. Affinché la compressione funzioni efficacemente è importante che l'audio sia equalizzato per ridurre l'influenza delle vocali a bassa frequenza.

Se si sta utilizzando soltanto un semplice compressore a larga banda, le componenti a bassa frequenza tendono a modulare l'intero segnale fonico producendo un effetto di pompaggio nel guadagno, il quale è indesiderabile. La compressione inoltre modifica il rapporto tra la potenza associata alle vocali ed alle consonanti, il quale migliora le cose quando il rapporto segnale rumore è scarso, in realtà tuttavia può degradarne l'intelligibilità quando le condizioni sono buone. La figura 5 mostra l'effetto dell'applicazione della tecnica di compressione del segnale microfónico molto pesante con diversi rapporti segnale/rumore.

Poiché le comunicazioni in SSB in onde medie e corte si trovano spesso in circostanze dove il rapporto segnale/rumore è fra 0 (zero) e +10 dB, applicare circa 6 fino a 10 dB di compressione insieme ad un taglio delle basse frequenze audio sembrerebbe offrire il migliore compromesso. Non è interessante applicare livelli elevati di compressione poiché offrono soltanto scarsi risultati. Un alto livello di compressione (*o clipping*) tende a tagliare picchi della voce, rendendo la forma d'onda simile a quella di un'onda quadra. Quando le onde quadre sono filtrate con un passa-basso, il rapporto tra le fasi delle componenti armoniche sono alterati causando la rigenerazione dei picchi del segnale. Ciò può aggiungere parecchi decibel all'ampiezza dei picchi del segnale, riducendo l'efficacia generale del processo di compressione. Per questo motivo, i ricetrasmittitori che usano il circuito di ALC o le tecniche DSP<sup>4</sup> per svolgere la funzione di compressione dopo che l'audio già è stato filtrato da un passa-basso, è probabile che producano elevati livelli di potenza media di quelli che possono essere ottenuti usando un compressore microfónico esterno.

Inoltre, l'attenuazione delle basse frequenze prima della compressione, contribuisce a ridurre i livelli di distorsione da intermodulazione che possono verificarsi, particolarmente quando si è introdotta una forte compressione. Le componenti audio a bassa frequenza quando passano attraverso un sistema non lineare sono soggette a particolari problemi. Seconde, terze armoniche ed oltre, ad alto livello, rientrano nella gamma di frequenza più alta occupata dalle consonanti ed i prodotti di intermodulazione di secondo e di terzo ordine, possono generare rumore di mascheramento a bassa frequenza che degrada il rapporto segnale/rumore della trasmissione.

---

<sup>4</sup> *Digital Signal Processing*, elaborazione digitale del segnale audio eseguita per mezzo di appositi circuiti. n.d.t.

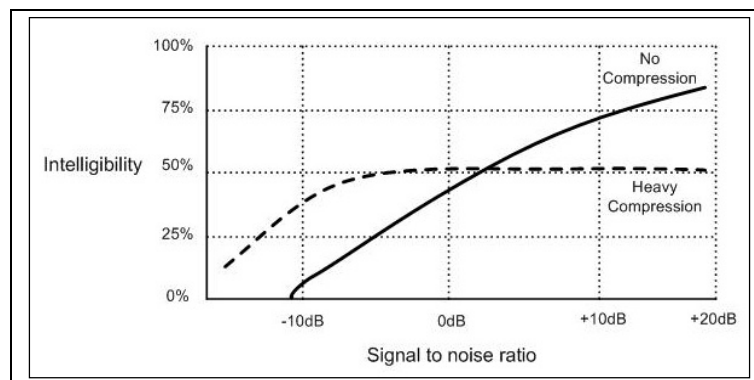


FIGURA 5: Una compressione spinta aiuta in caso di rapporti segnale/rumore scarsi ma peggiora le cose quando la qualità del segnale migliora.

Un metodo comune impiegato dai RadioAmatori per ottenere una forma primitiva di equalizzazione è di inserire un condensatore di adatto valore in serie al terminale d'uscita del microfono verso il trasmettitore come forma di pre-enfasi. Questo è un metodo molto semplice per ridurre il livello delle basse frequenze ed amplificare quelle più alte. Ma non fornisce amplificazione alle frequenze medie; continua bene oltre 2000 Hz e può fornire 12 dB di ulteriore guadagno ad 8000 Hz. Anche se queste frequenze foniche sono rimosse dal filtro per SSB, possono ancora causare problemi. Ciò è dovuto principalmente alle sibilanti nella gamma di frequenza da 6000 ad 8000 Hz che sovraccaricano lo stadio preamplificatore del microfono nel trasmettitore prima che sia applicato qualsiasi filtraggio. In ricetrasmittitori muniti di circuito audio di tipo DSP si può anche causare la saturazione del convertitore A/D e generare forti distorsioni audio, o pendolazioni (*ringing*) su particolari suoni della voce.

## MICROFONI SPECIALI ED EQUALIZZATORI

Un ottimo timbro vocale può essere ottenuto anche per mezzo dei microfoni per comunicazioni specialistici come il classico *Shure 444* od il *522* oppure *Heil* serie *HC4* e *5*. Sono progettati per migliorare l'intelligibilità attenuando la parte più bassa dello spettro ed introducendo un picco a circa 2000 Hz. Questo funziona estremamente bene e recentemente la gamma dei microfoni *Heil* sono diventati i favoriti tra i RadioAmatori.

Molti fabbricanti hanno riconosciuto l'importanza di questi fattori incorporando nei ricetrasmittitori una qualche forma di equalizzazione microfonica. Ciò permette all'operatore di adattare alla propria voce l'audio trasmesso. Se il vostro non ha un equalizzatore e non volete acquistare un microfono per comunicazioni od un equalizzatore esterno, sono possibili altre scelte. La prima è di utilizzare un PC con una buona scheda audio ed un programma adatto a modificare il vostro audio esistente, quale il "*Voice Shaper*" creato da Alex Shovkoplyas, VE3NEA che può essere prelevato dal sito internet [www.dxatlas.com/VShaper](http://www.dxatlas.com/VShaper). Questo elabora il segnale fonico da un microfono collegato alla scheda audio, e lo restituisce il risultato all'uscita sempre tramite la scheda audio in tempo reale. Incorpora un filtro passa banda di tipo DSP, un equalizzatore, un *noise gate*, un compressore ed un limitatore dell'involuppo RF. Ha parecchie caratteristiche interessanti compresa l'opzione per registrare la vostra voce e riascoltarla in modo da poter regolare i parametri ed ascoltarne l'effetto in tempo reale. Potete anche aggiungere rumore ed interferenze simulati, di modo che è più facile ottenere un'impressione per ogni regolazione in condizioni quasi reali. Se decidete di provare le varie opzioni d'elaborazione con il vostro ricetrasmittitore, è importante poter



controllare il risultato senza trasmettere. È molto difficile procedere alle regolazioni controllandosi mentre si trasmette, poiché una gran parte della voce umana è condotta all'orecchio lungo l'osso della mascella. Ciò dà una falsa impressione del suono della vostra voce, è molto meglio eseguire delle registrazioni in modo da poter fare la diagnosi successivamente. Ho trovato che programmi per l'elaborazione del suono pubblici quale "Audacity" che sono molto utili a questo scopo (<http://audacity.sourceforge.net>). È probabile che possiate scoprire che il trasmettitore ed il ricevitore aggiungono le loro proprie caratteristiche alla vostra fonia, così prima di trovare le regolazioni adatte, saranno probabilmente necessari ulteriori esperimenti e rapporti fuori trasmissione. Una parola di avvertimento comunque: affinché la prova sia valida, assicuratevi che il ricevitore di controllo abbia sufficiente larghezza di banda audio. È inoltre una buona idea diminuire il guadagno RF per ridurre l'azione dell'AGC, che può mascherare altrimenti i sottili cambiamenti nelle caratteristiche audio.

Se vi piace sperimentare e sapete quale parte di un saldatore è l'estremità calda, un'altra possibilità è quella di costruire un equalizzatore audio. Ho sviluppato un circuito molto semplice che fornisce un'eccellente gamma di regolazione usando un solo controllo. La possibilità di regolare finemente la curva di risposta è molto utile. Ho scoperto che il mio ricetrasmittente ha già una certa pendenza a bassa frequenza negli stadi preamplificatori del microfono, a causa di ciò, una capsula Heil HC5 in realtà "suona" più come una HC4. La parte seconda di questo articolo, conterrà le complete informazioni per la costruzione.

## **RICAPITOLANDO.**

Nella prima parte di questo articolo abbiamo esaminato i problemi coinvolti nella generazione, comunque non necessariamente migliore, di un segnale SSB più comprensibile. Come promesso, qui è descritto un circuito pratico che ho sviluppato per adattare la risposta di un microfono. Il circuito di base è adatto all'uso di un microfono a condensatore (*electret*), ma ho previsto un preamplificatore aggiuntivo per adattarlo a microfoni a bobina mobile a bassa impedenza.

## **DESCRIZIONE DEL CIRCUITO.**

Lo schema del circuito dell'equalizzatore è visibile nella figura 6. Il circuito è basato su un amplificatore a singolo transistor abbastanza convenzionale. R1 fornisce la tensione di polarizzazione al microfono a condensatore preamplificato (*electret*). R3 polarizza il transistor TR1 ed R4 fornisce il carico al collettore. C1, C2, C7 e C8 costituiscono il filtro audio passa-alto, mentre C3 e C7 costituiscono il filtro audio passa-basso. RV1 fissa la risposta a bassa frequenza della curva di equalizzazione. R6 può essere variata per dare un livello di uscita più adatto se richiesto (minimo 470 ohm, massimo 10000 ohm).

Il filtraggio della RF è eseguito da L1, L2, L3 e C6, ma questi possono essere omessi se non sono richiesti. Gli induttori possono essere in pratica tutte bobine d'arresto per uso generale (VK200). R7 è collegato in serie alla linea d'alimentazione della continua ed è inteso per impedire l'eccessiva corrente dall'alimentatore in caso di difetto od errore commesso durante la costruzione.

Se desiderate utilizzare un microfono dinamico al posto della capsula a condensatore, è richiesto un piccolo circuito adattatore. Ed è quello, visibile alla sinistra del circuito. Questo è un semplice amplificatore ad emettitore comune e serve principalmente ad amplificare l'uscita del microfono. Collegate il circuito supplementare esattamente al posto della capsula a condensatore, ed omettete ovviamente tale microfono.

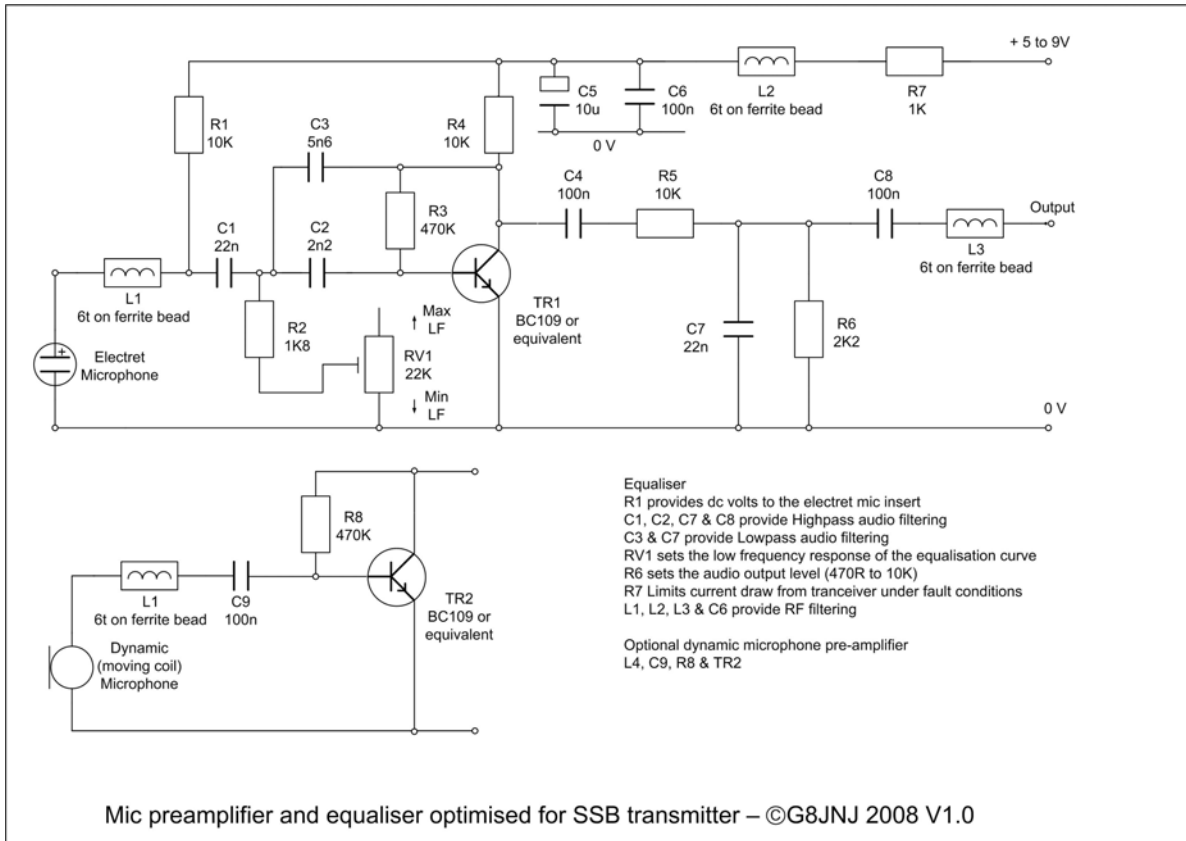


Figura 6: schema elettrico dell'equalizzatore, la parte inferiore della figura la modifica per un microfono dinamico.

## COSTRUZIONE.

La disposizione dei componenti non è critica. Ho sviluppato una disposizione su Veroboard (figura 7). Questa vista indica la disposizione dal lato componenti del circuito - notare i tre tagli delle piste ed i collegamenti da effettuare. Oltre a notare la polarità di C5 non ci sono particolari problemi di costruzione. Il mio prototipo originale in realtà è stato costruito usando componenti a montaggio superficiale (SMD), che ho montato internamente al supporto del microfono di una cuffia.

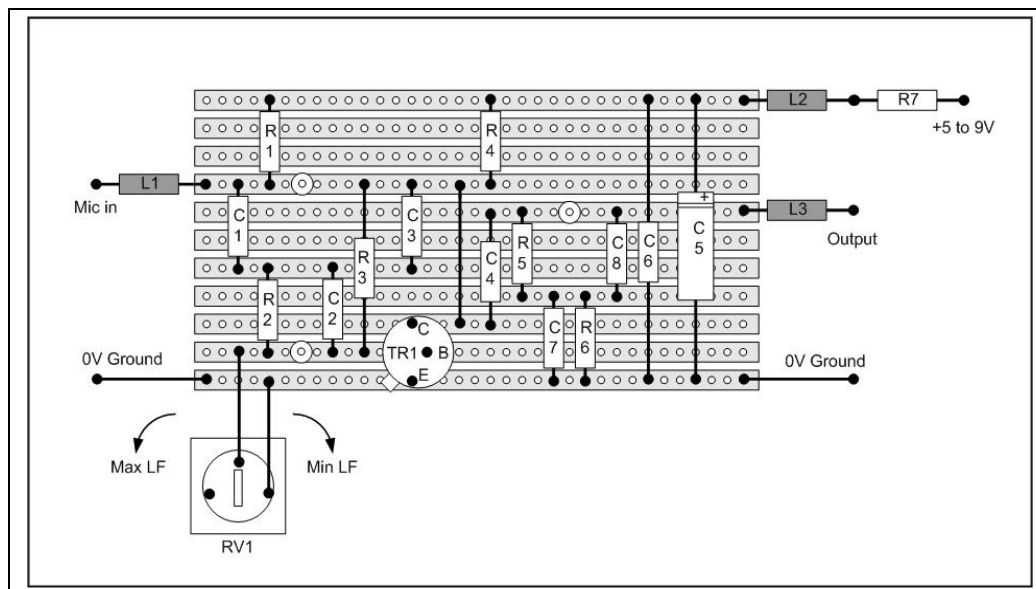


Figura 7: vista in trasparenza. Notare le piste tagliate.

## PROVE INIZIALI

Mentre sviluppavo questo circuito ho dovuto misurare la risposta in frequenza di varie combinazioni di equalizzatore e microfono. Dopo alcune ricerche sulla rete, ho trovato il programma "Frequency response plotter" all'indirizzo <http://pensa.fr/freqresplot/indexe.htm>. Questo è stato scritto da *Pascal Pensa* per misurare la risposta statica in frequenza di un sistema audio. Usando questo programma con un PC, scheda audio ed una cuffia di buona qualità per ascoltare, è possibile misurare in modo ragionevolmente preciso la risposta in frequenza dei microfoni. Se lo desiderate potete utilizzare un microfono di riferimento per calibrare il software, ma non ho avuto bisogno di quel livello di precisione durante le mie prove.

Il grafico di figura 8 mostra la gamma di regolazione disponibile con questo circuito. Mentre tracciando questi risultati, ho regolato un po' il guadagno per accertarmi che tutte le curve attraversassero l'asse degli 0 dB a 1000 Hz. Quando usate il circuito potreste scoprire di dover variare un po' il guadagno del microfono sul trasmettitore per compensare le variazioni nella equalizzazione. Questo è parzialmente dovuto a leggere variazioni nel guadagno del circuito, ma la maggior parte della variazione è semplicemente perché il livello del segnale generato dalle vostra voce cambia significativamente mentre i suoni delle vocali ad alta energia sono filtrati e ridotti di livello. In pratica, una volta che il livello corretto è stato stabilito, l'azione dell'ALC maschera solitamente tutti i cambiamenti minori.

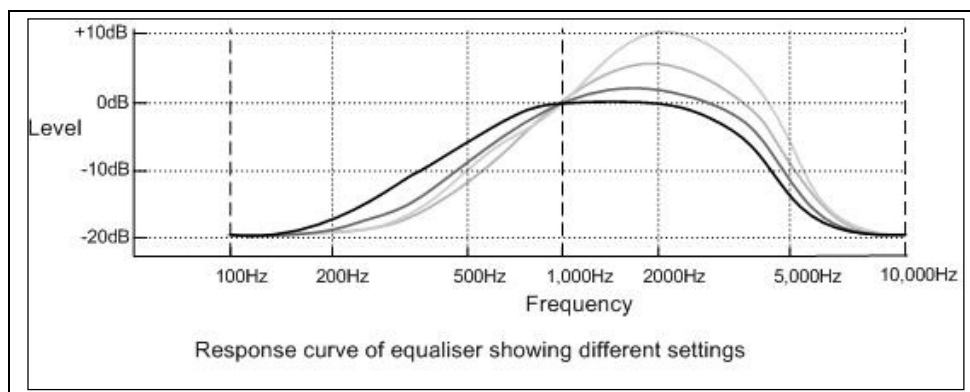


Figura 8: Curva di risposta con diverse regolazioni

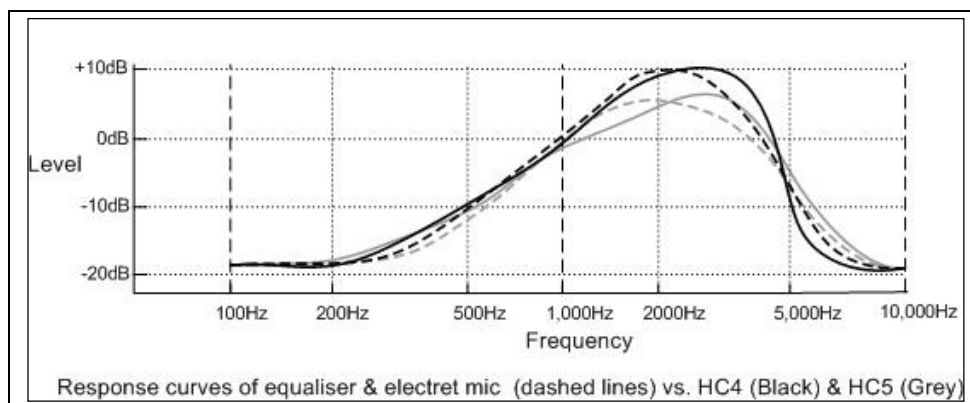


Figura 9: Curva di risposta con un microfono a condensatore (tratteggio), capsula Heil HC4 (nero), ed HC5 (grigio)

## MICROFONO

Ho scelto di utilizzare un microfono a condensatore perché questi hanno una risposta in frequenza ed ai transistori molto buona ed a costo molto basso, particolarmente se confrontati coi microfoni dinamici a bobina mobile. Tuttavia, quando ho provato per la prima volta il circuito equalizzatore con un microfono a condensatore che avevo trovato nella mia scatola dei miracoli, non sono riuscito a farlo funzionare bene. Era troppo sgradevole, con una risposta in bassa frequenza scarsissima. Così ho usato il programma per misurarne alcuni tipi differenti e sono stato piuttosto sorpreso di scoprire che non erano tutti uguali. Alcuni avevano le caratteristiche di tipo telefonico, mentre altri avevano una risposta in frequenza molto irregolare oppure una frequenza di taglio di 5 kHz. Così se scoprite di non poter ottenere una buona gamma di regolazione usando questo circuito, provate una capsula microfonica diversa.

## PROVA FINALE

Una volta che avrete il circuito funzionante e collegato ad un microfono e ad un trasmettitore adatti, controllatevi usando un carico fittizio mentre regolate il controllo di equalizzazione. Dovreste trovare un punto in cui l'audio è molto chiaro e distinto senza timbro troppo sgradevole. Anche se lo scopo è di migliorare l'intelligibilità in cattive condizioni, ascoltare la fonia artificialmente modificata per tutto il tempo in buone condizioni radio può affaticarvi molto. Ho contrassegnato una coppia di regolazioni che uso per il DX ed i contatti locali. Il controllo non ha una caratteristica lineare ed i cambiamenti più significativi tendono a verificarsi quando il controllo si avvicina al valore minimo di resistenza. A scopo indicativo, la mia regolazione per contatti locali è con RV1 a circa 3300 ohm e il per DX a circa 150 ohm. Si noti che questo il circuito è connesso direttamente alla scheda audio del PC. Una volta collegato ad un trasmettitore ho scoperto di dover aumentare un po' la resistenza RV1 per ottenere un suono di qualità simile. Le tolleranze componenti inoltre modificheranno un po' le regolazioni e per compensare questo fenomeno ho calcolato un ragionevole margine di regolazione. Anche se ho previsto nel circuito un solo controllo, potreste preferire l'inserzione di un commutatore e due regolazioni semifisse in modo da poter cambiare rapidamente timbro per contatti DX e per contatti locali.

Forse secondo le aspettative, le regolazioni che ho scelto sembrano avere una curva di risposta molto simile a quella delle rinomate capsule *Heil HC 4* e *5*. Per confrontarli, ho misurato sia l'equalizzatore che il microfono a condensatore, come si può vedere in figura 9. Si dovrebbe notare che i grafici non rappresentano la risposta di frequenza assoluta dei microfoni Heil o del circuito equalizzatore e della capsula a condensatore, ma tutti sono stati misurati nelle stesse condizioni di prova.

## CONCLUSIONE

Spero che questo articolo abbia consentito una migliore comprensione di come le informazioni sono trasferite e che fattori possono interessare l'intelligibilità in un sistema di trasmissione. Come conseguenza delle mie indagini, allo scopo di farvi ricevere e capire in caso di segnali deboli, ora considero l'equalizzazione audio altrettanto importante della compressione.

Invito tutti voi a sperimentare controllando il vostro audio trasmesso e valutare se potete apportare qualche miglioramento. Se il vostro trasmettitore permette soltanto una limitata possibilità di regolazione, il circuito che ho descritto può produrre un forte incremento nell'intelligibilità con pochissima spesa.

Ulteriori informazioni possono essere trovate sul sito internet dell'Autore: [www.g8jnj.webs.com](http://www.g8jnj.webs.com).

