

Transverter 144 MHz \ HF, QRP

Preambolo

Il titolo è inconsueto, generalmente i transverter, che siamo stati abituati ad analizzare e poi a replicare, recano un titolo almeno scritto al contrario, in altre parole 144Mhz è la frequenza in cui trasmettere o ricevere utilizzando un apparato HF.

Il progetto è nato circa sei anni addietro ed è stato presentato all'annuale concorso di autocostruzione delle sezioni ARI, durante il Simposio di Orvieto.

IK0OED: “.....Pippo ho un “290” con cui vorrei operare in HF; QRP, al massimo 2 Watt, dalla macchina ee.....”

I0FTG: “Alberto...., un FT290 in quaranta metri....,che freddo solo a pensarci.....”

Il progetto

Il progetto è diviso in tre parti:

- Front-end \ mixer.
- Amplificatore larga banda con finale in grado di erogare 2W, con filtri passo basso commutati da unico selettore di banda RX \ TX.
- Oscillatore locale sintetizzato a passi di 2MHz.

Le bande operative in TX sono quattro: 80, 40, 20 e 15 metri.

In ricezione è quasi una sintonia continua, in altre parole passi di 2 MHz da poche decine di KHz a 22 MHz.

Un altro dato importante per la progettazione è il costo del transverter e quindi la possibilità di utilizzare il primo fornitore economico dello sperimentatore: il cassetto; vi ricordate le brache di Eta-beta, personaggio amico di Topolino, il mio cassetto.....

I componenti della parte digitale della sintesi sono quasi di mezza età, il comparatore di fase è un MC4044; è stato il comparatore fase frequenza dei miei primi sintetizzatori per i TX in banda 2° (FM broadcasting) 1974 \ 1978.

Il prescaler, che divide per 10 il segnale del VCO, è il 95H90 (altro giovane ultra trentenne), con il canonico traslatore di livello ECL \ TTL.

Non da meno il divisore programmabile, realizzato con i vetusti 74LS192; l'applicazione circuitale è comunque innovativa (HI).

Front-end \ mixer

Nella versione iniziale era stato previsto un primo stadio attivo realizzato con un Norton (retroazione non dissipativa), in pratica (prova strumentale) il punto d'intercetta del terzo ordine, con lo stadio attivo, dava una prestazione del tipo “senza gloria e senza inganno”; in altre parole è stato un aumento di costo e non di prestazione.

Il problema evidenziato è causato dalla dinamica della prima IF non adeguata (FT290) e la terminazione del mixer che con il norton risultava aleatoria.

La soluzione vincente è stata individuata in un attenuatore da 5dB, prima del filtro passo basso che alimenta la porta RF del mixer.

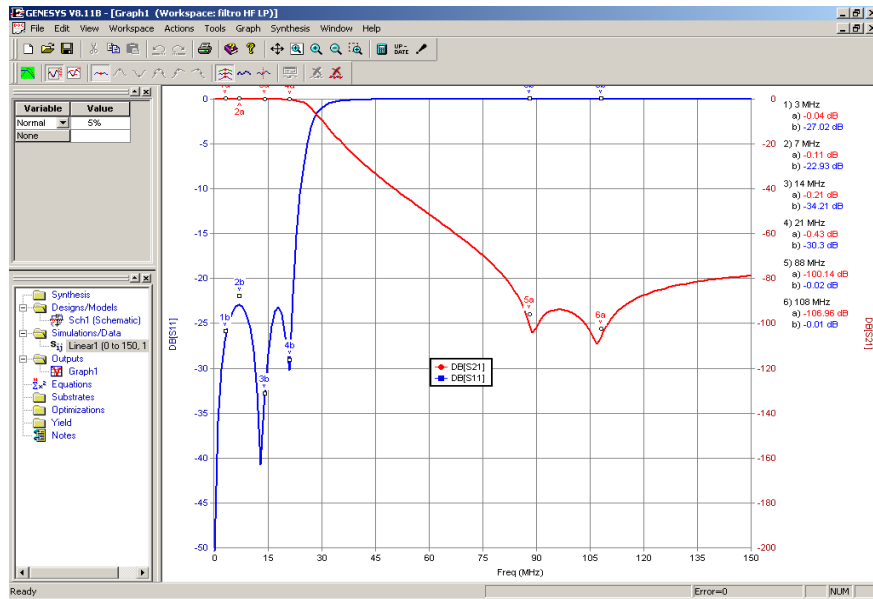
L'attenuatore ”termina”, insieme all'antenna, con una componente reale nella banda di funzionamento HF, il filtro passo basso.

Il mixer, di conseguenza, lavora in luogo parzialmente adattato, offrendo più resistenza ad intermodulare in presenza dei segnali intensi della propagazione notturna con antenna full-size (banda dei 40 metri).

Il filtro passo basso è con risposta di tipo “ellittica”, in altre parole il filtro è progettato a cinque poli a cui si aggiungono altri due in parallelo alle induttanze.

La risposta è con due notch nella banda FM broadcasting, con un’attenuazione di oltre 95dB; la banda non interessata da attenuazioni si estende fino a 22MHz con una perdita di ritorno migliore di -23dB.

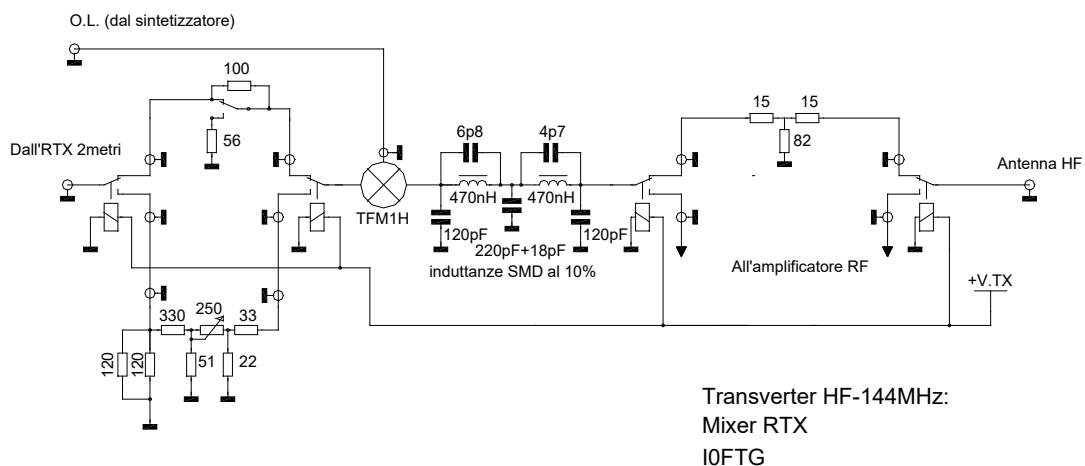
Simulazione filtro



Il mixer (TFM1H) è di tipo bilanciato, la porta dell’oscillatore locale è alimentata con una potenza di +17dBm (50mW), ha il contenitore in metallo che risulta un ulteriore ed utile schermo per il nostro impiego.

La porta IF è collegata all’ingresso RF dell’apparato FT290; tramite un commutatore manuale è possibile inserire un attenuatore per migliorare la resistenza ai segnali forti all’ingresso del “290”.

Schema elettrico



Quattro relè del tipo TQ2-12 realizzano la commutazione RX-TX riutilizzando per la trasmissione le parti nobili.

In TX, la potenza d'uscita del ricetrasmettitore 144MHz è caricata su 50 ohm, un resistore variabile, inserito in un attenuatore, regola l'ampiezza d'ingresso al mixer per la linearità ricercata.

Amplificatore larga banda con finale in grado di erogare 2W

L'amplificatore è formato da quattro dispositivi attivi recenti, la circuiteria è innovativa.

Il primo stadio è un MMIC (MAV11) che riesce ad erogare in linearità oltre 10dBm, il guadagno è di circa 10dB.

I due dispositivi che seguono realizzano un solo stadio amplificatore, con caratteristiche inusuali.

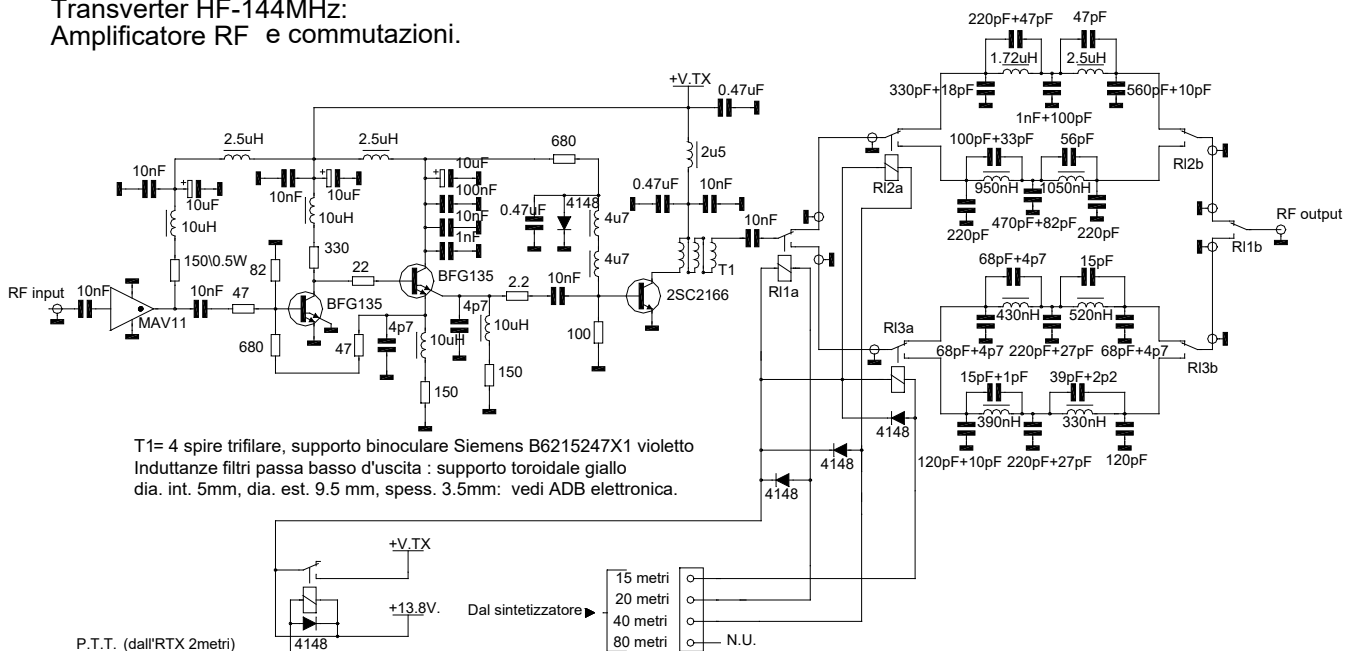
L'ingresso è prossimo ai 50 ohm, l'impedenza d'uscita è volutamente resistiva attorno 2.2 ohm ed è realizzata dal valore del resistore d'uscita; un'altra prestazione importante è il grado d'isolamento tra uscita ed ingresso di oltre 60dB; è eliminata di conseguenza ogni instabilità di funzionamento (il MAV11 non ha il funzionamento stabile sotto 50MHz).

Lo stadio finale è adattato in ingresso per oltre due ottave senza ulteriori trasformazioni; in uscita un trasformatore realizzato in un nucleo binoculare, permette di erogare, nelle quattro bande, una potenza di circa +33dBm (2 Watt).

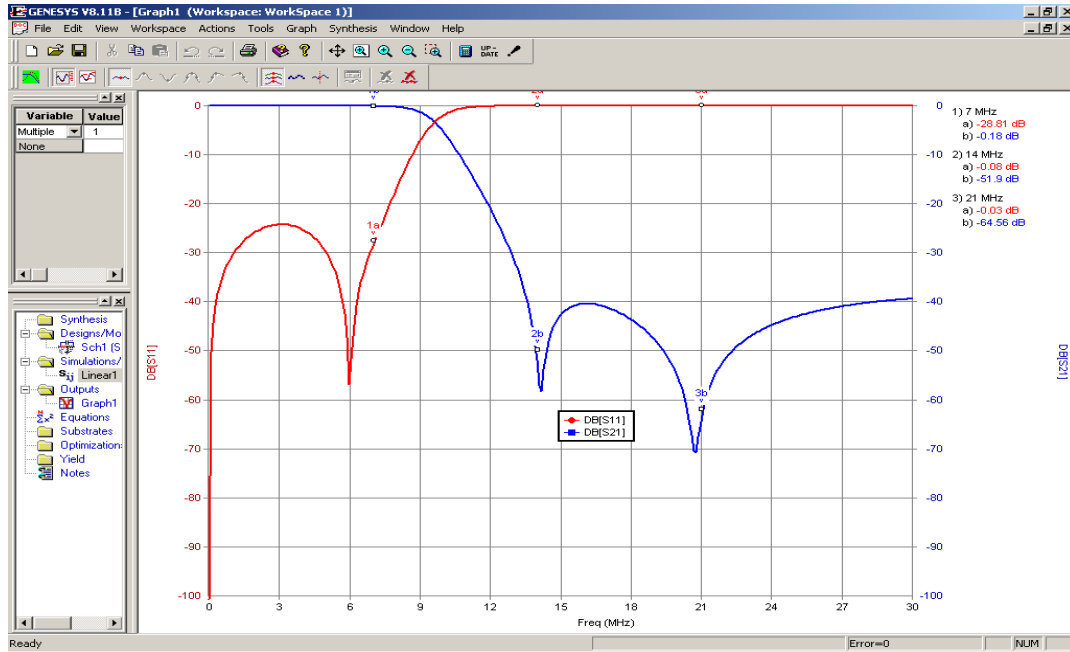
Tre relè TQ2-12 inseriscono il filtro passo basso rispettivo alla banda in cui vogliamo operare, la commutazione è studiata in modo da limitare l'emissioni in bande non amatoriali, nel margine del passo di frequenza (2 MHz), tramite l'informazione trasmessa dalla sintesi,

Schema elettrico

Transverter HF-144MHz:
Amplificatore RF e commutazioni.



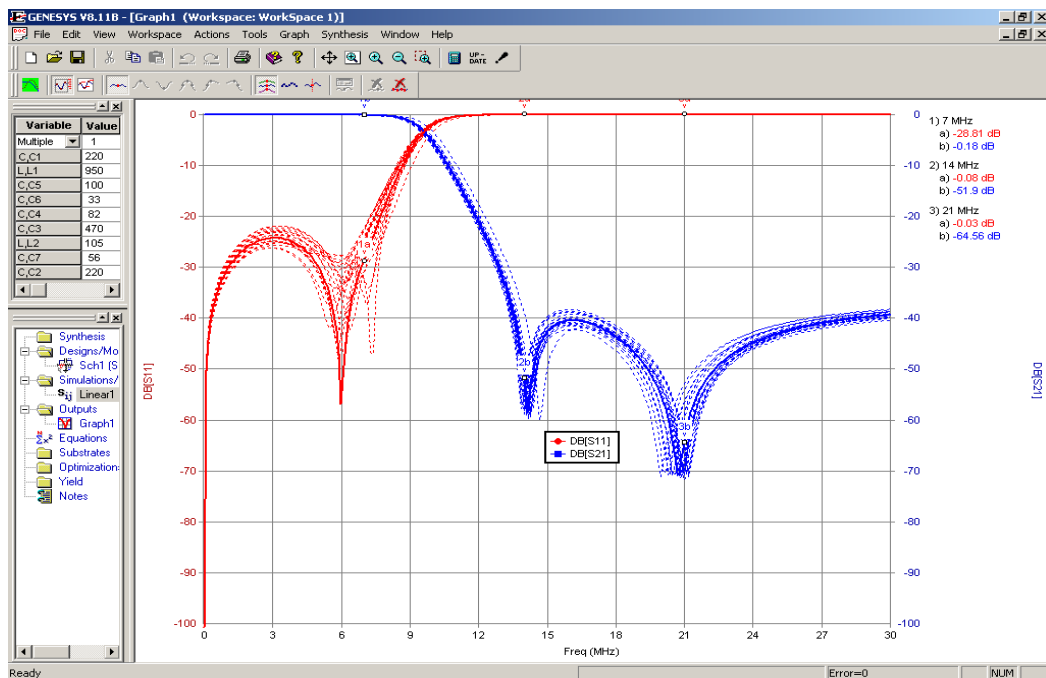
Simulazione per il filtro passo basso per i 40 metri



La simulazione mostra la metodologia per la progettazione dei filtri d'uscita.

La perdita d'inserzione nella banda d'interesse è minore di 0.2dB, la perdita di ritorno è migliore di -23dB.

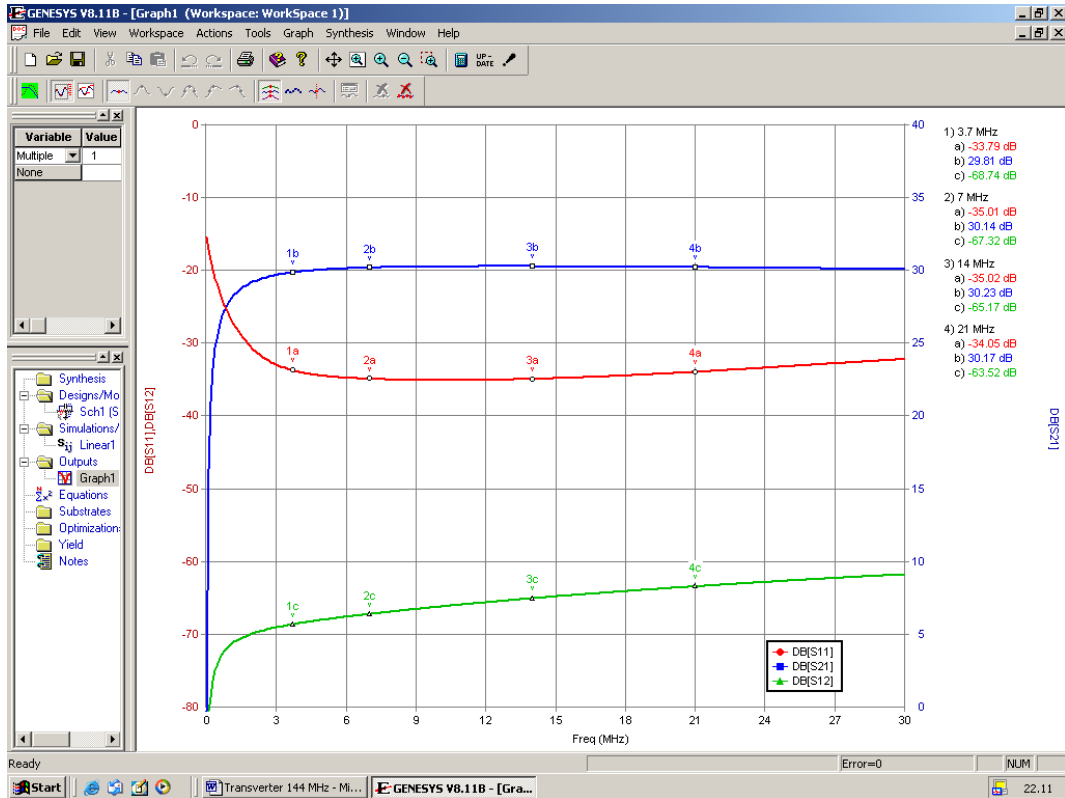
I due notch agiscono severamente nella seconda armonica (14MHz) e nella terza armonica (21MHz).



Analisi Monte Carlo

L'analisi con il metodo Monte Carlo, sopra rappresentata, consente di valutare la risposta nel caso che i valori dei componenti abbiano una variazione (il test è stato condotto con un delta del 5%). Tutto questo consente di scoprire le criticità sui componenti.

Lo stadio amplificatore con due BFG135



La simulazione riporta la risposta dello stadio amplificatore che adatta l'ingresso del finale a 2.2 ohm

La curva blu è il guadagno (30dB), la curva rossa è la perdita di ritorno in ingresso, in altre parole il dispositivo MAV11 lavora in condizioni "ideali" con oltre 33dB di perdita di ritorno.

La curva verde è l'isolamento tra uscita ed ingresso (oltre -60dB), quello che in gergo chiamiamo "return-gain".

Sintesi di frequenza

L'oscillatore comandato in tensione è realizzato con un BFR96S con il circuito oscillante di tipo serie; l'induttanza è una bobina tipo BV5036 della Neosid, la capacità variabile è realizzata con due diodi varicap BB621.

L'uscita, tramite un partitore capacitivo ed un divisore a due vie resistivo, pilota, da una parte, l'amplificatore realizzato con un MMIC tipo ERA5, dall'altra il circuito digitale che realizza la sintesi di frequenza.

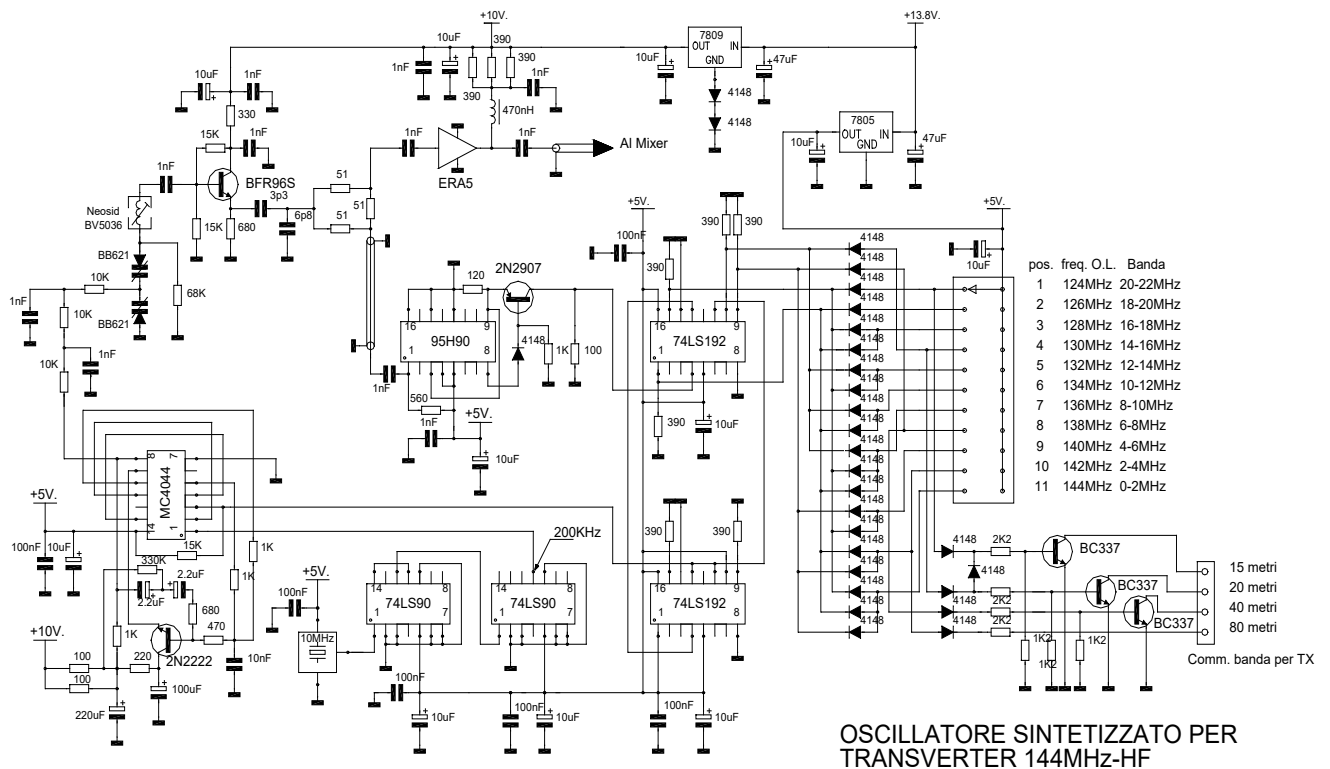
Il divisore programmabile è realizzato con una divisione fissa per 10 (prescaler 95H90) ed una parte variabile con due 74LS192; il comando è comunque su un solo 74LS192 realizzato con una matrice a diodi e commutatore ad 11 posizioni.

Dal commutatore è derivato il comando che abilita il filtro d'uscita in TX.

L'oscillatore di riferimento è realizzato con un ibrido, per schede computer, funzionante a 10MHz, due divisori fissi realizzati con il 74LS90 forniscono la frequenza di comparazione di 200KHz al dispositivo MC4044.

Il filtro di "loop" è realizzato con un transistor 2N2222 che pilota l'amplificatore interno al comparatore e relativi componenti passivi.

Schema elettrico



Non sono stati realizzati i circuiti stampati, il montaggio è stato effettuato con varie tecniche. La sintesi, completa di commutatore e parte RF, è in un “mille fori” con fori metallizzati, una cornice (bandella) di ottone, alta circa 25mm, e due coperchi realizzano il suo contenitore schermato.

L’amplificatore è realizzato dentro un contenitore in ottone di forma rettangolare (solita bandella e coperchi), il montaggio è realizzato tramite strisce di FR4 da 0.8mm per la lunghezza necessaria e i componenti che sono del tipo SMD.

Lo stesso è per il front-end \ mixer.

La prova in aria.

La banda della verità, per i ricevitori HF, è quella dei 40 metri cominciando l’ascolto almeno un ora prima dal tramonto.

Più severo è far coincidere tutto questo con un contest a partecipazione mondiale.....

È stato impressionante il risultato, la ricezione risultava pura da interferenze da intermodulazione ed era un piacere sentire gli Stati Uniti in banda broadcasting con certi segnali accanto da paura.

Il filtro di media del 290, la mancanza di non poter stringere la banda IF si sentiva, ma non era poi indispensabile in SSB.

Con i 2W e il dipolo, sempre in 40 metri e verso sera, ho collegato uno SM a cui ho comunicato le condizioni di lavoro.....il QSO è terminato dopo una buona mezz’ora di dati tecnici sul transverter.

La costruzione è da sconsigliare al neofita che non è assistito da una persona già “iniziata” e con un minimo di strumentazione.

Buon lavoro, 73s, Pippo IOFTG

ftg.gristina@tin.it