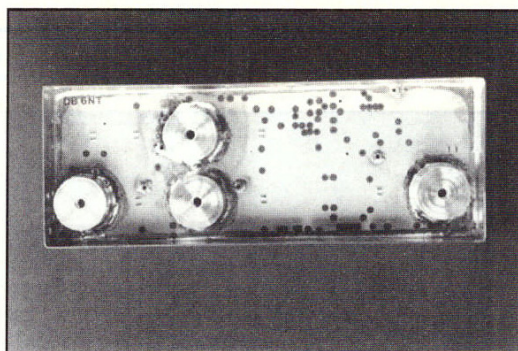


## Stazione downlink a 10,5 GHz per Phase-3D



## Premessa

Questa puntata è dedicata alla realizzazione meccanica del transverter DB6NT modificato per 10451 MHz.

Il successo finale dipende in gran parte dalla preparazione del PCB, dalla saldatura delle cavità, dalla tecnologia usata per le saldature e da molti dettagli costruttivi.

Per rendere la decrizione più chiara si useranno molte immagini fotografiche che mostrano in sequenza le fasi più importanti del montaggio meccanico.

Per prima cosa controllare accuratamente la fornitura dei componenti del KIT riscontrando sulla lista che ci siano tutti. Più tardi procederemo a una verifica più approfondita.

## Montaggio meccanico

1) La scatola standard Nr 45 di provenienza DL, ha le seguenti dimensioni esterne misurate col calibro e sui coperchi chiusi.

Larghezza = 55,5 mm; lunghezza = 148 mm; altezza = 30mm.

Lo spessore del lamierino stagnato è 0,5 mm e, quindi, le misure interne utili risulteranno circa: larghezza=53,5 mm; lunghezza=146 mm; altezza=28 mm.

Le fiancate sono due L che vanno saldate fra loro per formare il contenitore.

Il lato corto di ciascuna L è anche ripiegato a 90 gradi sul bordo estremo.

Queste piegature devono venire nell'interno come si vede in **foto 1**.

La scatola deve essere saldata piana e non svergolata. Per ottenere il parallelismo delle fiancate bisogna infilare le due L in uno dei coperchi e dopo aver allineato le quattro pareti, dare un punto di saldatura appuntando le due pieghe sul lato rivolto a noi.

Togliere il coperchio, infilarlo dalla parte opposta e appuntare le altre due pieghe. Ora la scatola sarà piana e allineata.

Usando un saldatore da 100 W saldare con cautela le due piegature interne per tutta la lunghezza dello spigolo, usando pochissimo stagno.

2) Siccome il PCB è leggermente più grande dell'interno della scatola, bisogna

**Foto 11 (nel titolo) - Le quattro cavità sono state saldate e il PCB è stato accuratamente pulito della colofonia usando un solvente.**

rifilare i suoi bordi affinché vi entri un po' forzato ma non troppo.

L'Ultralam 2000 è molto morbido e duttile, e così i lati del PCB si possono rifilare perfettamente con un tagliabalsa tipo X-ACTO, **foto 2**, reperibile nei negozi di modellistica o cartolerie.

Se il tagliabalsa non c'è, i bordi si possono ridurre sfregandoli alternativamente su un foglio di carta vetrata, tenendo il PCB a lama di coltello.

L'uso della morsa e della lima non è raccomandabile in quanto la lima scivola sull'Ultralam e, salvo proteggere le ganasce della morsa con due tavolette, si possono anche formare impronte pericolose sul PCB.

I due spigoli del PCB in corrispondenza delle pieghe interne della scatola vanno asportati col tagliabalsa.

**3)** Senza saldare nulla, posizionare il PCB in modo che la faccia del rame, dove verranno montate le quattro cavità, disti esattamente 15,5 mm dal bordo della scatola.

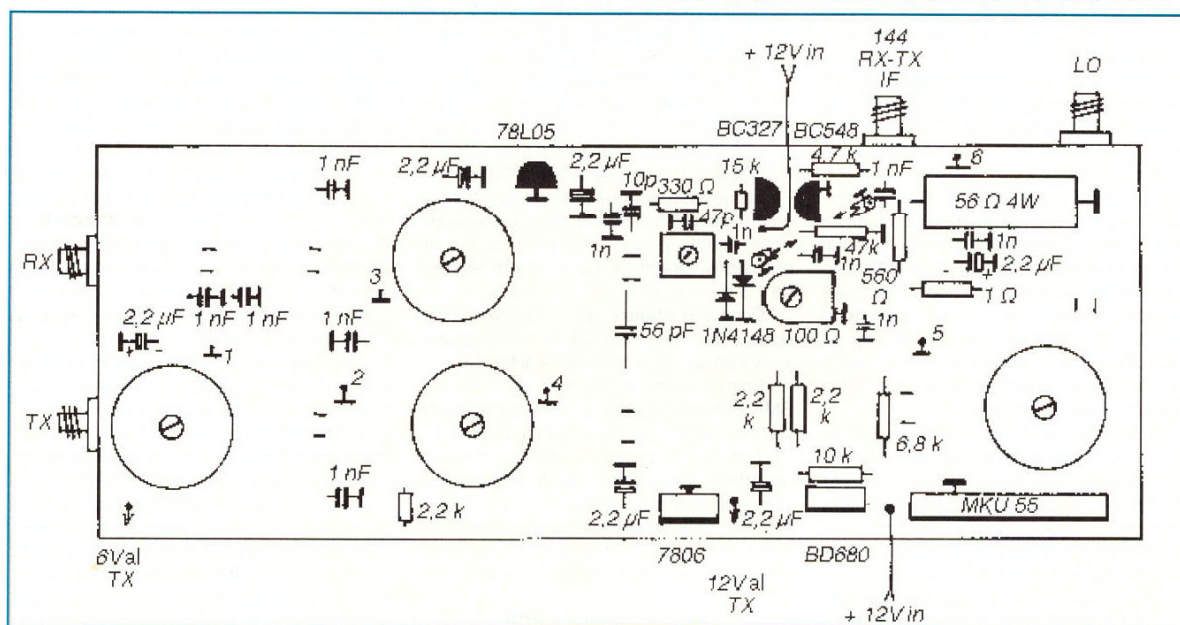


Fig. 1 - Transverter 10 GHz DB6NT 7.90: Disposizione dei componenti sulla superficie rame. Da notare le fessure per il passaggio dei source disegnate con due barrette orizzontali affiancate e la posizione dei ribattini disegnati col simbolo della terra e numerati da 1 a 6. Il resto è evidente.



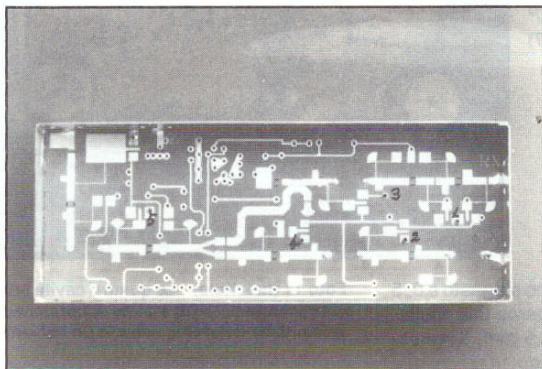


Foto 1 - Circuito stampato già forato e saldato nella scatola. Nei fori più grossi, contrassegnati da 1 a 6, vanno infilati i ribattini da 2 mm.

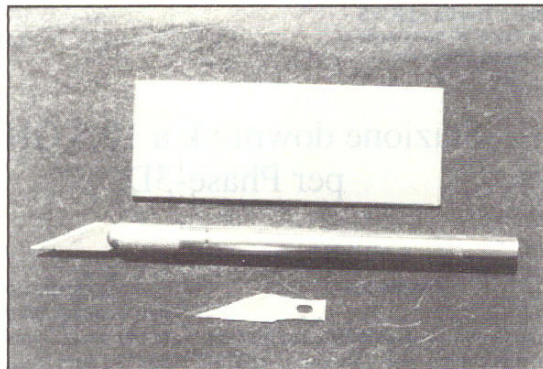


Foto 2 - Tagliabalsa X-ACTO con lama Nr 11 adatta al taglio dei PCB in teflon

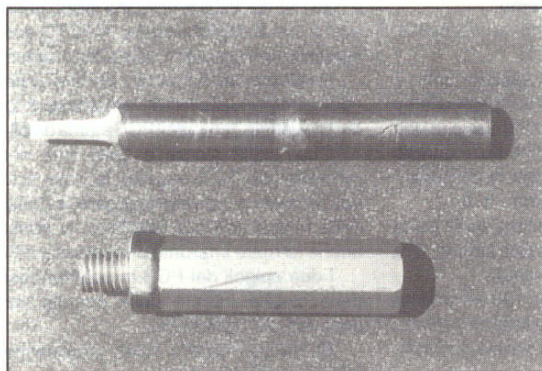


Foto 3 - Scalpello con tagliente largo 2 mm per praticare le fenditure, ricavato da una punta per trapano da 5 mm. Sotto, un attrezzo per accorciare le viti delle cavità senza rovinare i filetti nella morsa.

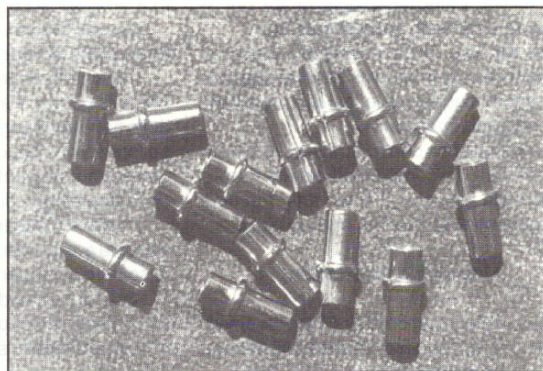


Foto 4 - Spilli da 2 mm per circuiti stampati usati come ribattini cavi per riportare le piste a massa.

Cio è molto importante perché l'altezza delle cavità è 11,5 mm, ma fra cavità e coperchio ci deve rimanere uno spazio libero di 4 mm che serve per la regolazione delle viti di taratura. Se la distanza è minore di 15,5 mm, a taratura ultimata, il coperchio non si potrà chiudere.

Siccome lo spessore del PCB è 0,78 mm, ne consegue che la faccia opposta lato piste disterà circa 12 mm dal bordo della scatola.

Con la distanza di 12 mm si potranno creare delle instabilità quando si monta il coperchio metallico. A questa frequenza infatti, l'interno della scatola si comporta da guida d'onda e i segnali vanno avanti e indietro facilmente dall'uscita all'entrata, ma a questo ci sarà il rimedio.

4) Usando un pennarello sottile, segnare all'esterno della scatola i quattro punti di foratura degli spilli dei connettori SMA per RX, TX, LO, IF, nonché dei quattro condensatori passanti da 1 n. Le misure vanno fatte col calibro e con riferimento alle rispettive piste del PCB e fig. 1. Estrarre il PCB e, usando un bulino bene appuntito, punzonare i centri dei buchi da forare infilando la scatola in un quadrello di legno duro bloccato in una morsa.

5) I connettori forniti per TX e RX sono due SMA. Per la IF a 144 MHz e per LO il KIT

fornisce due connettori SMC ma è meglio non usarli e unificare tutto a SMA.

Gli SMA dorati si possono saldare direttamente alle pareti esterne della scatola e tutto intorno alla flangia, ma è preferibile avvitarli usando viti inox da 2 mm lunghe 6 mm, Codice RS 526-906, e dadi Codice RS 527-218.

In tale caso bisogna praticare quattro fori da 2,5 mm per avvitare la flangia alla parete della scatola e, per centrare i buchi con precisione, faremo prima il solo foro centrale da 1,3 mm per lo spillo.

Dopo aver infilato lo spillo in questo buco di guida, si marcheranno i quattro fori col pennarello usando la flangia come dima di foratura.

Solo ora, tutti i fori centrali dei connettori SMA andranno allargati a 4 mm usando punta da trapano con diametri crescenti di 0,5 mm.

Tutte le ribave interne dei buchi vanno asportate usando una punta da trapano da 6 mm girandola fra le dita come una fresa e siccome questo attrezzo serve in continuazione è bene accorciare parecchio il gambo della punta per farla entrare dovunque.

### Preparazione del PCB

1) Prima di forare il PCB in corrispondenza degli occhielli di fig. 2, sarebbe opportuno

argentarlo. Siccome non è possibile fare agevolmente l'argentatura elettrolitica, si deve ricorrere a quella chimica. Ho impiegato il composto professionale Ecomag usato dagli artigiani orafi, ma prodotti simili sono disponibili presso la Ditta Metalli Preziosi di Milano.

Questa polvere bianca, a base di nitrato di argento, cremore di tartaro e altri additivi stabilizzanti, viene sfregata sulla superficie del rame con un batuffolo di ovatta bagnato passandola più volte finché la superficie diventa di un bel colore giallo biancastro che, dopo risciacquo, assomiglia alle classiche argentature americane.

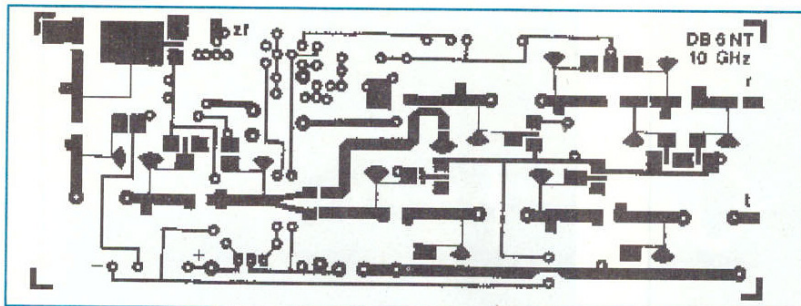
Ecomag resiste benissimo alle saldature e non si annerisce neppure all'esterno formando il cosiddetto "Silver Tarnish".

L'argentatura va fatta prima di praticare i buchi per evitare che la polvere di Ecomag si infili nei fori dentro gli occhielli del PCB.

Prima di argentare il PCB bisogna pulirlo con ovatta imbevuta di acetone per rimuovere la vernice protettiva e inoltre le due facce vanno lustrate delicatamente, una passata e basta, con un batuffolo di ovatta e uno dei tanti composti abrasivi in polvere per lucidare stoviglie, fino a portare il rame a nudo.

Per forare il PCB con precisione, e per evitare che la punta da 0,8 mm scivoli via,





bisogna marcare, con un ago sottile, il centro di tutti gli occhielli visibili sulle piste di **fig. 2**.

In tal modo la punta del trapano, centrata sugli occhielli, uscirà dalla parte opposta del PCB, esattamente al centro delle rispettive isole rotonde, già previste dal costruttore e fatte per fotoincisione asportando il rame.

Queste isole sono destinate al passaggio dei terminali dei componenti che vengono infilati dalla faccia del rame e che devono raggiungere gli occhielli sulle piste sottostanti.

Solo due di questi fori dovranno riportare a massa i rispettivi occhielli delle piste e perciò, in questo caso, il buco corrispondente uscirà direttamente sul rame.

I fori destinati alle masse, e visibili in **fig. 1**, sono tutti contrassegnati con un puntino e una stanghetta come il simbolo della terra.

Sei di queste masse servono per gli estremi dei potenziometri SMD da 10 K che si appoggiano su isole quadrate di rame. Queste sei isole si trovano molto vicine alle cavità e vanno forate a 2 mm per inserirvi un ribattino.

Se i ritorni a massa che attraversano il PCB fossero fatti in filo di rame pieno, la saldatura dei potenziometri SMD risulterebbe difficile per via dell'abbassamento di temperatura dovuto al calore sottratto al saldatore dalla notevole massa delle cavità vicine.

Per limitare la conduzione di calore, la saldatura di un estremo dei potenziometri sulla massa, va fatta appunto saldandolo sulla testa di ribattini cavi da 2 mm (**foto 4**) che hanno bassa inerzia termica.

Per facilitare la loro ubicazione sul PCB, questi ribattini sono stati identificati con un numero da 1 a 6 visibile in **fig. 1** e **foto 1**.

Se si trovassero ribattini di diametro inferiore sarebbe meglio e fortunatamente l'ultimo catalogo della DEM (Down East Microwave Inc) riporta alcuni tipi cavi di diametro da 0,03", 0,062", 0,09", e di lunghezze variabili, che costano 2 dollari per 25 pezzi.

I ribattini cavi sono usati dai fabbricanti di borse e scarpe ma non si vendono facilmente in piccole quantità e così, non trovando altro, ho usato i comuni spilli cavi da 2 mm che si infilano nelle schede per saldarci i fili di cablaggio e che vanno bene ugualmente perché in questo caso non hanno alcuna funzione meccanica.

Come norma generale di foratura del PCB è utile ricordare che, a differenza della vetronite G-10, l'Ultralam 2000 è molto morbido e, quando si segnano i punti da forare, bisogna batterci piano per non ribordare il rame degli occhielli.

Io uso un grosso ago da cucito, diametro 1,3 mm sotto la cruna, che, essendo molto affusolato e sottile in punta, permette di centrare l'occhiello alla perfezione.

E' molto importante forare usando punte nuove da 0,8 mm. Quelle da 1 mm fanno fori troppo larghi per i terminali dei componenti e quelle vecchie o riaffilate forano storto e sbavano.

Usare un piccolo trapano a bassissima velocità per PCB o modellistica tipo Minicraft alimentato a 5V DC.

Per evitare che la punta sfondi il PCB, spesso solo 0,78 mm, sbavando il teflon o il rame sottostante, bisogna esercitare sul trapano la minima pressione possibile appoggiando il PCB su un fondo duro di compensato.

In ultimo, controllare tutti i fori sotto la lente e togliere le eventuali sbavature del rame passandoci sopra l'unghia del pollice fino a spianarle.

A lavoro finito ripulire tutti i fori con un ago da cucito. Gli spilli non vanno bene perché la punta non è conica e allarga i fori.

**2)** Le cavità vanno saldate dopo aver montato e saldato il PCB nell'interno della scatola, e quindi per ogni cavità bisogna tracciare un cerchio che indichi con precisione il punto dove appoggiare e centrare i bordi dei bicchieri.

Col PCB già saldato in opera dentro la scatola, la tracciatura risulta difficile e perciò questa va fatta prima.

Operando sulla faccia rame del PCB, prendere la mezzeria fra i fori dei lanciatori e segnare il centro con un ago.

Ora bisogna modificare un compasso da disegno in uno per tracciatura e basta sostituire la mina della matita con una punta metallica acuminata, affilando alla mola il gambo di una punta da trapano da 2 mm.

Siccome il diametro esterno delle cavità è 18 mm, misurare con precisione e col calibro una distanza di 9 mm di raggio fra le punte del compasso tracciatore.

Cominciare a fare dei cerchi di prova da diametro 18 mm su un pezzo di vetronite ramata.

**Fig. 2** - Circuito stampato 145 x 53 mm in Ultralam 2000 con Er=2,5 e Spessore=0,79 mm. Le isole quadrate da forare per inserire i ribattini da 2 mm sono più evidenti in Foto-1 ove sono già forate e numerate da 1 a 6. Tutti gli occhielli vanno forati a 0,8 mm come descritto nel testo.

Quando il cerchio viene di 18,2 mm precisi, passare sul PCB e, punta al centro dei lanciatori, tracciare con discreta pressione i cerchi di posizione per le 4 cavità.

**3)** Come si vede da **foto 1** e **fig. 1**, tutti i source dei GaAsFET vanno infilati in tagli praticati sul PCB che lo attraversano riportando a massa i due terminali sul rame sottostante.

Questi slot, disegnati anche in **fig. 1** con due barrette orizzontali affiancate, vanno fatti usando uno scalpello ricavato molando una punta da trapano da 5 mm come in **foto 3** in modo che la larghezza del tagliante sia 2 mm.

Per inciso, la figura dell'attrezzo sottostante con colonnina e dado, ci servirà poi per tagliare a misura le viti da 4 mm delle cavità senza rovinare i filetti nella morsa.

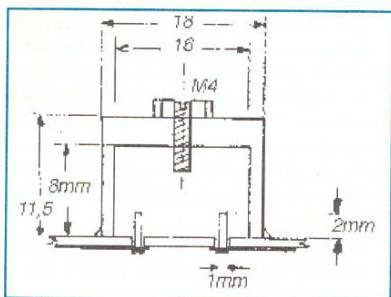
Le fenditure sul PCB vanno fatte dopo un po' di esercizio della mano su materiale di prova per dosare il colpo del martello. Per non sfondare l'Ultralam, il PCB va appoggiato su una superficie piana, ma dura e levigata come una mattonella o un marmo e mai legno.

Come si vede da **fig. 4** e **foto 1**, la distanza fra due fenditure deve essere pari alla larghezza delle piste e deve essere la minima possibile, che si ottiene piegando delicatamente e direttamente a 90° le linguette dei due source piegandole proprio sul case del GaAsFET. Come si vedrà nel montaggio elettrico, la minima distanza fra i due slot è molto importante.

**4)** I sei ribattini di **foto 4** vanno montati sul PCB prima di saldarlo nell'interno della scatola.

Col seghetto da traforo tagliarli sotto il battente e asportare i 4 mm della parte più lunga.

Resterà il battente coi 2 mm di parte più corta. Il ribattino verrà infilato nel PCB col



**Fig. 3** - Sezione della cavità. I lanciatori da 1 mm sono introdotti per 2mm nel suo interno.



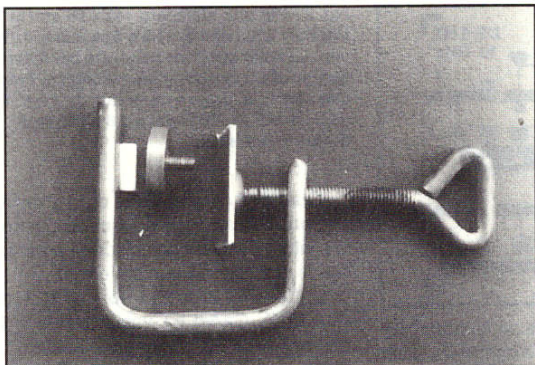


Foto 5 - Morsetto per hobbistica attrezzato per la saldatura delle cavità sul PCB come descritto nel testo.

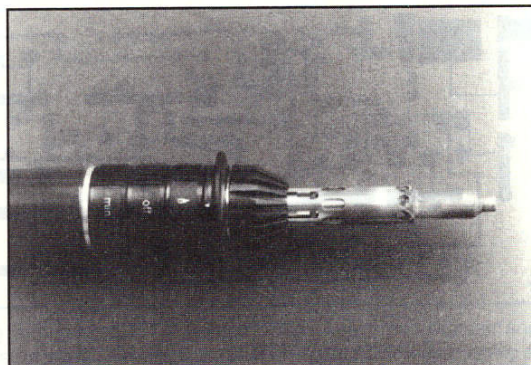


Foto 7 - Torcia a gas per aria calda descritta nel testo usata per saldare le cavità.

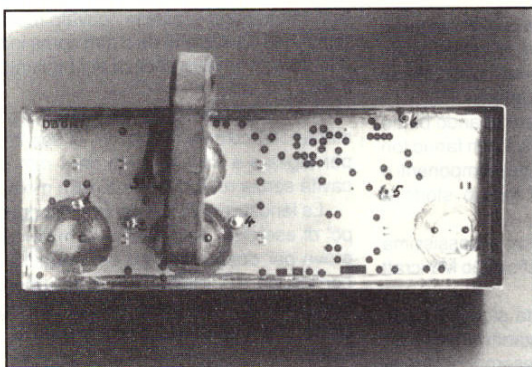


Foto 8 - Il morsetto tiene bloccata la cavità da saldare. Si vede che il PCB lato rame è saldato in continuo per tutta la lunghezza delle pareti. Sono visibili i lanciatori delle quattro cavità, i ribattini, gli slot per i source dei GaAsFET e le isole per i terminali passanti dei componenti.

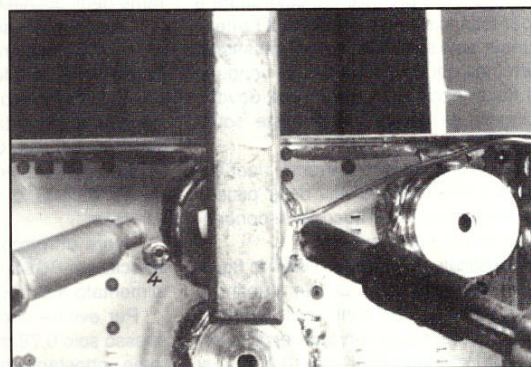


Foto 9 - Fase di saldatura della cavità. A sinistra la torcia ad aria calda riscalda la massa metallica mentre a destra il saldatore fonde il filo di stagno guidato da un aiutante.

battente dalla parte del rame. La parte cilindrica spunterà per circa 1 mm sulla pista opposta.

Saldare il ribattino prima dal lato battente e poi dal lato pista. Ravnivare a stagno il suo interno riempiendo il buco di stagno e poi svuotarlo scuotendolo subito a caldo e decisamente.

### Saldatura del PCB nel contenitore

1) Avvitare i quattro connettori SMA e posizionare il PCB in modo che le rispettive piste si appoggino sugli spilli dei connettori. Dopo aver allineato le distanze rispetto ai bordi della scatola, praticare alcune appuntature fra superficie rame e pareti interne della scatola.

Una appuntatura al centro del lato lungo e una al centro del suo opposto. Una appuntatura al centro del lato corto e un'altra al centro del suo opposto. Se ci saranno disallineamenti è così facile dissaldare l'appuntatura sbagliata.

Se tutto è allineato, aumentare il numero di appuntature con lo stesso criterio fino a rendere il PCB inamovibile.

Svitare i quattro connettori SMA, e questo è il motivo per cui è bene che siano avvitati e non saldati.

Con un saldatore a resistenza da 150 W e punta piatta, del tipo usato dai bobinatori di motori elettrici, saldare in continuità e per tutta la lunghezza le pareti della scatola con la superficie del PCB lato rame.

L'unico punto da saldare a massa dal lato piste si trova a sinistra del connettore SMA per la IF RX/TX a 144 MHz.

Questo punto porta anche un ribattino cavo ed è destinato alla massa di uno dei potenziometri da 10 K.

Nel saldare il PCB all'interno della scatola usare poco stagno a bassa temperatura di fusione.

La lega Sn-Pb 60/40, come si vede dal diagramma di stato, Cap 24-6 dell'Handbook ARRL, è quella che fonde a temperatura di 361°C, che è la più bassa per lega Sn-Pb.

2) Ora bisogna montare i lanciatori. Quelli forniti col KIT, visibili in **fig. 3**, sono dei chiodini argentati da 1,3 mm con battente e punta spianata che si infilano con una certa forza nei fori da 0,8 mm e sporgono esattamente per 2 mm dal lato rame e dentro la cavità. I battenti dei lanciatori si appoggiano sulle microstrisce lato piste ed assicurano che i lanciatori vengano montati dritti.

I battenti vanno saldati alle piste con un velo di stagno. Chi non avesse i lanciatori originali dovrà usare filo di rame argentato da 1 mm. L'estremità andrà spianata e infilata dal lato pista finché sporga di 2mm dal lato rame e quindi dentro la cavità.

Fare le misure col calibro perché se i lanciatori, detti anche "post", sono troppo lunghi, la cavità risulta di banda larga. Se sono corti la banda si stringe ma la perdita di inserzione aumenta.

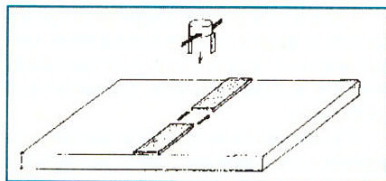
Tagliare col tronchesino la parte di filo in più e, tenendo il lanciatore fermo e diritto con una pinzetta, saldare il filo sulla pista.

3) Per saldare le cavità sul PCB bisogna munirsi di un morsetto per hobbistica come in **foto 5**. Questo ci serve per bloccare le cavità come in **foto 6**, onde evitare che il bicchiere metallico scivoli sul piano durante la saldatura.

Il pezzetto di vetronite che si vede nel morsetto si mette sotto il PCB a protezione delle piste, in corrispondenza dei lanciatori mentre la vite gira.

Il cilindro di rame, con vite da 4 mm in **foto 5**, si avvita al posto di quella di taratura e ci serve come punto di applicazione della fiamma della torcia a gas per non rovinare la cavità e poter





trasmettere il calore alla massa metallica.

Il cilindretto appoggiato sotto il morsetto di **foto 10** è un pezzetto di teflon ricavato da un connettore SMA lungo e serve a non disperdere calore attraverso il braccio metallico.

**Foto 6** mostra la cavità già stretta nel morsetto e si vede anche che il PCB sottostante è stato rinvivato precedentemente con un velo di stagno.

Anche la superficie del bordo inferiore della cavità va rinvivata a stagno prima di appoggiarla sul rame.

Usare un saldatore da 150 W, e applicare sulla superficie del bordo da saldare un velo sottile di stagno facendo attenzione a che questo non penetri dentro il bicchiere.

Prima di scaldare la cavità è importante togliere tutte le viti. **Foto 6** mostra anche i due lanciatori e i tre ribattini precedentemente montati, mentre **foto 8** fa vedere tutti i lanciatori in opera, i fori da 0,8 mm che escono al centro delle isole, i sei ribattini in opera, gli slot dei source e due fori da 0,8 mm che riportano a massa determinati componenti.

Per fare la saldatura delle cavità ci vuole una torcia a gas del tipo in **foto 7**, Codice RS 516-173. Il beccuccio adatto per aria calda è da 5,7 mm e ha codice RS 517-766.

**4)** La saldatura delle cavità, come risulta da **foto 9**, oltre alla torcia a gas, richiede anche l'uso di un saldatore da 100 W e la collaborazione di un aiutante che deve distribuire il filo di stagno. Cio è ovvio perché chi salda ha le mani impegnate, con torcia a sinistra e saldatore a destra.

Le due cavità più difficili da saldare sono quelle ai due angoli, perché la scatola tende a dissipare calore e per fare la mano è meglio cominciare con le due al centro.

Dopo aver verificato per bene la centratura della cavità in corrispondenza della tracciatura del cerchio, stringere il morsetto, ma non troppo, per non deformare il sottostante PCB.

Si inizia a scaldare la cavità tutto intorno con l'aria calda (**e non con la fiamma**).

Se l'aria è ben regolata non ossida le superfici e raggiunge 600°C con potenza di 135 W.

Quando si vede che il filo di stagno appoggiato sul bordo fra cavità e PCB comincia a fondere scorrendo senza fare palline, allora appoggiare in quel punto il saldatore da 100 W come in **foto 9** e camminare contemporaneamente con lo stagno e per 360° con movimento lento e costante, senza fermarsi mai o sollevare la punta del saldatore.

In questo modo il cordone di saldatura verrà uniforme, brillante e senza onde, ma

**Fig. 4 - La distanza fra le fenditure eseguite con lo scalpello di Foto-3 deve essere pari alla larghezza delle piste.**

molto dipende anche dall'abilità di chi sposta lo stagno sotto la punta del saldatore.

Non esagerare con lo stagno per evitare che questo si infili sotto la cavità formando grumi che aumentano la perdita di inserzione.

Anche i punti lasciati non saldati, o saldati falsi, aumentano l'attenuazione, e proprio per questo le due cavità sugli spigoli delle pareti richiedono particolare cura perché lo spazio per infilarci la punta del saldatore è molto limitato.

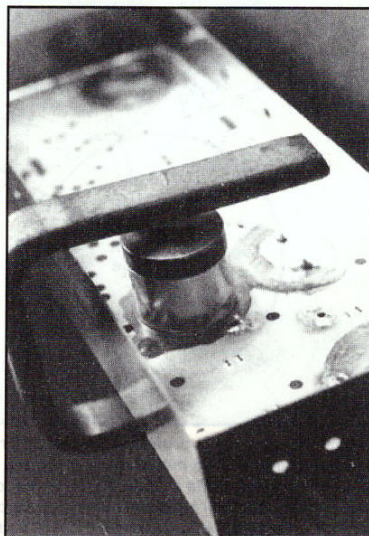
La saldatura delle cavità è l'operazione più importante perché la resistenza di contatto nel punto di appoggio sul rame, dove la corrente è massima, deve essere la più bassa possibile e ciò si ottiene solo se nei punti a contatto si formano due strati di lega fra stagno e metallo da saldare, con lo stagno al centro, come raffigurato su ARRL Handbook Cap. 24-6.

**Foto 10** mostra una delle cavità a fine saldatura e **foto 11** il PCB con tutte le cavità saldate in opera.

**5)** Con una lente di ingrandimento controllare intorno alle cavità la qualità delle saldature e misurare col tester che, durante il forte riscaldamento, nessun lanciatore si sia staccato o andato a massa.

Chi usa i lanciatori originali col battente non rischia che questi si siano storti o dissaldati cadendo dentro la cavità. Chi usa il filo di rame da 1 mm può rischiare di tutto e deve fare i seguenti controlli.

Anche senza vite di taratura i lanciatori nell'interno della cavità non sono visibili.



**Foto 6 - Morsetto usato per tenere bloccata in posizione la cavità prima di iniziare la saldatura. Le superfici da saldare sono state rinvivate a stagno. Sono visibili due lanciatori e tre ribattini già saldati in opera.**

Munirsi perciò di un pezzetto di filo di rame semirigido spogliato alle estremità.

Un estremo va al tester e l'altro estremo, ripiegato a 90°, si infila nel buco della cavità e si muove alla cieca con l'intento di intercettare i due lanciatori.

Se questi non si sono dissaldati, appoggiando l'altro puntale sulla pista rispettiva a un certo punto si troverà continuità unitamente a isolamento rispetto a massa.

Che un lanciatore in filo si dissaldi, scaldando l'esterno della cavità, è un evento raro ma è sempre bene controllare ora perché poi un lanciatore in meno sarebbe difficile da diagnosticare e i risultati sarebbero drammatici.

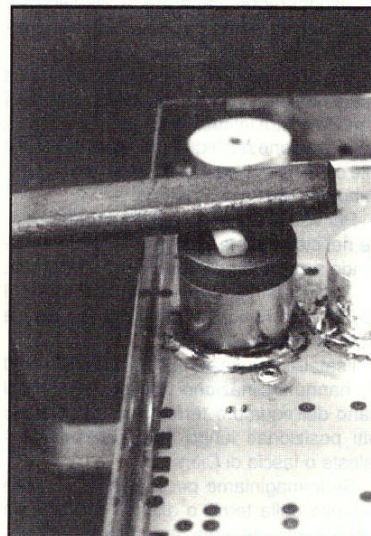
Se ciò accadesse, è sempre possibile far uscire all'esterno, attraverso il buco sulla cavità il lanciatore dissaldato e poi rimetterne un'altro infilandolo dal lato piste, ma la lunghezza interna precisa di 2 mm sarebbe poi difficile da misurare.

Saldare infine i quattro passanti da 1n e procedere a una pulitura accurata di tutto il PCB per asportare la colofonia dello stagno, usando batuffoli di ovatta imbevuti di solvente, fino a ottenere un aspetto come in **foto 1** e **11**.

Avvitare i quattro connettori SMA e in ultimo saldare i rispettivi spilli sulle piste usando pochissimo stagno.

Il montaggio meccanico è terminato e pur richiedendo moltissima cura e tempi di esecuzione lunghi, nonostante la prolissità di questa descrizione fatta apposta per chi comincia, rappresenta, come vedremo, il necessario presupposto per un buon montaggio elettrico e il successo finale.

**Continua. 7**



**Foto 10 - La saldatura della cavità è ultimata e lo stagno è distribuito in modo uniforme e senza ondulazioni.**







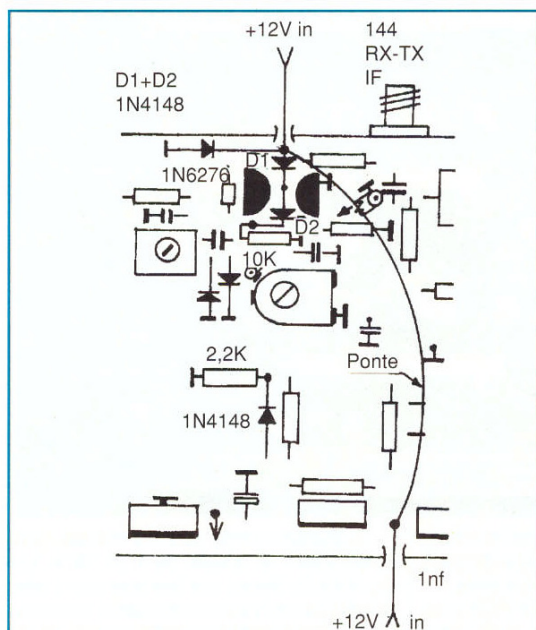


Fig. 2 - Disposizione dei componenti per la modifica alimentazione e commutazione RX/TX come da schema elettrico a pag. 58 RR 9/97. Riferirsi a fig. 1 pag. 45 R.R. 10/97. Sono stati scritti i valori dei soli componenti relativi alla modifica.

composta da un Digital Meter LC per misurare la capacità di tutti i condensatori, specie SMD, prima ancora di saldarli. Ottimo è il modello Zetamat di ADB.

Chi è già attrezzato per montaggi superficiali possiede certo uno dei tanti modelli di stazioni saldanti Weller, ma chi comincia basta che compri un saldatore a stilo produzione Taiwan da 40 W a 12 V cat. 703007 della Esco al modico prezzo di 11.000 lire.

L'importante è alimentarlo in AC mediante un trasformatore con secondario isolato staticamente dal primario e ciò si ottiene facilmente se primario e secondario sono avvolti su rocchetti separati e affiancati sul nucleo anziché sovrapposti uno all'altro.

In tal modo, se il corpo metallico del saldatore viene collegato a una buona terra, che non sia il classico conduttore centrale delle prese a 220 V di casa, ma per esempio un termosifone, si avrà la certezza di non distruggere i GaAsFET durante la saldatura.

Un altro attrezzo indispensabile per lavorare su componenti SMD è una grossa lente da banco con pantografo della Rima mod. 188 Marcucci diametro 120 mm da 3,5 diottrie.

Chi fa uso di occhiali potrebbe dotarli di un monocular magnifier 2.5 x magnification

**Foto 2 - PCB lato piste.** A sinistra MGF 1302 quadruplicatore LO. In basso a sinistra MGF 1302 amplificatore LO seguito dal divisore Wilkinson. In basso a destra MGF 1302 mixer TX. In alto a destra MGF 1302 o MGF 1303 mixer RX. Sono visibili i pot SMD da 10 K e le saldature componenti SMD.

schema elettrico in fig. 1, pag. 57 di R.R. 9/97 nonché del piano di montaggio in fig. 1, pag. 45 di R.R. 10/97 e della disposizione componenti SMD in **fig. 1** del presente testo.

Questi disegni vengono anche forniti col Kit ma è necessario studiare bene lo schema e il PCB cercando di correlare fra loro i componenti con le piste dello stampato, trasferendo mentalmente ogni componente nel punto dove andrà saldato e familiarizzandosi a visualizzare i terminali che attraversano il PCB da sopra a sotto le piste.

Cat.539-334 della RS, oppure del 3.5 x magnification Cat. RS 662-901.

Questi monoculari si applicano su una lente degli occhiali e possono essere ruotati di 90 gradi all'insù quando non servono, ma la lente da banco Rima è migliore perché ha una distanza focale molto più lunga che permette di frapportare comodamente pinzette e saldatore fra entrambi gli occhi e il campo di lavoro che viene anche illuminato da un tubo al neon circolare da 22 W / 220 V incorporato nel suo riflettore.

Per questi lavori ho ritenuto vantaggioso acquistare un KIT di 13 utensili per taratura bobine e trimmer, ma anche per gli usi più impensati, disponibile a modico prezzo da I2FHW Tel./Fax 02-99.05.06.01.

Prima di iniziare il montaggio e per non confondersi è opportuno fare una fotocopia ingrandita dello

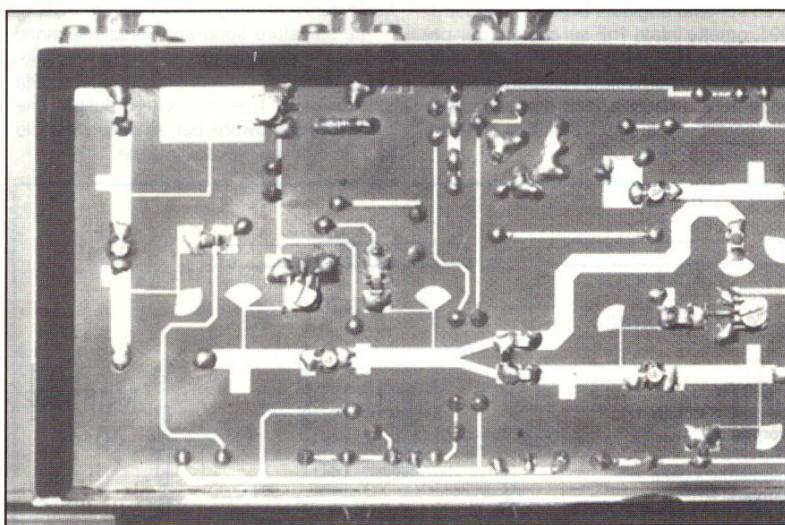
Quando tutto sarà chiaro si potrà iniziare il montaggio dei componenti i cui terminali vanno infilati dal lato rame verso le piste. Questi componenti sono elencati in **tabella 1**. Tutti i componenti SMD e i GaAsFET, lato piste, verranno montati in fase successiva e sono riportati in **tabella 2**.

Per non confondersi le idee, dopo aver saldato il singolo componente, ripassare lo schema elettrico con una matita rossa includendo i collegamenti e i simboli della componentistica via via saldata.

Ciò consente di riprendere il lavoro in tempi successivi senza dimenticare qualche componente o saldatura.

**Tabella 1**

Q.tà	Tipo	Serie	Valore
1	resistore 0,25W	0207/RC27	1 Ω
1	resistore 4,5 W	WK8	56 Ω
1	resistore 0,25W	0207/RC27	330 Ω
1	resistore 0,25W	0207/RC27	560 Ω
3	resistore 0,25W	0207/RC27	2,2 K
1	resistore 0,25W	0207/RC27	4,7 K
1	resistore 0,25W	0207/RC27	6,8 K
1	resistore 0,25W	0207/RC27	10 K
1	resistore 0,25W	0207/RC27	15 K
1	resistore 0,25W	0207/RC27	47 K
1	potenz. PT10LV		100 Ω
1	cond. ceramico RM	EGPU	10 pF
1	cond. ceramico RM	EGPU	47 pF
1	cond. ceramico RM	EGPU	56 pF
11	cond. ceramico RM	EGPU o Ahnl	1 nF
6	cond. tantalio	16 V	1 μF
1	induttanza Neosid	5061	115 nH
1	cavo coass. 50Ω 1,8 mm RG 316		ca.36 cm
1	diode TAZ 1N6276 o 1,5 SE 16 A		16V/1500 W
2	diode	1N4148	
1	transistor	BC548 o BC547b	
1	transistor	BC327	
1	transistor	BD680	
1	regolatore	7806	+6 V
1	transistor	78L05	+5 V
1	modulo regolatore	MKU55	+5 / -5 V
o similare presso ADB			





**Foto 3 • PCB lato piste. In alto a destra i due MGF 1302 degli stadi RX e in basso, da sinistra a destra, MGF 1302 mixer TX e MGF 1302 finale TX. Sono visibili i pot. SMD da 10 K e relative saldature dei componenti SMD.**

Il montaggio si comincia dai resistori ripiegando i loro terminali a 90 gradi e a misura di interfero.

I terminali lato piste vanno tagliati corti in modo che sporgano 1 mm, ma prima di tagliarli col tronchesino è bene frapporre un sottile foglio fra corpo del resistore e PCB in modo che durante la saldatura dei terminali questo componente resti isolato dal rame di qualche decimo di millimetro.

Prima di infilare i terminali nel PCB è sempre bene grattarli tutto intorno con una lametta in modo che lo stagno prenda subito spandendosi bene fra terminale e pista in piccola quantità restando lucido.

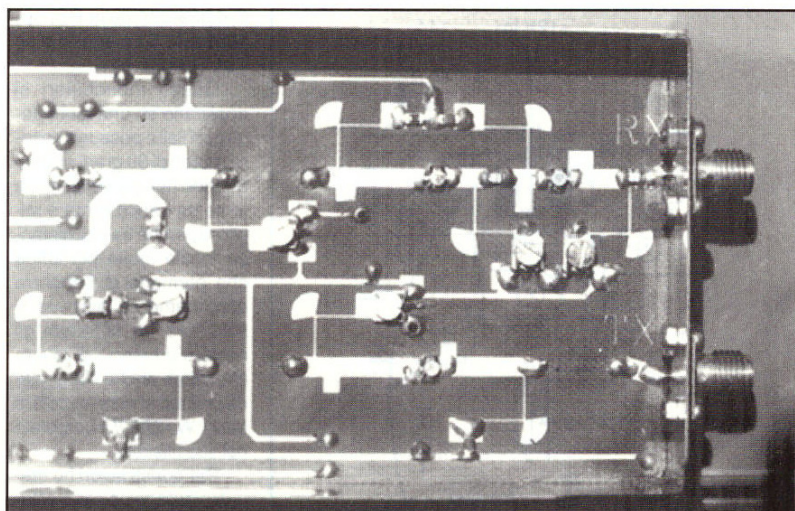
Superfici leggermente ossidate comportano saldature false, riconoscibili dal colore scuro dello stagno e tendenza a raggrumarsi in una pallina. Dopo ogni saldatura bisogna ripulire sempre il campo dalla colofonia contenuta nello stagno usando batuffoli di ovatta imbevuti di acetone e mai solventi per vernici alla nitro che contengono il cloro. Ottima è anche la trielina ma purtroppo è estremamente tossica, specie se usata in ambienti inadatti e chiusi.

In seguito si monteranno gli 11 condensatori ceramici da 1 nF seguendo la disposizione di fig. 1 pag. 45 di R.R. 10/97.

Il loro montaggio e saldatura deve essere "ragionato", nel senso che, oltre al posizionamento fisico, bisogna sapere anche il punto dello schema elettrico cui sono riferiti.

In modo particolare, non bisogna dimenticare di montare i due 1nF di bypass sul cursore di ogni potenziometro di bias del gate per MGF 1303 e MGF 1302 relativi ai due stadi di ingresso RX.

Lo schema originale di pag. 4, Dubus 1/1991, omette infatti 1nF sul cursore del potenziometro 10 K del gate MGF 1302. Questo bypass si è poi rivelato indispensabile per sopprimere autoscillazioni, come riportato sulla correzione di pag. 25 Dubus 3/1992 e anche pag. 57 R.R. 9/97.



Per ogni condensatore, uno dei terminali, il più corto possibile, va ripiegato a 90 gradi e saldato a massa sulla superficie rame.

L'altro terminale attraversa il PCB e va saldato con un velo di stagno sulla pista rispettiva.

I terminali dei componenti da saldare vanno tagliati a misura di 1 mm fuori pista e ciò prima di fare la saldatura. In tal modo si evita la bruttura di vedere terminali tagliati di netto dal tronchesino e che sporgono in modo inevitabile dallo stagno.

Questa tecnica farà rabbrivire i vecchi OM abituati a vedere apparecchiature militari in cui i terminali dei componenti erano infilati nei buchi degli zoccoli, attorcigliati fra loro e poi saldati e verniciati.

Certo, le specifiche MIL impongono che le apparecchiature funzionino al collaudo preliminare prima ancora di fare le saldature.

Noi OM dobbiamo pensare invece che la sostituzione di un componente deve essere facile senza danneggiare il delicato PCB.

Le saldature sono un'operazione molto delicata, tanto vero che, in campo spaziale, l'ESA tiene dei corsi di addestramento alla saldatura per i tecnici delle industrie che realizzano hardware per satelliti e rilascia loro un certificato di abilitazione.

Successivamente saranno montati i sei condensatori al tantalio da 1  $\mu$ F 16 V. La tecnica è la stessa, ma fare attenzione alla polarità perché i due condensatori all'uscita -A e -B del regolatore MKU55 sono destinati al filtraggio dei negativi e quindi il loro positivo deve andare a massa, come indicato chiaramente nello schema elettrico.

Nello schema, questi condensatori al tantalio sono da 2,2  $\mu$ F ma si è visto che 1  $\mu$ F è il valore migliore.

Si passa ora a montare l'induttanza Neosid 5061 il cui schermo andrà saldato, tutto intorno e con poco stagno, alla superficie rame del PCB. Usare un saldatore da 100 W con punta piatta e correre veloci per non rovinare il supporto in plastica. Prima di saldare lo schermo, estrarre e asportare il nucleo col relativo elastico fra i filetti. Usare un adatto cacciavite e girare piano perché questo nucleo si sgretola facilmente.

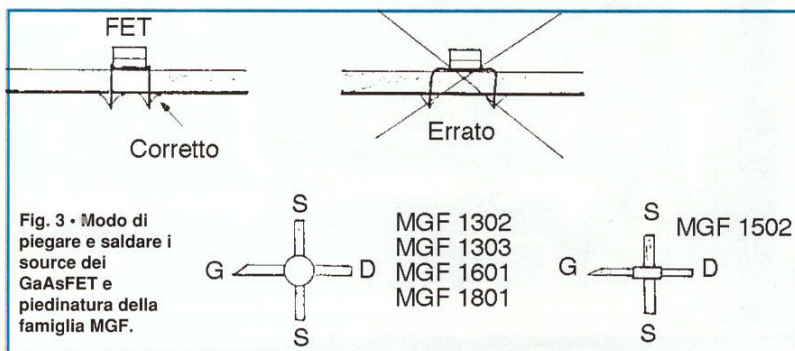
Montare il diodo 1N6276 di protezione contro le inversioni di alimentazione a 12 V. Questo va saldato nell'interno della scatola e direttamente fra il passante da 1nF che porta l'alimentazione a +12 V e la parete interna del contenitore.

Seguono i due diodi 1N4148 e poi i transistor BC548, BC327, BD680 e i regolatori 7806, 78L05 e MKU55. Se MKU55 fosse difficile da trovare, o in futuro da sostituire, I5ADB ne fornisce uno identico ma con diversa denominazione.

Tenere presente che l'emettitore di BC546, nonché i piedini 2 di 7806 e 78L05 vanno a massa sulla superficie rame del PCB e quindi vanno piegati a 90 gradi nel verso giusto.

In particolare 7806 è piuttosto alto e va calzato sul PCB facendo in modo che il coperchio della scatola si possa chiudere.

A questo punto bisogna decidere se effettuare o meno la modifica sull'alimentazione già descritta su R.R. 9/97, pag. 58.



**Fig. 3 • Modo di piegare e saldare i source dei GaAsFET e piedinatura della famiglia MGF.**



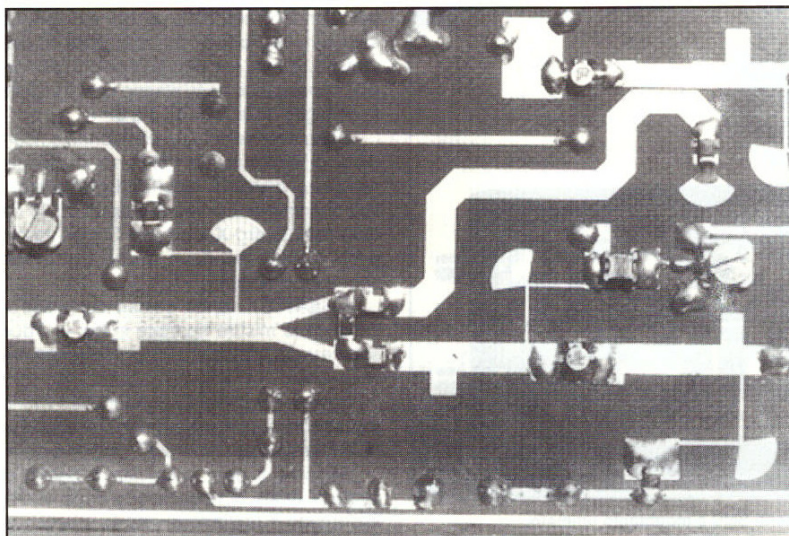


Foto 4 • Dettaglio del divisore di Wilkinson e link di accoppiamento al mixer RX. Sono ben visibili i componenti SMD e i GaAsFET saldati alle rispettive microstriscie.

In caso affermativo, con riferimento a fig. 1, pag. 45 di RR 10/97 e fig. 2 del testo, dissaldare dal collettore di BD680 il solo terminale del resistore da 2,2 K, ruotare il resistore di 90 gradi e collegare il terminale a massa.

Al posto del resistore infilare un diodo 1N4148 con l'anodo nel buco rimasto libero e che porta al collettore di BD680.

Il catodo va infilato nel buco che va alla base di BC327. Questo foro andrà allargato per ospitare insieme due terminali, quello del resistore da 2,2 K e quello del catodo di 1N4148, come in fig. 2.

Partendo dal passante da 1 nF che porta il +12 V nella parte superiore di fig. 1, dissaldare il filo del +12 V fra passante e foro relativo sul PCB.

Sostituire questo filo con due diodi 1N4148 in serie fra loro saldando un anodo sul passante e un catodo nel buco del PCB.

Lasciare nudo il terminale di catodo e saldare fra questo e massa un resistore da 10 K da 0,25 W.

Partendo direttamente dal passante superiore del +12 V di fig. 1, collegare un filo all'altro passante da 1 nF segnato con +12 V in e che si trova nella parte inferiore di fig. 1. La modifica raffigurata in fig. 2 è terminata.

Resta da montare la linea in quarto d'onda a 144 MHz fatta in cavo RG316. Chi possiede un Grid Dip Meter può misurare la risonanza a 144 MHz tagliando un pezzo di cavo un po' più lungo del dovuto e quindi circa 37 cm.

Dopo aver tolto la guaina, 1 cm per parte, aprire la calza e togliere il politene solido per 5 mm. Lasciare un estremo aperto e mettere in corto calza e conduttore interno all'estremo opposto col percorso più breve.

Avvicinando al corto la bobina del GDM e se questo è di buona sensibilità, come un Millen 90652, si vedrà un discreto Dip a circa 144 MHz.

Siccome il fattore di velocità del cavo è 0,66, la misura precisa sarà di 34 cm. Giacché la calza e il conduttore centrale ai due estremi vanno saldati al PCB, la lunghezza totale della linea sarà 35 cm considerando anche un margine di 5 mm per parte del conduttore centrale da infilare nei rispettivi fori.

Come si vede in foto 1, il cavetto va avvolto a matassina da cinque spire legate da fascette di plastica Insulok da 90 mm o similari per cablaggi elettrici.

Le calze ai due estremi si saldano a massa e i conduttori centrali ai relativi occhielli sulle piste sottostanti.

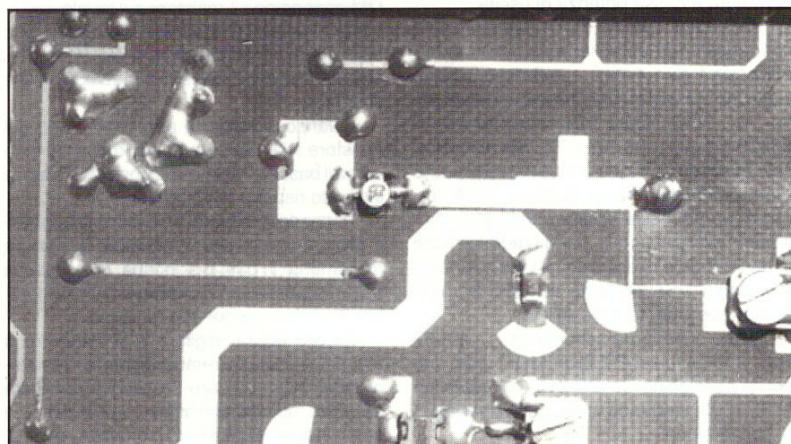


Foto 5 • Dettaglio ingrandito di MGF 1303 mixer RX e link di accoppiamento al Wilkinson terminato su 47  $\Omega$  SMD. A destra il pot. SMD 10 K del bias sul gate del mixer RX.

### Prova dell'alimentazione e commutazione

Prima di procedere al montaggio dei componenti SMD, tutta l'alimentazione e commutazione va provata in modo indipendente. Ciò evita di distruggere i GaAsFET in caso di errori.

L'operazione è semplice. Dare alimentazione a 12 V e misurare se l'uscita negativa di MKU55 è -5 V. Siccome i potenziometri da 10 K dei bias GaAsFET non sono ancora montati, in assenza di carico le uscite -A e -B dei negativi risulteranno in pratica -5 V.

Misurare l'uscita +5 V di MKU55 destinata ai drain dei due MGF 1302 del quadruplicatore LO. Saldare sul PCB la resistenza da 1  $\Omega$  che collega fra loro i due resistori SMD da 47  $\Omega$  che alimenteranno i due drain.

Misurare l'uscita +5 V del 78L05 destinata ai drain della sezione RX. In condizioni di riposo RX, questa tensione è sempre presente ma l'uscita +6 V del regolatore 7806 destinata ai drain sezione TX deve essere interdetta e in ogni caso, con la modifica apportata, risulterà 10 o 20 mV.

Collegando un resistore da 20 K fra il +12 V e il pin centrale del connettore SMA di ingresso/uscita IF a 144 MHz si deve verificare la commutazione RX/TX.

La tensione +5 V all'uscita RX di 78L05 deve passare a 10 o 20 mV mentre l'uscita TX di 7806 deve salire a +6 V.

Il collaudo è terminato ma è bene lasciare tutto alimentato almeno una nottata e rimisurarlo per verificare eventuali "mortalità infantili" dei componenti.

### Montaggio componenti SMD e GaAsFET

La disposizione di questi componenti è visibile in figura 3 e il loro elenco è in tabella 2.





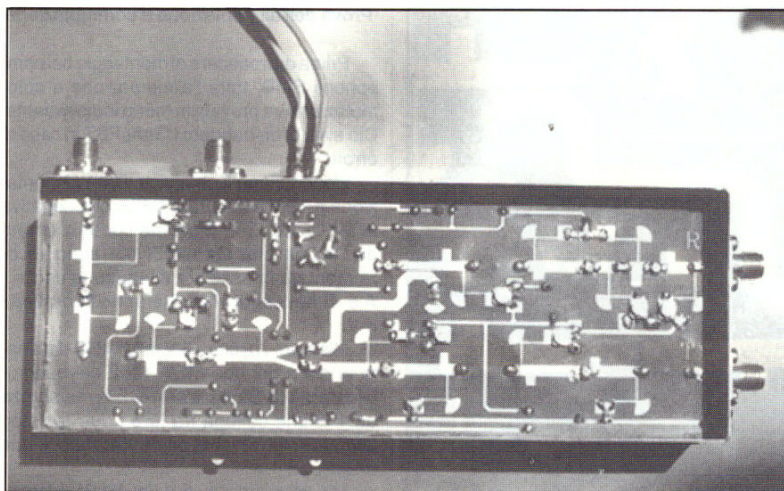


Foto 6 • Disposizione finale componenti SMD a montaggio ultimato.

Tabella 2

Q.tà	Tipo	Serie	Valore
1	resistore SMD	805/1206	22 $\Omega$
4	resistore SMD	805/1206	47 $\Omega$
2	resistore SMD	805/1206	100 $\Omega$
1	resistore SMD	805/1206	150 $\Omega$
4	condens. ceramico SMD (10 GHz)	0805	1pF
1	condens. ceramico SMD (10 GHz)	0805	8,2pF
7	potenziometri SMD		10 K
6	GaAsFET	MGF 1302	
1	GaAsFET	MGF 1303	
1	impedenza SMD	SIMID 01	1 $\mu$ H

E' bene chiarire subito che i normali condensatori SMD da 1pF e 8,2 pF usati per accoppiamento interstadio a 10 GHz, anche se cosiddetti "selezionati", comportano notevoli perdite che si traducono in elevata cifra di rumore e bassa potenza di uscita.

Per tutti gli 1pF e 8,2 pF ho quindi usato condensatori in porcellana ATC-100 da 55 mil, ossia 1,4 x 1,4 mm, reperibili a 0,8 dollari ciascuno presso la DEM-Down East Microwave Inc. - 954 Route 519 Frenchtown, NJ 08825, Fax 001908 996 3702. Steve Kostro, N2CEI spedisce in qualunque forma di pagamento e meglio ancora se Carta VISA, fornendo un interessantissimo catalogo di componenti e kit per tutte le bande radiantistiche in microonde e in accordo alla più avanzata tecnologia USA riportata su QEX e i vari Microwave Update della ARRL.

Come si vede da schema fig. 1 pag. 57 R.R. 9/97, il mixer RX è un MGF 1302 ma, come consigliato da DB6NT, ho usato un MGF 1303 ottenendo un maggior guadagno di conversione.

Osservando in sequenza le foto 2, 3, 4, 5, 6, saldare i sei trimmer potenziometrici SMD da 10 K e subito dopo regolare il cursore di

ciascuno in modo che, dando alimentazione a 12 V, la tensione sui cursori sia la massima negativa possibile.

Su cinque potenziometri questa condizione, che corrisponderà poi alla minima corrente di drain, si ottiene con rotazione antioraria. Sul potenziometro 10 K del primo stadio RX, MGF-1303, la stessa condizione si ottiene con rotazione oraria. Fare attenzione. Questa regolazione è bene farla subito e senza avere i GaAsFET montati e saldati. Fatta dopo, dando tensione, potrebbe comportare un cursore a massa e il gate senza bias con corrente di drain pericolosa.

Prima di saldare i resistori e i condensatori SMD, è bene misurare i primi col tester e i secondi con lo Zetamat-II L-C meter. Se infatti un condensatore SMD fosse di valore sbagliato, sarebbe poi difficile individuare il problema.

Saldare ora tutti i resistori SMD. Alcuni OM appoggiano il resistore sul tavolo, ravvivano le estremità a stagno e lo presentano sulla pista. Questa tecnica è sbagliata perché alle due estremità si formano due palline di stagno.

Quando si salda la prima estremità del resistore alla pista premendolo con l'unghia verso il basso, il resistore si posiziona e salda inclinato rispetto al piano del PCB.

Facendo la saldatura all'estremo opposto e premendo col dito, il resistore si spacca ovviamente in due, o si incrina, o si distacca dalla metallizzazione. In apparenza tutto sembra in ordine ma poi non funziona.

La procedura migliore è di ravvivare a stagno una sola estremità, disporre il resistore sulle piste, saldare l'estremità ravvivata alla pista facendo pressione con l'unghia e in ultimo saldare all'altra pista l'estremità opposta.

Il componente risulterà così in piano e ben saldato senza aver subito tensioni meccaniche pericolose. La stessa procedura vale

per i condensatori SMD da 1pF e 8,2pF. Le saldature vanno fatte con stagno 60/40 diametro 0,56 mm, insistendo poco col saldatore e depositando poco stagno com'è visibile in dettaglio nelle foto da 2 a 6.

Dopo aver saldato un componente ricordarsi di asportare la colofonia contenuta nello stagno usando batuffoli di ovatta imbevuti di acetone. Un tipo di stagno 60/40 da 0,56 mm, Hydro-X Multicore Solder, lascia pochi residui asportabili anche con ovatta imbevuta di acqua.

I GaAsFET vanno saldati per ultimi e secondo le misure riportate in fig. 3. I due source vanno ripiegati a 90 gradi direttamente sul case.

Il gate e il drain sono contrapposti e vanno tagliati col tronchesino in modo che appoggino al massimo per 1 mm sulle rispettive piste.

Siccome il gate è tagliato a becco di flauto, il modo di riconoscerlo dopo averlo accorciato è tagliarlo di nuovo a becco di flauto o riferirlo alla lettera impressa sul case.

Gli MGF 1302 portano una A in nero e gli MGF 1303 portano una G in rosso. Guardando le lettere in modo da leggerle giuste, il gate è in alto, il drain in basso e i due source uno a destra e l'altro a sinistra di chi legge.

Prima di maneggiare i GaAsFET è indispensabile collegare fra loro tutti gli attrezzi che verranno usati, saldatore compreso, mediante un sottile filo isolato che verrà avvolto anche al polso di chi lavora. Una buona terra è il termosifone. Se si usa la lente Rima con lampada, occorre mettere a terra anche la parte metallica del pantografo.

Diversamente, guardando nella lente e appoggiando la fronte sul riflettore, si può avvertire uno spiacevole pizzicore dovuto al passaggio di qualche microampere per via della reattanza capacitiva fra avvolgimento del reattore e terra. Questa corrente non fa bene ai GaAsFET e a chi li salda.

Dopo aver infilato i due source nelle rispettive fenditure del PCB, tagliarli col tronchesino in modo che sporgano al di fuori del rame per 1 mm. I due source vanno lasciati verticali senza ripiegarli sul rame. Ciò facilita lo smontaggio in caso di necessità com'è visibile in fig. 3.

Dopo aver collegato la scatola e tutti gli attrezzi in modo equipotenziale fra loro e a terra, saldare rapidamente drain, gate e poi i due source com'è visibile in dettaglio nelle foto da 2 a 6.

Qualche OM ritiene superflue le precauzioni del tutto equipotenziale a condizioni di usare il solo saldatore a 12 V protetto staticamente dalla rete. Ognuno si regoli in base al numero di GaAsFET defunti maneggiando e saldando.

Per ultimo, controllare accuratamente tutte le saldature con la lente e ripulirle col solito tampone di ovatta e acetone. Il montaggio è finito e per la taratura se ne parlerà alla prossima puntata.

**Continua. 8**

Radio Rivista 11-97



Domenico Marini • I8CVS

Via A. de Gasperi 89 - Parco Merola  
80059 Torre del Greco (NA)Parte 9<sup>a</sup>

(da RR 11/97)

## Stazione Downlink a 10,5 GHz per Phase - 3D

### Premessa

Questa puntata è dedicata alla taratura del transverter DB6NT modificato per 10451 MHz. Chi è dotato di analizzatore di spettro e milliwattmetro RF sa già come fare, ma questo transverter si può tarare anche con mezzi minimi, salvo restando che, per conoscere i valori di cifra di rumore NF e di potenza di uscita ottenuti, si dovrà ricorrere alla verifica con gli strumenti dell'amico attrezzato approfittando dei quali, oltre che misurare, lo si potrà ottimizzare ricevendo da questi una lode.

Il radioamatore attrezzato, in genere va in bestia se, facendo il favore, si accorge che l'oggetto da ottimizzare non funziona ed è da rifare, anche perché, restituendolo all'amico così com'è, apparirebbe incompetente e sarebbe lui a fare una brutta figura.

Per tarare il TRV ci occorre solo un tester come il classico ICE 680R e un misuratore di uscita a RF a diodo come quello pubblicato su RR 6/97 pag 40.

Questo misuratore, (**Foto 1 e 2**) arriva solo a 3 GHz, e perciò bisogna modificarlo o farne uno identico che arrivi a 10 GHz.

Ciò si ottiene usando un diodo BAT 14 oppure BAT 15-03W che costa 10 K. La terminazione da 50 Ω, adatta fino a 18 GHz, da 1/8 W e per montaggio superficiale, dimensioni 1,4 x 2 mm, costa 5 K. Diodo e terminazione sono reperibili presso I2FHW, TEL/FAX (02) 99. 05. 06. 01.

### Polarizzazione dei GaAsFET

Abbiamo già verificato che MKU55 fornisce il -5 V e abbiamo già regolato i cursori di

tutti i potenziometri da 10 K in senso antiorario in modo che i gate siano alla massima tensione negativa. Con ciò si otterrà la minima corrente di drain. Fa eccezione il potenziometro da 10 K del primo stadio RX in cui, per dissimmetria del PCB, la corrente di drain si diminuisce ruotandolo in senso orario.

Come si vede dallo schema elettrico di RR 9/97, pag 57, i cursori dei potenziometri da 10 K possono andare anche direttamente a massa e ciò perché non è stato previsto nessun resistore fisso di limitazione fra ciascun estremo dei potenziometri e la massa. E' bene evitarlo.

In tal caso, infatti, senza polarizzazione negativa base di gate, la corrente di drain sarebbe limitata soltanto dalla resistenza inserita fra il positivo di alimentazione e il drain più in serie la resistenza interna del GaAsFET.

E' quindi bene dare alimentazione solo quando tutti i cursori si trovano nella posizione che fornisce il massimo negativo di gate.

Come si vede dallo schema di RR 9/97 pag 57, il -5 V è suddiviso in due rami.

Il ramo -A, destinato ai GaAsFET delle sezioni RX e TX, ha un resistore da 2,2 K in serie caricato da 5 potenziometri da 10 K in parallelo fra loro per cui la tensione negativa ai capi di ciascun potenziometro sarà -2,4 V circa, e sarà regolabile nel campo da 0 a -2,4 V.

Il ramo -B, destinato ai GaAsFET del quadruplicatore LO, ha un resistore in serie da 6,8 K caricato da due potenziometri da 10 K in parallelo fra loro per cui la tensione negativa di gate sarà regolabile da 0 a -2,1 V circa.

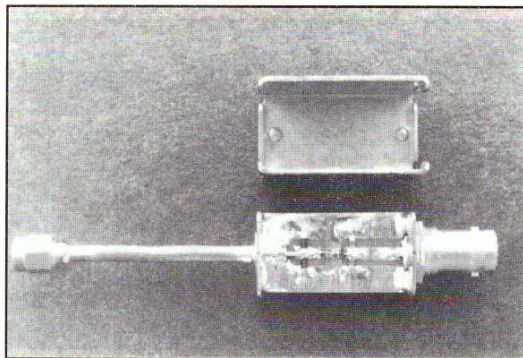
Le prime cose da fare, senza applicare LO, sono le seguenti:

1) Regolare la corrente di drain del primo MGF 1302 quadruplicatore LO per 20 mA.

2) Regolare la corrente di drain dello MGF 1302 amplificatore LO per 25 mA

3) Regolare la corrente di drain dello MGF 1302 o 1303 mixer RX per 30 μA (0,00003 A)

**Foto 2 - Particolare ingrandito del rivelatore RF fino a 3 GHz di foto 1. A sinistra i due resistori chip da 100 Ω in parallelo. Al centro il diodo a bassa soglia HP 2835. A destra i due condensatori chip da 1nF.**



**Foto 1 - Rivelatore RF caricato su 50 Ω e adatto fino a 3 GHz descritto su RR 6/97, pag 40. Per modificarlo fino a 10 GHz, sostituire i due resistori da 100 Ω e il diodo HP 2835 coi componenti descritti nel testo.**

Ciò si ottiene facilmente misurando col tester la caduta di tensione ai capi delle R di drain. Beninteso mettendo il positivo del tester sul +5 V e il meno del tester sul drain.

Regolare il potenziometro di bias del quadruplicatore per ottenere ai capi di 47 Ω una tensione di  $V=RI$  e quindi  $47 \times 0,02 = 0,94$  V.

I 25 mA dello MGF 1302 amplificatore LO si otterranno leggendo una tensione di  $47 \times 0,025 = 1,17$  V circa.

La corrente di 30 μA di drain sul mixer RX si otterrà leggendo una tensione di  $330 \times 0,00003 = 0,0099$  V. Siccome è difficile misurare 1 mV senza tester adatto, in pratica si regolerà il potenziometro di bias fino alla soglia in cui la tensione ai capi di  $R=330$  scende a zero tenendo il tester sulla portata più bassa di 100 mV f. s.

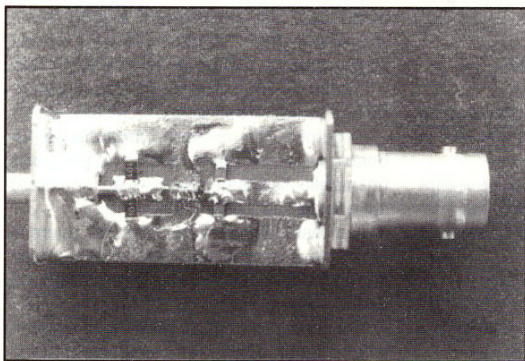
In linea generale, anche per vedere se un GaAsFET è buono a tirare almeno corrente in continua, basta leggere la caduta di tensione ai capi della R che alimenta il drain.

Se variando il cursore dei potenziometri la tensione ai capi del resistore è zero, allora drain-source è interrotto. Se invece, variando il pot, la tensione non varia o varia pochissimo, ma è molto alta, allora il drain-source è in corto.

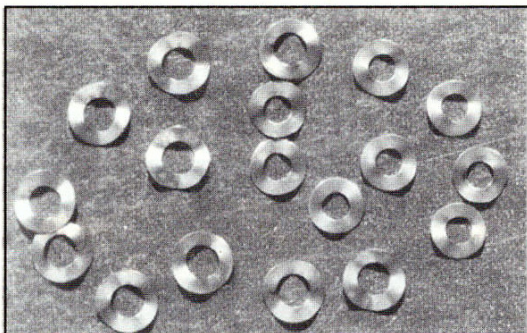
### Taratura del quadruplicatore amplificatore LO

1) Applicare all'ingresso LO del transverter i 2576 MHz con potenza di 10 mW, max 15 mW. Chi fa topo applicherà ovviamente 2556 MHz.

2) Estrarre completamente le vite da 4 MA della cavità del quadruplicatore e riavvitarla lentamente fino a quando, partendo dalla parte superiore, la corrente di drain del mixer RX aumenta e raggiunge un picco di 1,5 mA o più. La tensione misurata ai capi di 330 Ω sarà  $330 \times 0,0015 = 0,5$  V circa, ma potrebbe essere superiore se la potenza di LO è maggiore di 10 mW. Con 14 mW di LO e usando un MGF 1303 come mixer RX, ho misurato infatti una corrente di 3 mA pari a una tensione di 0,1







## Satelliti

**Foto 3- Rondelle ondulate da 3 e 4 mm in rame al berillio reperibili sul Catalogo RS e adatte al bloccaggio dei bulloni di taratura per cavità e filtri come descritto nel testo.**

V circa ai capi di 330  $\Omega$ . Questa condizione, dell'aver avvitato il bullone partendo da tutto estratto, e fino a trovare il picco, corrisponde ad aver trovato l'accordo sulla 4<sup>a</sup> armonica di  $2576 \times 4 = 10304$  MHz.

- 3) Regolare i potenziometri di bias dello MGF 1302 quadruplicatore e di quello amplificatore LO ottimizzando le correnti fino ad ottenere un ulteriore incremento sul picco di tensione già trovato ai capi di 330  $\Omega$ .

### Taratura della sezione RX

- 4) Collegare un ricevitore sull'uscita 144 MHz, metterlo in CW o SSB, staccare lo AGC se è possibile, e regolare il nucleo del circuito accordato di drain del mixer RX, (bobina NE-OSID 5061) fino a sentire il massimo rumore che si può anche meglio misurare col tester in portata 2 V AC, o in dB output, inserito sulla presa BF cuffie del ricevitore. Ritoccare anche il potenziometro di bias mixer ottimizzando la corrente per il massimo rumore.
- 5) Collegare all'ingresso RX una terminazione SMA da 50  $\Omega$  adatta a 10 GHz. Una adatta da DC a 18 GHz da 1/2 W con SMA maschio, tipo 4112P EMC si trova a 24 K presso I2FHW.
- 6) Regolare il potenziometro di bias del primo stadio RX, MGF 1303, per una corrente di drain di 13 mA, pari a 1,9 V ai capi di 150  $\Omega$ . Regolare la corrente del secondo stadio RX, MGF 1302, per 22 mA pari a 2,2 V ai capi di 100  $\Omega$ .
- 7) Regolare di nuovo il potenziometro di bias mixer RX per il massimo rumore. La corrente di drain avrà valori variabili da 1,5 a 3 mA corrispondenti rispettivamente a tensioni variabili da 0,5 a 1 V circa ai capi di 330  $\Omega$ , e ciò in funzione della potenza LO iniettata in ingresso 2576 MHz.

Particolare attenzione va data alla taratura della cavità interstadio prima del mixer RX, in quanto è facile sbagliare accordando sulla frequenza immagine anziché sul segnale desiderato.

La frequenza immagine LO-147 MHz, nel nostro caso è  $10304 - 147 = 10157$  MHz, mentre il segnale desiderato LO+147 MHz è  $10304 + 147 = 10451$  MHz. La loro differenza è  $147 \times 2 = 294$  MHz.

pian piano, si troveranno due punti del bullone in cui il rumore, anche a orecchiometro, aumenta ed ha uguale intensità.

A noi interessa il primo rumore, ossia quello a frequenza più alta.

Il secondo rumore, molto vicino, che dista si e no 120 gradi di rotazione più in giù del filetto, è l'accordo da evitare sull'immagine non voluta. Con questi pochi strumenti, orecchio compreso, l'ottimizzazione è possibile solo usando un beacon, se c'è, per chi fa troppo.

Il circuito di ingresso è adattato a 50  $\Omega$  per la più bassa NF e infatti col mio PANFI di DJ9BV e anche con quello EATON 2075 di IOLVA, ho misurato valori intorno a 2,8 dB



**Foto 4 - Attrezzo per il taglio dei bulloni di taratura di cavità e filtri che consente di non schiacciare i filetti del bullone nelle ganasce della morsa.**

con  $G = 15$  dB. Il valore di corrente che fornisce la più bassa NF è 13 mA sul primo stadio MGF 1303 e non si ottengono miglioramenti apprezzabili spagliuzzando lo stub sul gate del circuito di ingresso.

### Come tarare le cavità

Particolare attenzione va rivolta al come avvitare i bulloni da 4 MA e determinare la loro lunghezza.

Le cavità fornite col KIT, ma anche le altre in commercio, hanno il foro passante maschiato 4 MA, il bullone da 4 mm è corredato da un dado di bloccaggio.

Per avvitare il bullone non occorre esercitare gran forza perché i filetti hanno un discreto lasco e così, se dopo la regolazione si stringe il dado, l'accordo cambia.

Si ricorre allora a stringere un po' il dado con un chiavino, e tenendolo fermo, si cerca di avvitare e svitare il bullone col cacciavite.

Questo sistema aumenta l'aderenza dei filetti del bullone spingendoli in su a contrasto coi filetti del foro passante.

La rotazione del bullone diventa certo più dura e il contatto è migliore ma l'artificio presenta l'inconveniente che il dado si svita girando il bullone in senso antiorario. In più il bullone gira a saltelli e l'intaglio si può spaccare in due per la forza del giravite.

Questo problema nei filtri professionali è stato risolto brillantemente inserendo una rondella ondolata dentro il bullone e stringendola fra la testa piana della cavità e il dado di blocco.

Questa rondella elastica, da non confondere con quelle comuni zigrinate o spaccate, ha quattro ondulazioni, una ogni 90 gradi, e una volta stretta dal dado, mette i filetti a contrasto fra loro e rende il bullone duro da girare. Inoltre, essendo il tutto molleggiato, la rotazione del bullone risulta molto regolare e senza salti.

Per fortuna, queste rondelle, visibili in **Foto 3**, sono fornite dalla RS. Quelle da 4 mm, in acciaio inox, hanno Codice 428-650 e costano 4930 lire ogni 100 pezzi.

Quelle da 4 mm in rame al berillio, che sono migliori, hanno Codice 289-679 e costano 6600 lire ogni 100 pezzi.

In ultimo, i bulloni da 4 mm forniti col KIT, sono lunghi 16 mm ed è troppo. Infatti, dopo la taratura, risulterebbe impossibile chiudere il coperchio.

Tutti e quattro i bulloni vanno accorciati a 11,5 mm asportandone 4,5 mm, ma dal lato del taglio per il cacciavite.

Ciò consente di lasciare integra la superficie piana che entra nella cavità ed è lavorata di tornio.

Per non rovinare il filetto del bullone stringendolo nella morsa durante

il taglio, bisogna avvitare in una normale colonnina distanziatrice esagonale con foro da 4 MA e bloccarlo con un dado.

Questo attrezzo è visibile in **foto 3** pag-46 di RR 10/97.

Il taglio del bullone si esegue col seghetto come in **foto 4**, dopodiché si rifà un taglio nuovo per la lama del giravite.

Quando si tarano cavità o filtri con bulloni di questo tipo, oltre a impiegare le rondelle elastiche, è bene usare l'attrezzo di **foto 5 e 6** (nella pagina accanto), costruiti da Roberto, I6RDM.

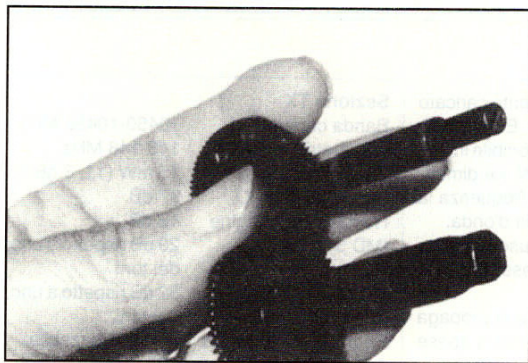
Come si vede, l'estremità del tubetto esterno è sagomata a esagono e si calza sul dado.

Il gambo interno viene introdotto nel tubetto dove può ruotare. Questo gambo porta un intaglio incassato che si va ad incastrare sulla testa sagomata del bullone.

La testa del bullone, anziché avere il taglio, deve essere sagomata e spianata su due facce opposte in modo che da rotonda diventi rettangolare.

Se poi la sagomatura delle facce è anche leggermente conica, l'incasso del gambo





**Foto 5 - Attrezzo costruito da i6RDM per tarare i bulloni di cavità e filtri. Sono stati usati pezzi meccanici di recupero. Il gambo in alto porta l'incasso per la testa del bullone e si infila nel tubetto sottostante la cui estremità è sagomata esagonale per calzarla sul dado. Gli ingranaggi sono usati come impugnatura.**

girevole, infilato nella testa conica, fa faccia, ed elimina i giochi che esistono sempre fra un normale cacciavite a lama e l'intaglio sul bullone.

I giochi sono dannosi perché impediscono di ottenere tarature fini.

Durante la taratura si tiene il tubetto esterno con la sinistra bloccando o regolando la stretta del dado sulla rondella elastica. Nel contempo, la destra ruota il gambo interno che è solidale col bullone.

L'effetto combinato dei due movimenti, senza giochi, permette una taratura dolce e regolare unitamente alla stretta finale del dado nel punto giusto.

### Taratura sezione TX

- 1) Staccare l'oscillatore locale LO.
- 2) Utilizzare un tranceiver 144 MHz con potenza massima di 3 W come un IC 202 o FT 290R. Questi modelli, oltre alla RF, mandano una tensione DC di circa 6 V sul connettore di uscita. Questa tensione DC serve a commutare il TRV da RX a TX.
- 3) Ruotare tutto in senso antiorario il potenziometro da 100  $\Omega$  dell'attenuatore di ingresso 144 TX. Mettere il tranceiver 144 MHz in modo CW e passare in trasmissione senza abbassare il tasto. In queste condizioni la tensione di 6 V DC, presente sul connettore di uscita del tranceiver, commuta il transverter in modo-TX.
- 4) Regolare a 200  $\mu$ A la corrente di drain del mixer TX, MGF 1302. Ciò si traduce in pratica a regolare il potenziometro di bias fino alla soglia in cui la tensione ai capi della R di drain da 47  $\Omega$ , diventa zero. Impiegando il tester ICE 680R usare la portata 100 mV f. s.
- 5) Regolare la corrente di drain dello MGF 1302, finale RF TX, a 45 mA, ossia una tensione di circa 1 V ai capi del resistore da 22  $\Omega$  sul drain.
- 6) Ricollegare l'oscillatore locale LO e rimisurare la corrente di drain del mixer TX. Questa deve aumentare da 3 fino a 8,5 mA a seconda della potenza di LO. Con 14 mW di LO, nel mio mixer ho ottenuto circa 5 mA. Le corrispondenti tensioni da 0,14 V a 0,4 V, misurate ai capi di 47  $\Omega$  del mixer, indicano che il range di pilotaggio di LO è più che sufficiente.

7) Nel nostro caso specifico satelliti, sintonizzare il TX a 147 MHz in modo CW. Andare in trasmissione abbassando il tasto o in alternativa premendo il PTT in FM.

Ruotare lentamente in senso orario il potenziometro da 100  $\Omega$  dell'attenuatore ingresso 2 metri fino a vedere una variazione della corrente di drain del mixer TX rispetto a quella ottenuta iniettando il solo LO. In pratica, se col solo LO, la corrente era 5 mA e la rispettiva tensione ai capi di 47  $\Omega$  era 0,23 V, dando ora eccitazione a 147 MHz si possono verificare due condizioni:

- a) La corrente di drain diminuisce e quindi anche la tensione ai capi di 47  $\Omega$  cala.
- b) La corrente di drain aumenta e perciò aumenta anche la tensione ai capi di 47  $\Omega$ .

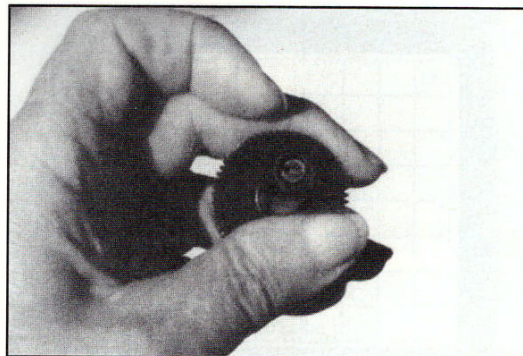
Se dando 147 MHz, la corrente di drain diminuisce, significa che la potenza di LO è troppo alta e va diminuita. Ciò si può ottenere variando la corrente di drain dell'amplificatore finale LO, MGF 1302, oppure inserendo un attenuatore esterno fisso sul 2576 MHz. Nel mio caso ho inserito 2 dB perché il DF9LN mi fornisce 20 mW di LO e così ho ottenuto una potenza di pilotaggio di circa 14 mW.

Le potenze di LO e di eccitazione 147 MHz sono giuste quando togliendo la portante a 147 MHz la corrente del mixer cala circa 5 mA e se, riapplicando portante a 147 MHz, la corrente sale a circa 10 mA, ovvero quando la tensione ai capi di 47  $\Omega$  del mixer varia da circa 0,25 V con portante OFF a circa 0,5 V con portante ON.

Questi sono valori tipici e possono essere anche diversi purché la corrente di drain si raddoppi circa da portante OFF a ON.

- 8) Accordare a 10451 MHz la prima cavità fra il mixer

**Foto 6 - L'attrezzo di Foto-5 montato. L'incasso del gambo visibile al centro si infila sulla testa del bullone di taratura. Il profilo esagonale praticato sul tubo esterno si calza sul dado di bloccaggio come descritto nel testo.**



e lo stadio finale TX. Questa condizione di accordo si vede bene da un aumento della corrente di drain di MGF 1302 del finale TX che raggiunge un picco.

Qui, senza analizzatore di spettro, si possono fare due errori. O accordare il TX alla frequenza di LO = 10304 MHz, oppure su quella immagine di LO-147=10157 MHz.

Tuttavia anche senza analizzatore, l'errore si può evitare facilmente perché la frequenza voluta di 10451 MHz è la più alta ed è quella relativa all'accordo che si trova per primo iniziando ad avvitare il bullone partendo dalla posizione di tutto estratto.

Le tre frequenze, 10451, 10304, 10157 MHz, sono molto vicine fra loro e stanno tutte e tre entro un giro del bullone di accordo ma si possono distinguere bene fra loro.

Se infatti l'accordo è sulla frequenza voluta di 10451 MHz, la corrente di drain del finale TX diminuisce quando si stacca la portante a 147 MHz.

Se invece l'accordo sbagliato è su LO di 10304 MHz, quando si dà il 147 MHz, la corrente di drain del finale non cambia. Ciò significa che il bullone è troppo avvitato in giù.

Se l'accordo è sbagliato sull'immagine 10157 MHz, dando il 147 MHz, la corrente di drain del finale TX aumenta lo stesso, ma chi tara se ne accorge perché il bullone è avvitato ancora più in giù dell'accordo su LO.

Le tre frequenze, LO+IF che è quella voluta, l'oscillatore LO e l'immagine LO-IF, con le rispettive attenuazioni in dB rispetto all'uscita desiderata, sono visibili in **Foto 7**.

- 9) Collegare al connettore di uscita un analizzatore di spettro, se c'è, o bolometro o milliwattmetro RF che sia, adatto a 10 GHz.

Chi non ha proprio nulla può usare il rivelatore RF di cui in apertura del testo, (**Foto 1 e 2**), con cui otterrà una indicazione relativa ma sufficiente alla taratura per il massimo di uscita.



Accordare la cavità di uscita TX con gli stessi criteri di quella interstadio, ma a questo punto, se quella interstadio è stata accordata giusta su 10451 MHz, usando un milliwattmetro in uscita e girando il bullone della cavità sul finale, all'uscita TX si vedrà solo il segnale voluto.

Infatti la **Foto 7**, fatta all'analizzatore HP 141 con 8555A, mostra che rispetto al segnale voluto che si trova all'estrema destra, l'oscillatore LO al centro è attenuato di 37 dB, pari a 5000 volte, mentre l'immagine a sinistra è attenuata di 42 dB pari a 16000 volte.

E' evidente che se l'uscita voluta a 10451 MHz è intorno a 10 o 15 mW, ed essendo i segnali di LO e di immagine attenuati così tanto, la misura della potenza di uscita fatta con un bolometro non verrà alterata dal contenuto dei segnali indesiderati così deboli.

La misura fatta col rivelatore di **Foto 1 e 2**, pur essendo relativa, permette di effettuare taratura e accordo con mezzi minimi, e, tanto per cominciare, alla portata di tutti.

- 10) Ritoccare le correnti degli stadi LO e TX e gli accordi delle rispettive cavità per ottimizzare l'uscita TX che, nel caso specifico, è risultata di 14 mW pari a 11,5 dBm.

Questa potenza è circa uguale a quella ottenuta da DC0DA, i cui dati di taratura sono riportati in **Tab. 1**, ricavata da DUBUS 1/91 pag 10.

Il tentativo di aumentare l'uscita fino a 20 mW, come ottenuto da DF9LN coi dati riportati in **Tab. 2**, non è riuscito neppure spagliuzzando le linee e gli stub coi classici pezzettini di rame mossi con lo stecchino da denti, peggiorando anzi la situazione.

Probabilmente ciò è dovuto al fatto che, rispetto alla prima versione riportata su DUBUS 1/1991, DB6NT ha ridisegnato gli stub sul PCB nuovo.

- 11) Regolare nuovamente la corrente del mixer RX per il massimo livello di rumore in 2 metri.
- 12) Montare i due coperchi della scatola. Se posizionando il coperchio lato piste, si dovessero manifestare delle instabilità, occorre incollare sul fondo del coperchio

uno strato di spugna assorbente caricato in carbone Eccosorb AN74 Emerson & Cuming, a largo spettro disponibile in vari formati e spessori da 12FWH. Le dimensioni della scatola a questa frequenza la fanno avvicinare a una guida d'onda. Siccome le linee irradiano, l'uscita di uno stadio può rientrare sull'ingresso creando instabilità.

Eccosorb attenua l'onda che si propaga nel contenitore ma ovviamente a spese delle perdite di guadagno e potenza.

Lo strato da incollare sul fondo del coperchio va limitato al minimo spessore e va applicato possibilmente solo nei punti strategici sufficienti ad eliminare l'instabilità. Sul mio esemplare non ci sarebbe bisogno ma nonostante sia stato impiegato, com'è visibile in **Foto 9**, le misure fatte prima e dopo specie sulla NF, non hanno dato variazioni apprezzabili.

Chi volesse approfondire l'argomento consulti l'articolo "Engineering Considerations for Microwave Equipment Design by Jim Davey, WA8NLC apparso su Proceedings of Microwave Update 93 della ARRL.

Le misure da me effettuate su questo prototipo modificato per 10451 MHz sono state effettuate usando un analizzatore di spettro HP 141+HP 8555A, un bolometro TPM 4 della SSB Electronic, il PANFI di DJ9BV pubblicato su DUBUS e sono state confrontate con la strumentazione di Silvano IOLVA, specie per quanto attiene la cifra di rumore e la reiezione di immagine della sezione RX.

## Sezione RX

Banda coperta	10450-10452 MHz
IF 2 metri	146-148 MHz
Cifra di rumore NF	2, 8 dB
Guadagno G	15 dB
Reiezione di immagine	20 dB
Assorbimento	85 mA

## Sezione LO

Oscillatore Locale LO	2576 MHz
Potenza di pilotaggio LO	14 mW (11, 5 dBm)

## Sezione TX

Banda coperta	10450-10452 MHz
IF 2 metri	146-148 MHz
Potenza di uscita	15 mW (11, 8 dBm)
Soppressione LO	37 dB
Reiezione immagine	42 dB
IMD 3 <sup>a</sup> ordine	29 dB rispetto a uno dei toni
IMD 5 <sup>a</sup> ordine	32 dB rispetto a uno dei toni
Segnale IF sull'uscita	non apprezzabile
Assorbimento	125 mA

**Nota:** La banda 10450-10500 MHz è concessa in Italia in esclusiva ai Servizi di Amatore e Amatore via satellite. Per quanto riguarda PHASE-3D dovremo utilizzare la banda 10451.025-10451.750 MHz, ma solo in downlink. E' dunque bene non abituarsi a usare il TX fra noi in tropo ma solo per prove su illuminatori e in laboratorio.

La **Tabella 1** riporta le correnti misurate da DC0DA nel suo prototipo che ha tarato e messo a punto usando solo un tester, un bolometro e un generatore di armoniche.

La **Tabella 2** riporta le correnti misurate da DF9LN che ha usato in più un analizzatore di spettro e un misuratore automatico di cifra di rumore.

Le due tabelle sono una importante guida per la taratura e infatti, se in assenza di LO, i due mixer non sono interdetti, non si ottiene guadagno di conversione né potenza di uscita come da specifiche.

## Misure di intermodulazione sul TX

Sul mio prototipo ho effettuato anche misure di intermodulazione sul TX usando l'oscillatore a due toni BF a 700 Hz e 1900 Hz descritto su ARRL Handbook 91 Chapter 25, pag-22.

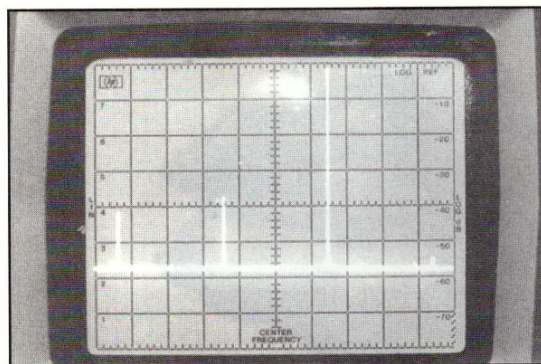
I due toni sinusoidali a 700 Hz e 1900 Hz sono commutabili fra loro e si possono applicare singolarmente o mescolati all'ingresso BF microfonico dell'eccitatore 2 metri FT 290R predisposto in USB.

Applicando singolarmente ciascuno dei toni, il livello del singolo tono è stato regolato in modo da ottenere una uscita pari a 15 mW a 10451 MHz.

Questo riferimento di 15 mW per singolo tono è stato regolato sul Log Ref di -2 dB al margine superiore del reticolo di **Foto 8**. Sarebbe stato meglio posizionarlo su 0 dB ma riferendo il pep di 15 mW a -2 dB la misura non cambia.

A questo punto, il livello di uscita del generatore BF è stato attenuato in modo da ridurre la potenza RF del transverter per abbassare il singolo tono di 6 dB, ossia 4 volte in potenza (**Foto 8**).

La potenza di ciascun tono è dunque 15/4 = 3,75 mW. Applicando ora entrambi i toni



**Foto 7 - Spettro di uscita TX:** A destra il segnale desiderato LO+147 MHz, pari a 10451 MHz. Il livello Ref Log di 0 dB rappresenta 15 mW. Al centro il segnale di LO pari a 10304 MHz è attenuato di 36 dB rispetto all'uscita. A sinistra l'immagine LO-147 MHz, pari a 10157 MHz è attenuata di 41 dB rispetto all'uscita. Tutti i prodotti spuri sono 55 dB sotto l'uscita. Scan Width=50 MHz/Div; Bandwidth=300 KHz; Vertical=10 dB/Div; Filter=100 Hz.



**Tabella 1 - Misure sul prototipo di DC0DA**

Stadio	senza LO	con LO e in modo TX senza 144 MHz	con LO e in modo TX con 144 MHz
Quadruplicatore LO	45 mA	17 mA	
Finale LO	19 mA	21 mA	
Mixer RX	30 µA	1, 5 mA	
1° stadio RX	13 mA		
2° stadio RX	22 mA		
Mixer TX	200 µA	8,5 mA	13 mA
Finale TX	55 mA	55 mA	55 mA

V=12 V ; Assorbimento in RX=85 mA; Assorbimento in TX=125 mA; Pout=14 mW  
Reiezione LO >30 dB rispetto all'uscita; Guadagno RX=23,2 dB; NF= 2 dB

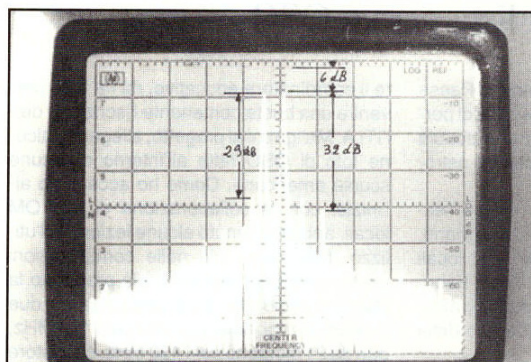
**Tabella 2 - Misure sul prototipo di DF9LN**

Stadio	senza LO	con LO e in modo TX senza 144 MHz	con LO e in modo TX con 144 MHz
Quadruplicatore LO	34 mA	23 mA	
Finale LO	30 mA	30 mA	
Mixer RX	0 µA	3 mA	
1° stadio RX	15 mA		
2° stadio RX	10 mA		
Mixer TX	0 µA	3 mA	10 mA
Finale TX	27 mA	27 mA	35 mA

**Tabella 3 - Isolamento rispetto all'uscita**

	Pout=20 mW	Pout=10 mW
LO	-36 dB	-35 dB
Immagine LO-IF	-50 dB	-50 dB
LO+2xIF	-48 dB	-50 dB
LO+3xIF	-55 dB	>-60 dB

Mixer RX =MGF 1303 selezionato; Pout=20 mW; Guadagno RX=23 dB; Reiezione immagine RX=-28 dB; NF=2,1 dB



**Foto 8 - Sezione TX: Misura di intermodulazione a 10451 MHz mediante due toni 700 Hz e 1900 Hz applicati all'ingresso BF dell'intero complesso eccitatore-transverter.**  
I prodotti di intermodulazione IMD del terzo ordine sono attenuati di 29 dB rispetto al livello dei toni. Nel peggiore dei casi i prodotti IMD del quinto ordine sono attenuati di 32 dB rispetto al livello dei toni. La potenza di uscita al Ref. Level di -2 dB è 15 mW.  
Scan Width= 2 kHz/Div;  
Bandwidth=0,1 kHz;  
Scan Time=0,5 sec/div;  
Video Filter = 100 Hz ;  
Vertical Div= 10 dB

insieme, la potenza erogata dal transverter è  $2 \times 3,75 = 7,5$  mW, che corrisponde alla potenza media che si leggerebbe su un wattmetro RF connesso all'uscita.

Se staccassimo uno dei toni, per raggiungere il livello di potenza media "Average Power", pari a 7,5 mW, dovremmo aumentare il singolo tono di 3 dB e portarlo cioè a 3 dB sotto il pep.

Il perché bisogna ridurre la potenza di 6 dB è evidente. Quanto i due toni BF, una volta mescolati, battono fra loro, in certi istanti il loro livello di tensione raddoppia e in altri istanti va a zero.

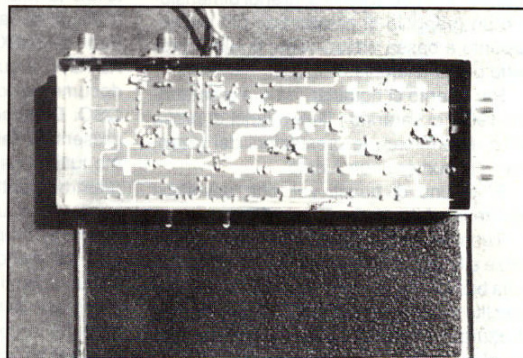
Quando il livello di tensione raddoppia, se l'amplificatore è lineare, la potenza RF diventa quattro volte maggiore ( $W = V^2/R$ ) e deve essere in grado di raggiungere il pep di 15 mW. Il transverter ha la "capability" di fornire in modo lineare fino a 15 mW, dopodiché andrebbe in compressione.

Come si vede da **Foto 8**, in queste condizioni, con due segnali di pari ampiezza e spaziali di poche centinaia di Hz, come av-

viene in un filtro per SSB, i prodotti di intermodulazione IMD del terzo ordine che si generano, sono 29 dB sotto uno dei toni, mentre i prodotti IMD del quinto ordine nel peggiore dei casi, sono 32 dB sotto uno dei toni.

Il risultato a 10451 MHz non è male considerando che la misure effettuate sul singolo eccitatore 2 metri FT 290R, con livello di 3 W pep, hanno dato una IMD del 3° ordine di 31 dB rispetto a un tono il che significa già un segnale di distorsione di circa il 3%.

**Foto 9 - Il transverter completo lato piste. Sul coperchio è stato incollato uno strato di spugna assorbente caricato di carbone Eccosorb per evitare instabilità come descritto nel testo.**



La IMD del 5° ordine del transceiver FT 290R è 42 dB rispetto a un tono. Si parte dunque da un eccitatore in 2 metri già abbastanza penalizzato.

Il deterioramento della IMD, dovuto alla non linearità del transverter, potrebbe essere in parte compensato usando un transceiver in 2 metri con maggiore linearità.

Da un punto di vista pratico, e per paragone, il mio amplificatore lineare autocostruito dei 70 cm, con cui faccio QSO su Oscar-10 Modo-B, la cui qualità di modulazione è nota, da me misurato nello stesso modo, risulta avere prodotti di IMD del 3° ordine ridotti di soli 25 dB rispetto a un tono e quindi con distorsione percentuale di circa il 6% e perciò superiore a quella di questo transverter.

In 70 cm di meglio non ho saputo fare, ma se a orecchio qualcuno si riascolta via satellite più distorto di me, controlli per cortesia se la IMD del 3° ordine dichiarata dal costruttore del proprio lineare, ammesso che venga data, è un numero maggiore del mio 25 dB.

Può darsi che la IMD sia maggiore ma potrebbe esserlo in modo ingannevole perché molto spesso la misura di intermodulazione a due toni viene fatta riferendo il livello di uno solo dei due prodotti IMD al livello pep anziché al livello di un singolo tono.

In questo caso le misure di IMD risultano tutte maggiori e quindi migliori di 6 dB del vero, ma sono misure discutibili perché anziché riferire fra loro grandezze omogenee, confrontano fra loro un valore istantaneo con uno efficace.

Le misure che ho eseguito su questo transverter, come si vede da **Foto 8**, specificano, invece, il livello di intermodulazione IMD, come scarto in dB fra il prodotto indesiderato e uno dei due toni, com'è giusto che sia.

La procedura di questa misura mette in relazione fra loro due grandezze omogenee che danno per risultato un numero inferiore, e una apparente peggior qualità di modulazione, è vero, ma questo non impressiona affatto gli OM che conoscono bene il vero significato di certi 6 fantasiosi dB in più. Concludendo, se i valori di IMD sono stati riferiti al pep, per avere un valore di IMD comparabile ai canoni consolidati nelle misure professionali, bisogna togliere loro 6 dB.

**Continua.9**