

# RTX FM a larga banda per collegamenti in packet-radio ad alta velocità sulla gamma dei 23 cm

• YT3MV, Matjaz Vidmar •

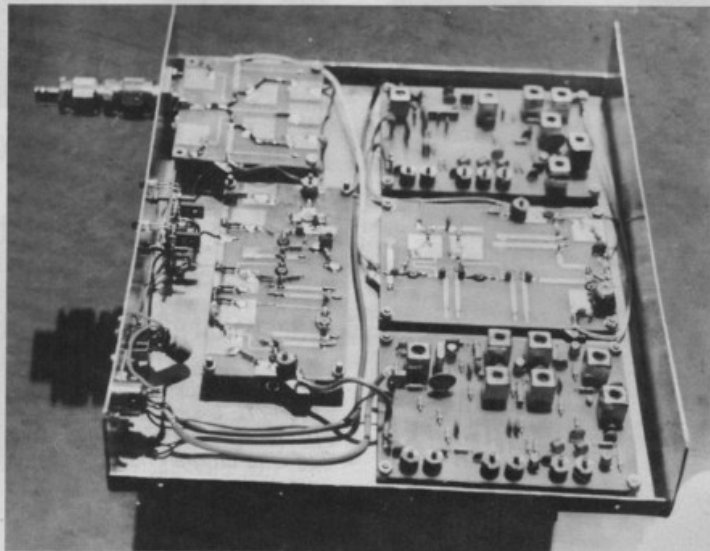
1ª parte

## 1. INTRODUZIONE

Uno dei problemi principali delle reti packet-radio amatoriali è la relativamente bassa velocità di trasmissione. Nelle gamme VHF e UHF si usano generalmente 1200 bps i quali divisi per il numero degli utenti sullo stesso canale e ulteriormente ridotti da inefficienze varie del sistema e utenti indisordinati (sysop compresi!) lo rendono a volte un servizio quasi inutilizzabile.

La soluzione più ovvia ed immediata è di aumentare la velocità di trasmissione dei dati. Ovviamente è impossibile chiedere a tutti gli utenti di adottare un sistema nuovo, completamente diverso da quello precedente. Si può invece ottenere un notevole miglioramento delle prestazioni del sistema collegando tra di loro i nodi ripetitori con dei link ad alta velocità. Anche gli utenti che accedono al sistema a bassa velocità noteranno un notevole incremento delle prestazioni, specialmente se gli ingressi dei nodi ripetitori vengono spostati su canali diversi. Una delle caratteristiche salienti del sistema packet-radio è proprio di permettere la coesistenza di sistemi diversi interconnessi tra di loro e quindi utilizzabili da tutti gli utenti, anche a quelli meno attrezzati.

Volendo introdurre un sistema nuovo sorge immediata-



RTX FM larga banda per 23 cm.

mente la questione dello standard da adottare. Nelle VHF e frequenze superiori vengono generalmente usati dei RTX FM a banda stretta e modem telefonici. Non si tratta ovviamente della soluzione tecnicamente migliore, ma di una soluzione pratica, legata alla reperibilità di RTX e modem e alla facilità del loro impiego anche da parte di amatori senza profonde conoscenze tecniche nel settore. I RTX FM a banda stretta montano, nella sezione ricevente, un filtro con 15 kHz di larghezza di banda. La banda

del segnale audio utilizzabile si estende perciò da qualche centinaio di Hz fino a 4-5 kHz. Volendo utilizzare modem semplici il limite di velocità si aggira tra i 2400 bps e 4800 bps. Adottando modem sofisticati si possono raggiungere i 9600 bps. Un modem che ha avuto un discreto successo commerciale è il modem di G3RUH operando a 9600 bps con RTX modificati. Anche facendo operare un RTX a banda stretta a 9600 bps la capacità del sistema non aumenta di 8 volte rispetto a un sistema a 1200 bps.

Quasi nessun RTX commerciale è stato previsto per operare in packet: i tempi di commutazione ricezione/trasmmissione e viceversa possono essere molto lunghi, riducendo la velocità di trasmissione utile. Inoltre quasi tutti i modem telefonici per 9600 bps e velocità superiori hanno dei tempi di sincronizzazione in ricezione molto lunghi, tempi che si sommano ai ritardi dei RTX.

La soluzione più ovvia è di abbandonare completamente il concetto di dover utilizzare RTX commerciali e di costruire un RTX progettato espressamente per il packet-radio, selezionando il tipo di modulazione e la larghezza di banda più adatti all'impiego previsto. Come primo criterio di progettazione il nuovo RTX dovrebbe aumentare le prestazioni del sistema di almeno un ordine di grandezza (10 volte), altrimenti non vale la pena adottare un sistema nuovo.

Sia in termini di portata radio che di larghezza di banda occupata le prestazioni migliori possono essere offerte solo da sistemi che utilizzano tecniche di modulazione e demodulazione coerenti (PSK). Purtroppo le tecniche coerenti presentano anche diversi svantaggi per l'impiego in questione. Innanzitutto, i demodulatori coerenti (a PLL) richiedono un certo tempo per la sincronizzazione del segnale in arrivo, tempo che si somma a tutti i rimanenti ritardi riducendo in pratica le prestazioni del sistema. Inoltre, i demodulatori coerenti richiedono una ottima stabilità delle frequenze del trasmettitore e degli oscillatori locali nel ricevitore, richiesta difficile da esaudire considerando le escursioni termiche alle quali sono soggetti i RTX dei nodi ripetitori sulle cime delle montagne. Infine, la messa a punto di modulatori e demodulatori coerenti è fuori dalla portata di un radioamatore

privo di esperienze e strumentazione adatte!

Una soluzione più semplice è di usare dei RTX FM (a larga banda) e dei modem adatti. In teoria la portata di un sistema utilizzante dei modem Manchester è abbinata a dei RTX FM è di soli 5 dB inferiore alla portata di un sistema PSK. In pratica risulta però molto più facile realizzare un modem Manchester che non un modem PSK coerente, perciò la differenza reale tra i due sistemi è ancora inferiore. Infine, RTX in FM e modem Manchester sono facili da costruire e poco critici nella messa a punto.

Considerando la richiesta di aumentare la velocità di trasmissione di almeno 10 volte rispetto ai 1200 bps attualmente usati in VHF la larghezza di banda richiesta si aggira attorno ad alcune centinaia di kHz per canale. Ovviamente non si possono usare le gamme dei 144 MHz o 430 MHz visto l'affollamento di queste frequenze. La prima gamma disponibile sembra essere quella dei 23 cm. Purtroppo tutte le gamme in microonde sono assegnate solo come servizio secondario ai radioamatori, perciò è necessario fare attenzione a non «calpestare la coda al drago!». Le caratteristiche del sistema proposto sono però a tutto vantaggio per non creare disturbi agli utilizzatori primari: una trasmissione in packet-radio e per definizione a carattere non continuo, ma piuttosto impulsivo e inoltre una trasmissione a larga banda, disturba meno di una trasmissione a banda stretta, visto che l'energia del trasmettitore viene dispersa in un campo di frequenze più vasto.

Questo articolo descrive l'RTX FM per i 23 cm, ovvero la parte analogica del sistema. La parte digitale, il modem Manchester e il relativo TNC2 migliorato sono stati descritti in un articolo precedente [1]. Come già spiegato,

la velocità di trasmissione è limitata dai TNC2 e relativo software a 38400 bps. Per trasmettere un segnale Manchester a 38400 bps è richiesto in FM un canale della larghezza di circa 200 kHz.

Lo schema a blocchi dell'RTX FM a larga banda per i 23 cm è mostrato in figura 1. Entrambi, il ricevitore ed il trasmettitore, sono quarzati per una sola frequenza, visto che l'RTX è inteso per essere utilizzato come nodo packet. Un sintetizzatore sarebbe senz'altro desiderabile dal punto di vista operativo per avere la possibilità di scegliere liberamente la frequenza, dal punto di vista pratico però complicherebbe notevolmente il progetto e introdurrebbe un ritardo non trascurabile nella commutazione ricezione/trasmmissione.

Il ricevitore è una supereterodina a doppia conversione. La prima media frequenza è attorno a 65 MHz e la seconda è a 10.7 MHz. Vista la larghezza di banda richiesta di 200 kHz si possono usare componenti standard come medie frequenze e filtri ceramici a 10.7 MHz, semplificando ulteriormente il progetto. Entrambe le frequenze di conversione vengono ottenute dallo stesso oscillatore quarzato per lo stesso motivo.

Il trasmettitore si compone di un oscillatore quarzato modulato a varicap e seguito da una catena di stadi duplicatori e amplificatori. La commutazione ricezione/trasmmissione deve essere completamente elettronica per evitare i ritardi causati da componenti meccanici: diodi PIN per le commutazioni RF e transistor nelle commutazioni CC. Inoltre buona parte del ricevitore viene alimentata anche durante la trasmissione, sempre per ridurre i ritardi di commutazione.

Infine viene presentata anche una semplice antenna Yagi a 17 elementi per completare il progetto.

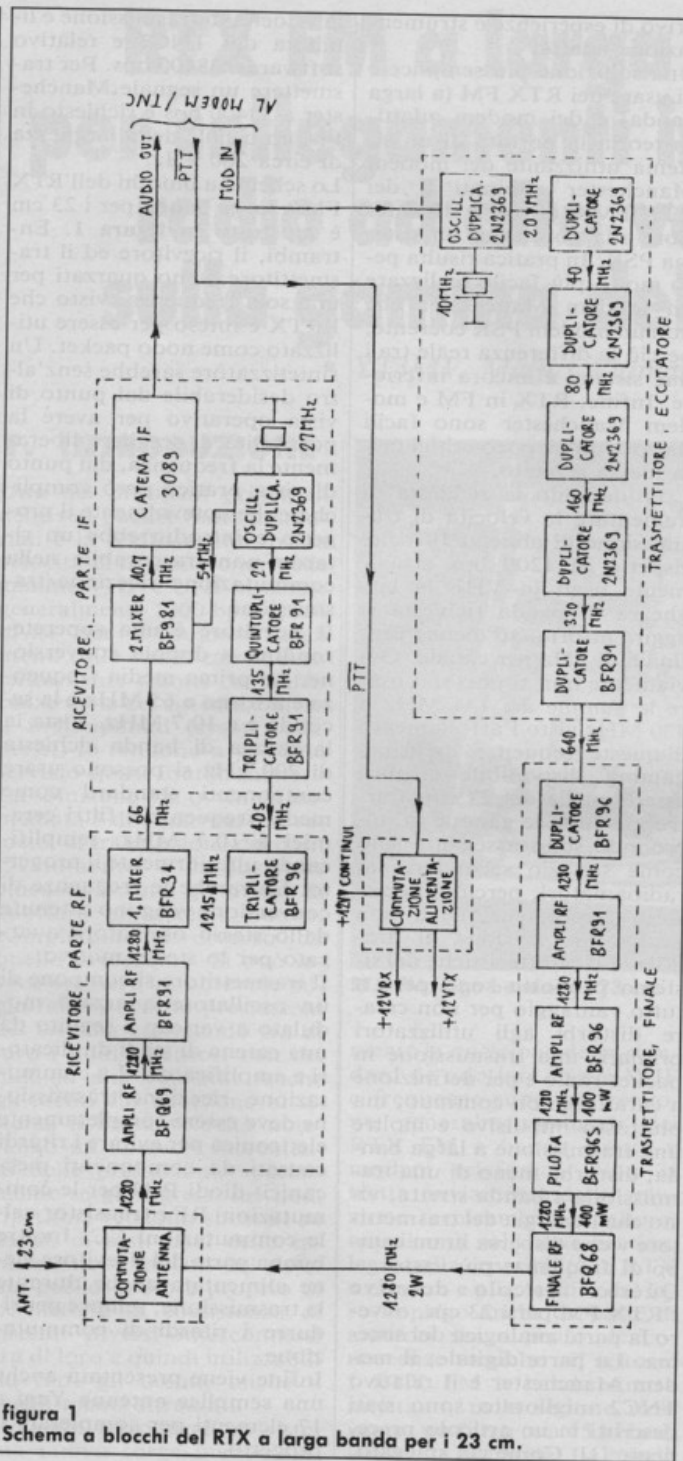


figura 1  
Schema a blocchi del RTX a larga banda per i 23 cm.

## 2. RICEVITORE

Il ricevitore si compone di due moduli: modulo RF e modulo IF. La divisione è imposta dalla diversa tecnica di costruzione: la parte RF è un circuito a microstrip mentre la parte IF è costruita su un circuito stampato convenzionale.

Lo schema della parte RF è mostrato in figura 2a. Il modulo RF comprende due stadi amplificatori selettivi alla frequenza d'ingresso di 1280 MHz (BFQ69 e BFR91), il primo stadio mixer (BFR34) per ottenere la prima media frequenza a 65 MHz e l'ultimo stadio moltiplicatore (triplicatore, BFR96) per ottenere i 1215 MHz per il primo mixer. I due stadi preamplificatori a 1280 MHz permettono di ottenere una figura di rumore di circa 4-5 dB assieme ad un guadagno di circa 10 dB per stadio. Considerando la larghezza di banda del ricevitore questa cifra equivale ad una sensibilità di circa 1  $\mu$ V.

Aggiungendo un ulteriore stadio preamplificatore a GaAs FET, si potrebbe migliorare la sensibilità del ricevitore di circa 3 dB. I due stadi preamplificatori RF sono gli unici stadi del ricevitore alimentati solo in ricezione. Tutti i rimanenti stadi del ricevitore vengono sempre alimentati, anche in trasmissione, per evitare ritardi di commutazione.

Lo schema elettrico della parte IF è mostrato in figura 3a. Il modulo IF comprende il secondo mixer (BF981), la catena IF a 10.7 MHz (3089), l'oscillatore quarzato a 27 MHz (2N2369) e due stadi moltiplicatori (2xBFR91) per ottenere 405 MHz. Il secondo mixer è preceduto da due circuiti accordati a 65 MHz per eliminare immagini e spurie del mixer stesso. Il segnale in uscita viene passato tramite una media frequenza a 10.7 MHz ad un



DK-4

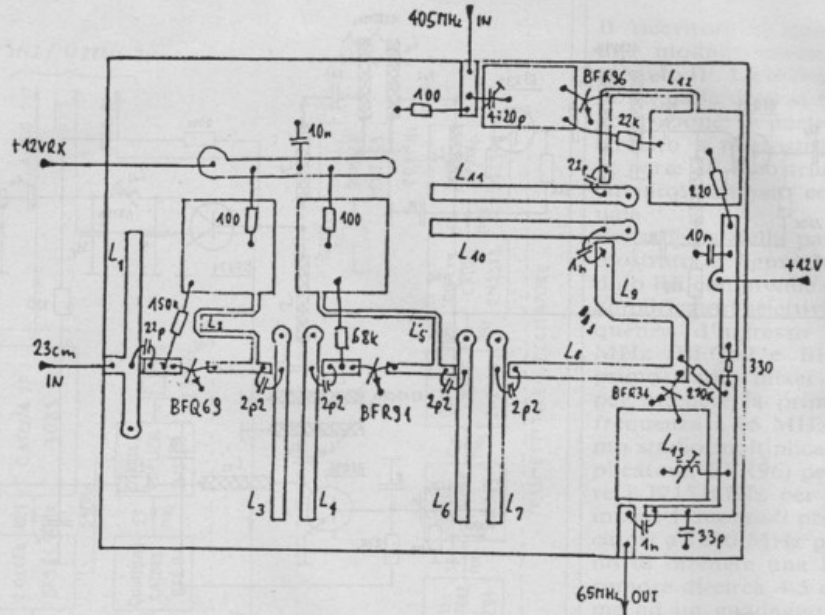


figura 2c  
Disposizione dei componenti del ricevitore, parte RF.

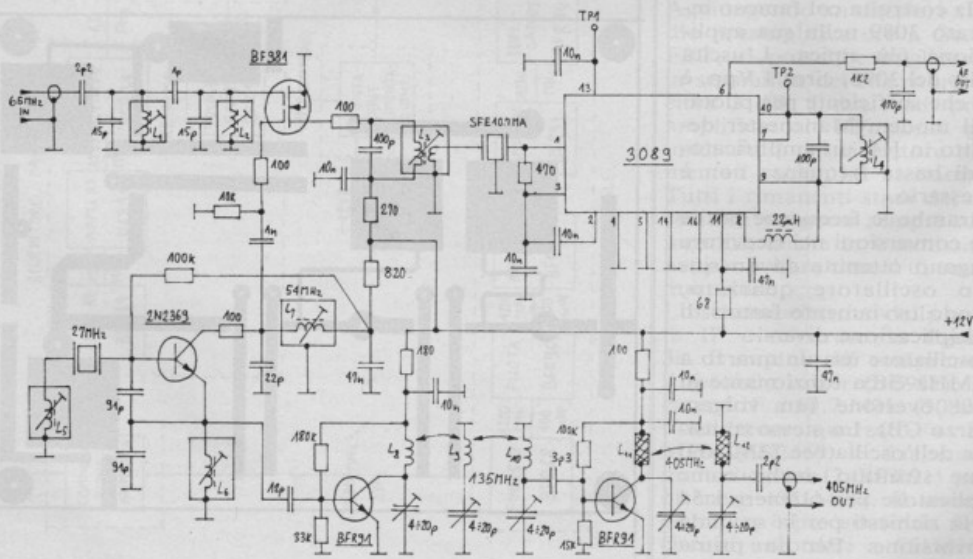


figura 3a  
Ricevitore, parte IF.



senso ripeterla in questo articolo. Consiglio perciò vivamente a tutti gli interessati di rileggersi gli articoli menzionati. Tutti i transistor RF sono installati in fori di 6 mm di diametro praticati nello stampato.

Tutte le bobine eccetto L13 e molti condensatori (\*) sono realizzati direttamente sul circuito stampato. La taratura dei risuonatori L1, L3, L4, L6, L7, L10 e L11 avviene accordando o allungando (saldandovi un lamierino) le rispettive piste sul circuito stampato. L13 è composta da 9 spire di filo da 0.15 mm di diametro, rame smaltato, avvolte su un supporto da media frequenza TV in un solo scompartimento, con nucleo regolabile, ma senza coppetta in ferrite e senza schermo.

Nel modulo IF soltanto L11 e L12 sono incise sul circuito stampato. L1, L2, L5, L6 e L7 sono avvolte su dei supporti da media frequenza TV in solo scompartimento (quello superiore) e sono complete delle coppette in ferrite e degli schermi.

L1, L2 e L7 hanno 5 spire di filo da 0.15 mm, rame smaltato. L5 e L6 hanno 9 spire, stesso filo. L3 e L4 sono delle medie frequenze da 10.7 MHz, senza il condensatore interno! Il primario deve avere 10 spire (2  $\mu$ H circa) e il link 2 spire. Infine, L8, L9 e L10 sono autoportanti, 5 spire ognuna, filo da 1 mm di diametro, rame smaltato, avvolgimento serrato su un supporto da 4 mm di diametro.

I transistor BR91 e BF981 vengono montati sul lato saldature nel modulo IF, per avere i collegamenti più brevi. Tutti i trimmer da 4-20 pF sono del tipo a film plastico, 7.5 mm di diametro, corpo in plastica VERDE. I condensatori fissi sono tutti ceramici a disco. La taratura del ricevitore incomincia con la messa a punto della catena degli stadi moltiplicatori. La bobina in serie al quarzo serve per una taratura fine della frequenza,

la bobina sull'emettitore del transistor oscillatore serve invece per evitare che il quarzo oscilli alla sua frequenza fondamentale attorno a 9 MHz. L'efficienza degli stadi moltiplicatori va verificata misurando l'abbassamento della tensione continua sulle basi dei transistor moltiplicatori per l'effetto della rettificazione del segnale RF presente. Il circuito è dimensionato in modo da avere circa 0 V a condizioni di lavoro ottimali sulle basi di tutti i transistor moltiplicatori e circa 0.4 V sulla base del primo mixer. (In assenza di segnale le tensioni sulle basi dei transistor si aggirano attorno a 0.7 V). Ovviamente il funzionamento degli stadi moltiplicatori va verificato con un frequenzimetro o meglio ancora con un analizzatore di spettro **per evitare di tarare il tutto sull'armonica sbagliata!** Attenzione! La lunghezza del cavetto di collegamento tra il primo ed il secondo triplicatore (405 MHz) è critica: sperimentare per ottenere il miglior risultato!

La taratura dei circuiti accordati nel tragitto del segnale ricevuto è semplificata dall'uscita S'-Meter dell'integrato 3089 presente su TP1. Tutti i circuiti vanno semplicemente accordati per il massimo guadagno, eccetto ovviamente il discriminatore. A 1280 MHz i risuonatori microstrip sono già preparati alla frequenza giusta e necessitano soltanto

di una taratura fine. A 65 MHz è molto difficile tarare i circuiti sulla frequenza immagine di 43 MHz. In agguato è però la terza armonica del quarzo che fornisce una risposta spuria a 70 MHz circa! A 10.7 MHz non si può proprio sbagliare visto il filtro ceramico! In tutti i casi indicati si può usare come sorgente di segnale un semplice generatore di rumore a diodo zener (vedi [2]).

Il discriminatore va ovviamente tarato per ottenere all'uscita esattamente la stessa tensione di TP2 senza alcun segnale in ingresso o con un segnale esattamente sintonizzato.

*I riferimenti citati [1] [2] [3] [4] vengono esposti a fine articolo.*

*(continua sul prossimo numero di CQ elettronica)*

**CQ**



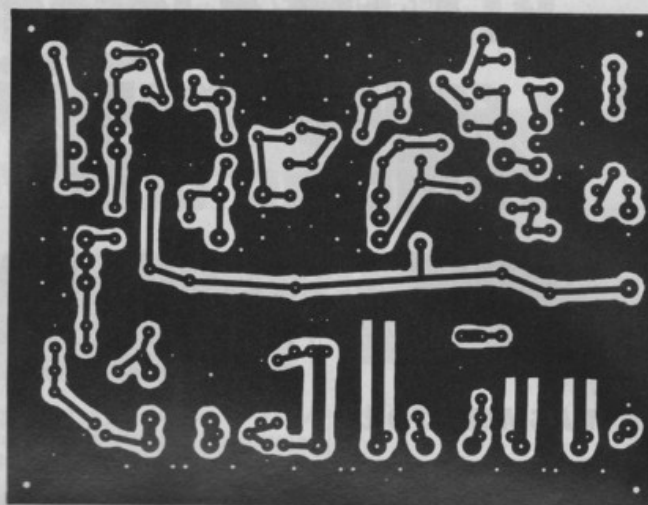
lentezza dell'oscillatore. I rimanenti stadi sono molto più veloci e non richiedono misure speciali eccetto l'accortezza di non usare condensatori dai valori elevati!

La scelta della frequenza di trasmissione dipende anche dalla reperibilità dei quarzi. In commercio sono relativamente facili da reperire i quarzi per uso computer (TX) e i quarzi CB (RX). Nel trasmettitore descritto si possono utilizzare due quarzi facilmente reperibili: 9.8304 MHz e 10.000 MHz, che moltiplicati per 128 corrispondono alle frequenze di 1258 MHz e 1280 MHz. Regolando la bobina L1 in serie al quarzo si può spostare la frequenza finale fino a 500-800 kHz, ottenendo con ognuno dei quarzi indicati 3 o 4 canali (da 200 kHz) in gamma 23 cm. In ricezione la scelta risulta più facile vista la reperibilità dei quarzi CB in passi da 10 o 5 kHz.

Lo schema del modulo finale e mostrato in **figura 5a** che comprende l'ultimo duplicatore a 1280 MHz (BFR96) e quattro stadi amplificatori (BFR91, BFR96, BFR95S e BFQ68) per ottenere da 1,5 a 2W a 1280 MHz. Il BFR91 funziona da amplificatore selettivo in classe A. Il BFR96 funziona in classe AB e fornisce circa 100 mW. Il pilota BFR96S ed il finale BFQ68 funzionano in classe B: in classe C il guadagno dei semiconduttori disponibili è molto più basso a frequenze superiori al GHz.

L'eccitatore è costruito su un circuito stampato convenzionale a singola faccia. Il lato rame è mostrato in **figura 4b** e la relativa disposizione dei componenti in **figura 4c**. Il modulo finale è costruito su un circuito microstrip: in **figura 5b** è mostrata la faccia superiore, la faccia inferiore non viene incisa! La relativa disposizione dei componenti è visibile in **figura 5c**.

Il modulo eccitatore richiede



**figura 4b**  
Circuito stampato del trasmettitore, eccitatore, lato rame, singola faccia.

la costruzione di diverse bobine. L1 ha nominalmente 30 spire di filo da 0.1 mm di diametro, rame smaltato, su un supporto da media frequenza per 10.7 MHz. Il valore esatto di L1 dipende comunque dal quarzo usato e dalla frequenza finale desiderata. L2, L3, L4, L5, L6 e L7 sono avvolte su dei supporti da media frequenza TV, completi delle coppette in ferrite e schermi. L2 e L3 hanno 9 spire, filo da 0.15 mm rame smaltato, mentre L4, L5, L6 e L7 hanno 5 spire ognuna, stesso filo. L8 e L9 sono autoportanti, 4 spire ognuna di filo da 1 mm di diametro, rame smaltato, e avvolgimento serrato su un supporto da 4 mm di diametro. Infine, L10, L11, L12 e L13 sono incise sul circuito stampato.

Il BFR91 nel modulo eccitatore è montato dalla parte saldature, per avere i collegamenti più brevi. Tutti i trimmer da 4-20 pF sono a film plastico, 7.5 mm di diametro e corpo VERDE. Il trimmer da 2-10 pF nello stadio finale del TX è anch'esso a film pla-

stico, 7.5 mm di diametro, corpo GIALLO o ARANCIONE. Tutti i condensatori fissi sono ceramici a disco.

Anche per la costruzione del modulo finale vale quanto detto in [2], [3] e [4]. Il montaggio del transistor finale BFQ68 richiede una cura particolare. La vite dissipatrice non è connessa internamente al transistor, ma possiede una relativamente alta capacità parassita verso il terminale di collettore. Per evitare circolazioni di correnti RF incontrollate, che possono provocare autooscillazioni, instabilità o riduzioni della potenza d'uscita, la vite deve essere collegata a massa per la via più breve sullo stampato stesso. Perciò si consiglia di installare il BFQ68 come mostrato in **figura 7b**. Come dissipatore viene usato un lamierino in rame, spesso 1 mm e dalle dimensioni di 2 x 3 cm circa, ben saldato sulla massa, lato non inciso dello stampato del modulo finale. Tutti i rimanenti transistor RF sono installati come di consueto nei circuiti microstrip in fori

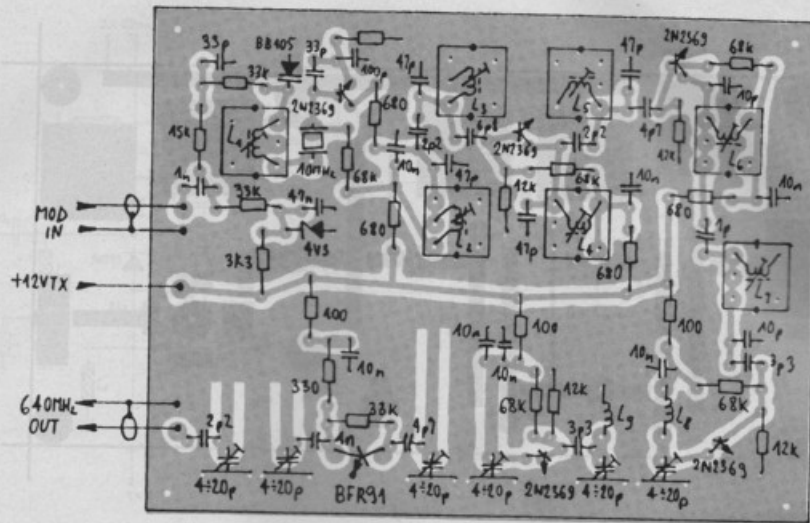


figura 4c  
Disposizione dei componenti del trasmettitore, eccitatore.

da 6 mm di diametro. Buona parte delle bobine risonanti del modulo finale sono realizzate in tecnica microstrip sul circuito stampato. Fanno eccezione le impedenze RF L9, L10 e L11, che consistono in circa 6 cm di filo rame smaltato da 0.15 mm ognuna e sono autoportanti,

avvolte su un supporto da 1 mm di diametro. La taratura del trasmettitore consiste principalmente nella messa a punto della catena degli stadi moltiplicatori. Il circuito del trasmettitore comprende sette duplicatori. Durante la messa a punto si deve prestare attenzione so-

prattutto a ottenere i livelli dei segnali adatti. Un livello del segnale troppo basso riduce il rendimento degli stadi seguenti diminuendo la potenza d'uscita ottenibile. Un livello troppo alto non aumenta la potenza, ma distrugge i transistor nella catena degli stadi moltiplicatori. Un transistor

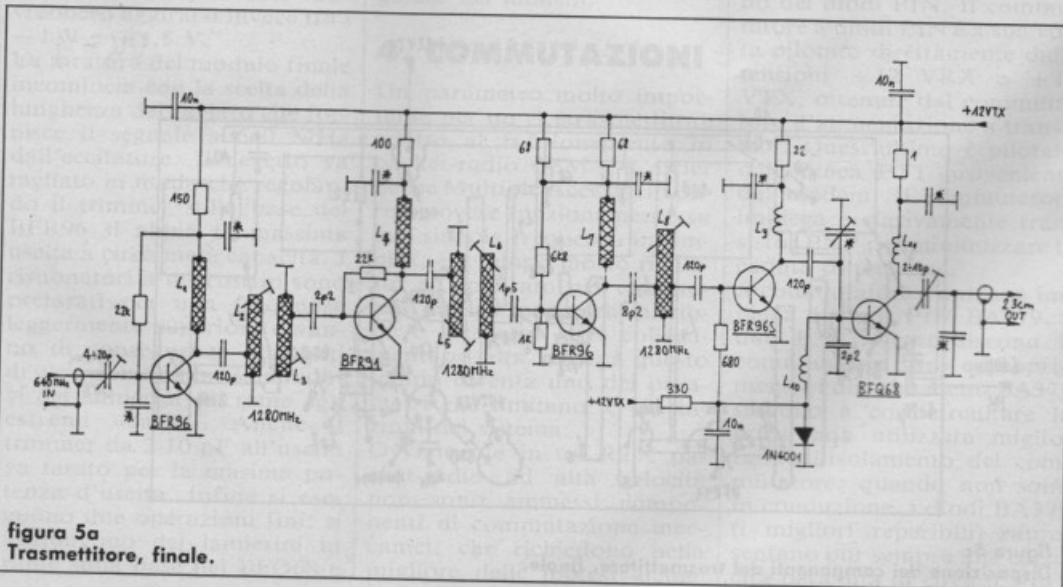


figura 5a  
Trasmettitore, finale.

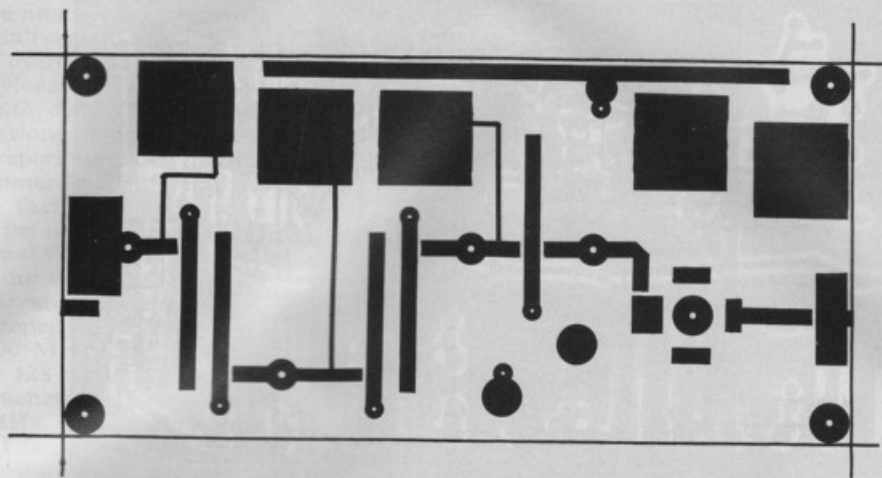


figura 5b  
Circuito stampato del trasmettitore, finale, lato componenti. L'altra faccia non viene incisa!

RF tipo 2N2369 o simile viene danneggiato se la tensione negativa sulla base, formata per effetto rettificante della giunzione BE supera i  $-3V$  circa.

I transistor per microonde BFR91 o BFR96 sono ancora più fragili e vengono danneggiati già da tensioni negative

superiori a  $-1,5 V$  circa. Difetti del genere non sono facili da scoprire, poiché il transistor sovrapilotato non si brucia di colpo ma le sue caratteristiche vengono lentamente deteriorate! Il deterioramento può durare ore o addirittura settimane prima di compromettere il funzionamento del-

**l'apparato!**

Nel modulo eccitatore è essenziale controllare il livello del segnale che pilota il BFR91. Segnali eccessivi si possono ottenere usando dei transistor con guadagni superiori ai 2N2369 consigliati. La soluzione più semplice in questo caso è nel ridurre la ten-

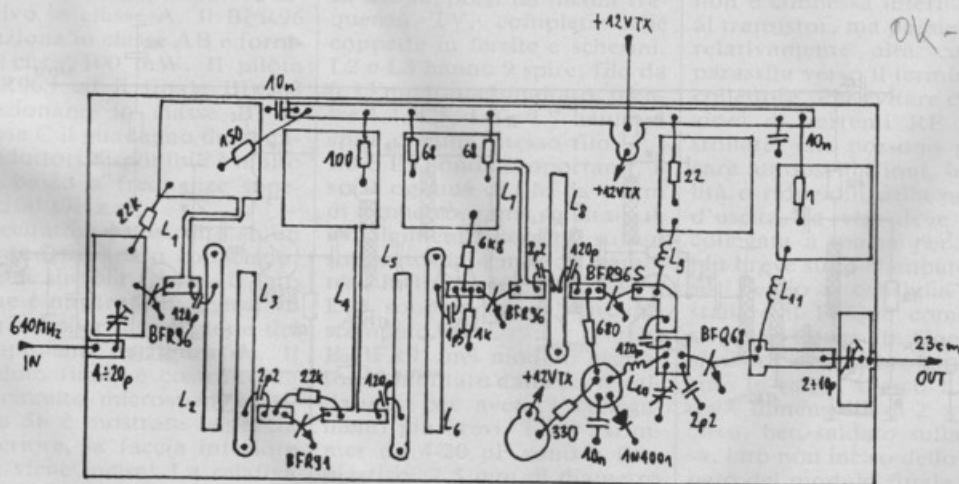


figura 5c  
Disposizione dei componenti del trasmettitore, finale.

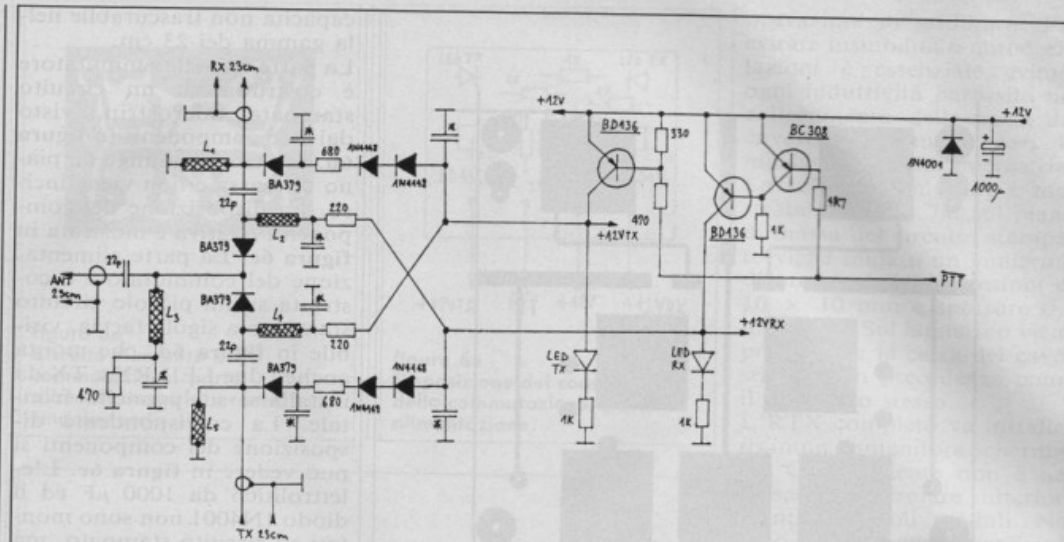


figura 6a  
Commutazione RX/TX.

sione d'alimentazione a uno o più stadi, aumentando le resistenze di collettore. Un modulo eccitatore correttamente tarato fornisce all'uscita circa 5 mW a 640 MHz con una tensione negativa sulla base del BFR 91 compresa tra i  $-0,5$  V e  $-1$  V. Le tensioni continue sulle basi dei 2N2369 moltiplicatori dovrebbero aggirarsi invece tra i  $-1$  V e  $-1,5$  V.

La taratura del modulo finale incomincia con la scelta della lunghezza del cavetto che fornisce il segnale a 640 MHz dall'eccitatore. Il cavetto va tagliato in modo che regolando il trimmer sulla base del BFR96 si abbia la massima uscita a circa metà capacità. I risuonatori a microstrip sono preparati per una frequenza leggermente superiore e vanno di conseguenza allungati di alcuni millimetri saldando vi dei lamierini di rame agli estremi «caldi». Anche il trimmer da 2-10 pF all'uscita va tarato per la massima potenza d'uscita. Infine si eseguono due operazioni fini: si aggiungono dei lamierini in rame sulla base del BFQ68 e

sull'uscita cercando sempre di massimizzare la potenza d'uscita (trimmer marchiati \* sullo schema).

Un trasmettitore tarato correttamente fornirà all'uscita circa 1,5-2 W. Il circuito non contiene alcuna regolazione della deviazione FM, il livello di modulazione va perciò regolato nel modem.

#### 4. COMMUTAZIONI

Un parametro molto importante per un ricetrasmittitore adatto al funzionamento in packet-radio CSMA (Carrier Sense Multiple Access), in parole povere funzionamento su una singola frequenza in simplex, è il tempo morto richiesto all'apparato per commutare da ricezione a trasmissione e viceversa. Nei collegamenti ad alta velocità questo tempo diventa uno dei parametri che limitano le prestazioni del sistema.

Ovviamente in un RTX packet-radio ad alta velocità non sono ammessi componenti di commutazione meccanici, che richiedono nella migliore delle ipotesi alcune

decine di millisecondi per commutare. Usando soluzioni completamente elettroniche si possono facilmente raggiungere tempi di commutazione sull'ordine del millisecondo o anche meno.

La commutazione RX/TX è mostrata in figura 6a. L'antenna viene commutata usando dei diodi PIN. Il commutatore a diodi PIN è a sua volta pilotato direttamente dalle tensioni +12 VRX e +12 VTX, ottenute dal commutatore d'alimentazione a transistor. Quest'ultimo è pilotato dalla linea PTT proveniente dal modem. Il commutatore impiega esclusivamente transistor PNP per minimizzare la caduta di tensione.

Il commutatore d'antenna impiega 4 diodi PIN BA379. I due BA379 costituiscono il commutatore vero e proprio mentre i due rimanenti BA379 servono a cortocircuitare la porta non utilizzata migliorando l'isolamento del commutatore: quando non sono in conduzione, i diodi BA379 (i migliori reperibili) rappresentano pur sempre una capacità parassita di circa 0,3 pF,

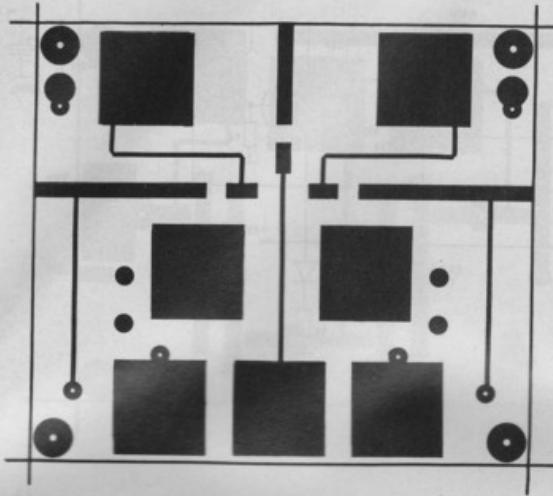


figura 6b  
Circuito stampato della commutazione, parte RF, lato componenti.  
L'altro lato non viene inciso!

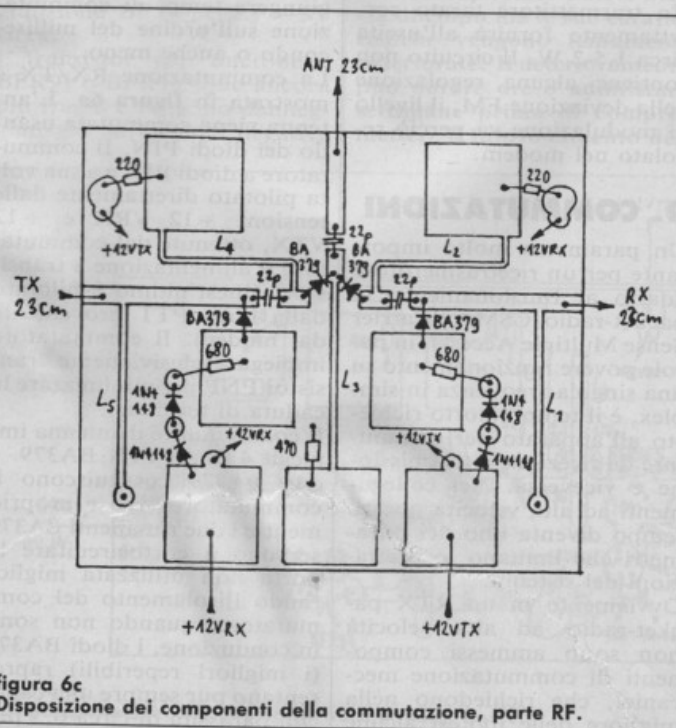


figura 6c  
Disposizione dei componenti della commutazione, parte RF.

capacità non trascurabile nella gamma dei 23 cm.

La parte RF del commutatore è costruita su un circuito stampato microstrip, visto dal lato componenti in figura 6b. L'altro lato funge da piano di massa e non viene inciso. La disposizione dei componenti relativa è mostrata in figura 6c. La parte alimentazione del commutatore è costruita su un piccolo circuito stampato a sigola faccia, visibile in figura 6d, che monta anche i due LED RX e TX da installarsi sul pannello frontale. La corrispondente disposizione dei componenti si può vedere in figura 6e. L'elettrolitico da 1000  $\mu$ F ed il diodo 1N4001 non sono montati su circuito stampato, ma direttamente sul connettore d'alimentazione.

I diodi PIN BA379 vengono prodotti in una custodia di PLASTICA NON STANDARD, dalle dimensioni di  $3 \times 2 \times 1,5$  mm e sono marchiati soltanto da una striscia di vernice indicante il catodo e, sono prodotti dalle ditte Philips e Siemens. L'unico equivalente è il BA479, prodotto dalla Telefunken in custodia di VETRO DO-35 e marchiato TFK BA479. Attenzione! Sul mercato sono apparsi dei diodi in custodia PLASTICA SOD-23, dalle dimensioni di  $4 \times 2,5 \times 2,4$  mm (molto più grandi di un BA379 vero) che vengono spacciati come dei BA479 o equivalenti dei BA379! Anche se la custodia SOD-23 contenesse in realtà il chip del BA379, la sua elevata induttività parassita degraderebbe notevolmente le caratteristiche elettriche del diodo.

I moduli di commutazione RX/TX non richiedono alcuna taratura o messa a punto. Il cablaggio RF richiede comunque una certa cura per evitare problemi. È raccomandabile usare del cavetto schermato isolato in teflon (RG188), per evitare che il dielettrico si fonda durante le

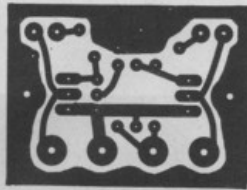


figura 6d  
Circuito stampato della commutazione, parte alimentazione, lato rame, singola faccia.

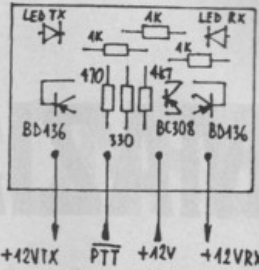


figura 6e  
Disposizione dei componenti della commutazione, parte alimentazione.

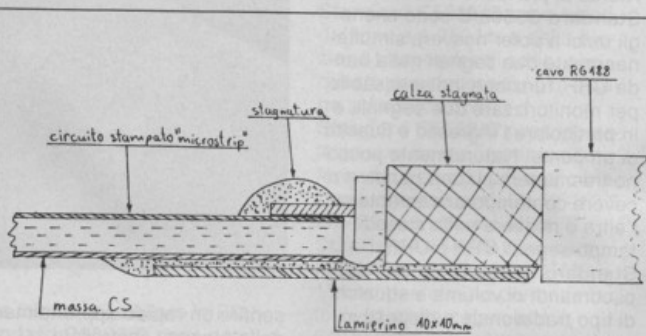


figura 7a  
Particolare attacco cavetto RF.

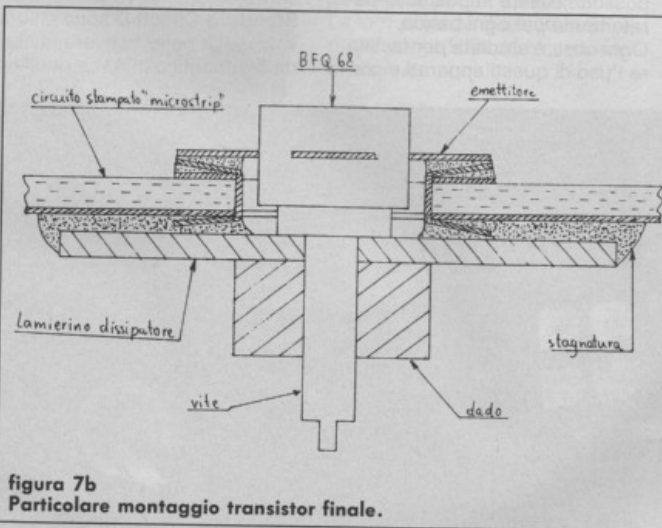


figura 7b  
Particolare montaggio transistor finale.

operazioni di saldatura. Per evitare instabilità o autooscillazioni è essenziale evitare ogni induttività parassita nel collegamento della calza del cavetto schermato con la massa del circuito microstrip. La soluzione migliore è mostrata in figura 7a: sul piano di massa del circuito stampato viene saldato un lamierino di ottone dalle dimensioni di 10 x 10 mm e spessore 0,3 mm circa. Sul lamierino viene poi saldata la calza del cavo, stagnata in precedenza come il lamierino stesso.

L'RTX completo va installato in un contenitore schermato. Generalmente non è necessario schermare ulteriormente i singoli moduli. Nel caso di risonanze del contenitore, che causano autooscillazioni del circuito, inserire dei pezzi di materiale assorbente per microonde (spugna nera "antistatica" va bene). Come dimensioni si suggerisce di tenere la distanza tra i bordi di due circuiti stampati di almeno 1 cm. Il coperchio va posizionato almeno a 3 cm al di sopra delle linee microstrip per non influenzarle. Infine, non installare il modem o TNC nella stessa scatola, ma usare un contenitore separato, per evitare che i circuiti digitali disturbino il ricevitore. I riferimenti citati [2] [3] [4] vengono esposti a fine articolo.

(continua sul prossimo numero di CQ Elettronica)

**CQ**