

Modificare un Maxon per l'uso in gamma amatoriale

I modelli SMX4150 sono RTX civili anomali, a partire dalla potenza massima pari a 50W

di Daniele Cappà IW1AXR

Dopo l'esperienza con altre radio civili ho acquistato alcuni esemplari di Maxon SMX4150, tutti apparentemente identici, senza sapere cosa mi aspettava... E' bene premettere che questa modifica è adatta a chi ha un minimo di pazienza ed è disposto a passarci su più di un paio di serate.

Come sempre la strumentazione aiuta, molto in questo caso, ma è eseguibile anche con molta pazienza, un tester, un'altra radio e la solita schiera di colleghi disponibili.

Vediamo brevemente di cosa si tratta.

La serie SMX4150 sono RTX civili VHF (la versione in UHF è siglata SMX4550 mentre la versione a 80 MHz è siglata SMX4050), 50W massimi, altoparlante entrocontenuto nel frontale (l'audio è

magnifico), 16 canali (ma potrebbero essere 79), subtoni presenti di serie, senza schede aggiuntive e programmabili insieme alle memorie. Definire robusta la sua costruzione è riduttivo: la radio è riparata da due gusci in lamiera, ma l'interno è ancora protetto da robusti schermi in lega di alluminio pressofuso. Come sempre su RTX civili non è presente alcuna ventola, ma la dissipazione è garantita dall'intera struttura di alluminio.

La stessa radio potrebbe essere ritargata come Ericsson MGM148-160 o ancora come General Electric sotto la dicitura "monogram series".

Sempre rimanendo in casa Maxon il modello PM150 dovrebbe essere assolutamente analogo. Dovrebbe perché alcune delle radio che mi sono passate in ma-

no erano chiaramente degli ibridi "riasmblati" con parti di esemplari diversi, dunque non ho in realtà visto due esemplari esattamente identici.

La modifica è stata portata a termine anche grazie alla documentazione messa a disposizione dal solito F5JTZ e da K5DLQ: gli schemi dell'interfaccia provengono direttamente dal sito di Patrice.

Vediamo dunque la descrizione degli interventi necessari a trasformare il nostro RTX civile in un amatoriale.

Le molte versioni

Apriamo la radio, ci troveremo davanti un coperchio di alluminio che ripara una porzione del lato superiore più o meno delle dimensioni di un pacchetto di sigarette (sotto c'è il VCO). Appena davanti troviamo la logica, e qui abbiamo due possibilità che ci porteranno a riprogrammare la radio seguendo due strade completamente diverse.

Il lato inferiore è riparato quasi interamente da uno schermo che ripara il ricetrasmittitore vero e proprio; rimangono fuori solo i primi stadi del ricevitore.

Sulla logica, e sotto lo schermo dell'RTX dovremmo trovare due etichette che distinguono la versione secondo questa tabella

La prima lettera "N" distingue la canalizzazione a 12,5 kHz

La prima lettera "M" distingue la

I Maxon appena acquistati



canalizzazione a 20 kHz

La prima lettera "S" distingue la canalizzazione a 25 kHz

La seconda lettera "L" distingue la banda da 136 a 150 MHz

La seconda lettera "M" distingue la banda da 148 a 162 MHz

La seconda lettera "H" distingue la banda da 160 a 174 MHz

Dunque gli esemplari siglati "SH" sono da 160 a 174 MHz con canalizzazione a 25 kHz.

Sembra che la canalizzazione diversa riguardi più la larghezza di banda del filtro di media che la gestione della logica. Ho riprogrammato a 12,5 kHz esemplari che avrebbero dovuto essere a 25 kHz. Ma potrei essere incappato in una radio riassembleata, dunque...

Il primo problema è ovviamente la seconda lettera... se è una H siamo fuori banda, ovvero la radio non è in grado di essere ritratta in gamma amatoriale, a meno di non ricorrere alle modifiche che ho eseguito e che vedremo. La versione M, ovvero da 148 a 162 MHz in genere riesce a scendere in gamma amatoriale con pochissime modifiche. La versione L è chiaramente già adatta ai nostri usi, dunque basterà riprogrammare la logica e ritrare la radio. Anche la logica di controllo è in più versioni distinguibili dal lato superiore: se sulla radio è inserita una scheda supple-

mentare con un chip a 40 pin, molti componenti a montaggio superficiale e una presa a tre pin in alto a destra allora siamo davanti alla versione a 79 canali. La sua programmazione avviene direttamente dal PC tramite una semplice interfaccia a transistor, per contro il software di gestione funziona solo sotto DOS, dunque è necessario un vecchio PC. Partire in dos da chiavetta o cd utilizzando un pentium 4 non porta da nessuna parte, se non a "sprogrammare" la radio. Dobbiamo necessariamente impiegare un vecchio PC, lento. Questa versione dovrebbe essere stata prodotta nella seconda metà degli anni '90

La versione più anziana, probabilmente della prima metà degli anni '90, è distinguibile da un processore a 40 pin inserito direttamente sulla stampato della radio. Appena più in basso della CPU troviamo un altro chippino a 8 pin su zoccolo, è la EEPROM su cui sono memorizzati i dati dei canali, frequenze e subtoni. Si tratta di una vecchia 9346, o 93C46, EEPROM a 64 byte da 16 bit. La radio va riprogrammata rimuovendo la memoria e programmandola con un programmatore esterno dopo aver preparato l'immagine della medesima. Anche qui non è facilissimo, questa volta il nostro PC va benone, a dar problemi è la vecchia EE-



Uno dei Maxon modificati.

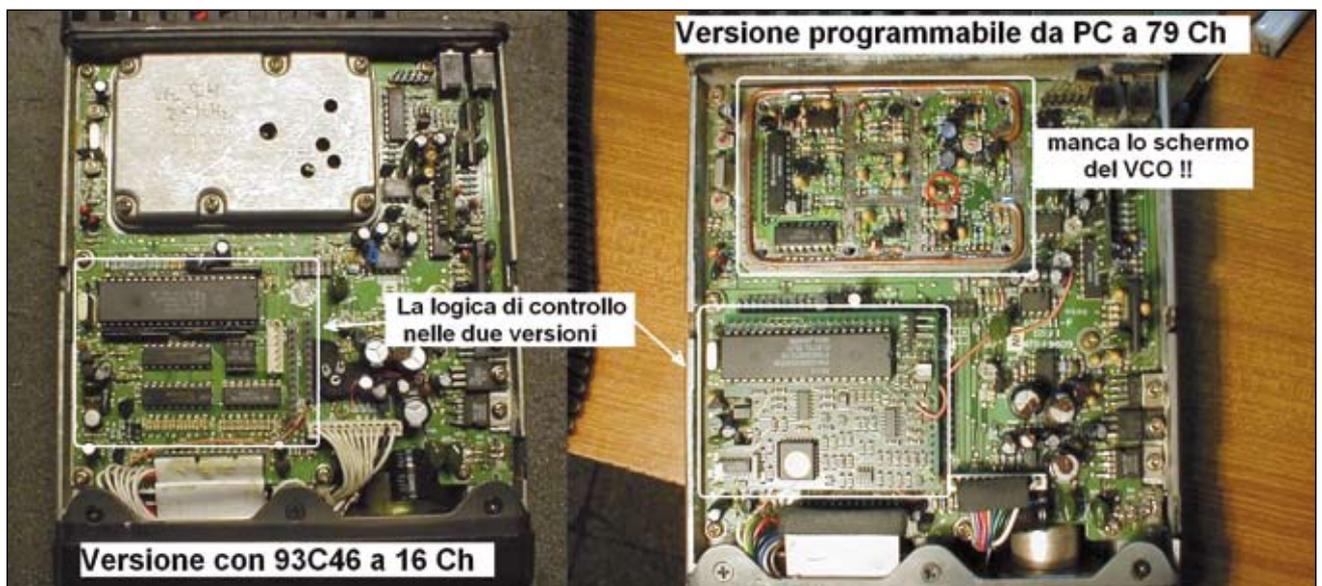
PROM la cui programmazione non è così immediata come sembra.

Riprogrammiamo la radio

Partiamo con l'esemplare più anziano, rimuoviamo la EEPROM avendo cura di ricordare il verso in cui è inserita nello zoccolo.

Ora abbiamo bisogno di alcuni software; il file andrà inizialmente preparato con SMP4001.EXE, il programma è sotto dos, ma funziona egualmente bene in una finestra di windows. Viene richiesto il modello dalla radio, dunque 4150HS (o quel che è il nostro...) quindi proseguiamo nel caricare un file, o a prepararne uno nuovo. Come sempre su radio civili è necessario inserire la frequenza di ricezione, l'eventuale subtono, la frequenza di trasmissione e il subtono. Salviamo il file dal menù program. A questo punto avremmo biso-

Le due versioni



gno dell'interfaccia originale da collegarsi alla presina bianca a sei poli a destra del processore. Purtroppo questa impiega una MAX236, che non avevo in casa, e neppure in negozio ne ho trovato traccia... dunque proseguo nell'adattare il file appena salvato per trasferirlo nella immagine della EEPROM.

Seguendo i consigli di Patrice ho utilizzato "ultraedit32", programma commerciale di cui la versione trial dura 30 giorni.. e a noi bastano.

Con ultraedit apriamo il file salvato con il precedente soft, dobbiamo eliminare i primi 95 byte del file, ovvero sei righe meno un carattere, dall'indirizzo \$ 000 a \$ 05E compreso. Quindi eliminiamo gli ultimi 213 byte, ovvero dall'indirizzo \$ 080 fino alla fine del file. Salviamo il file (salva con nome) avendo cura di assegnargli l'estensione BIN .

Abbiamo ora l'immagine della nostra EEPROM, non ci resta che programmarla.

Possiamo ricorrere al programmatore parallelo proposto da Patrice, oppure utilizzare un programmatore seriale stile JDM, o un parallelo ProPic2 clone. Il software di gestione potrebbe essere il classico ICPROG, o qualsiasi altro che preveda la programmazione della 9346. Winpic800 che uso normalmente non programma questa memoria.

Questa parte mi ha impegnato per giorni. La 93c46 viene programmata utilizzando lo zoccolo della PIC 16F84 su cui inseriremo un adattatore, due resistenze, uno zener e qualche pezzetto di filo da cablaggi.

Il problema è che siamo al limite delle caratteristiche della EEPROM, e il programmatore parallelo proposta da Alain ha programmato una sola memoria, con le altre non c'è stato nulla da fare. Saltando da un soft all'altro e da un programmatore all'altro ho capito che il problema non era nella programmazione, ma nella sua verifica... ovvero il programmatore seriale (quello JDM, certamente è il più comune) scrive perfettamente la EEPROM... ma non la legge!! Dunque la ve-

rifica va a buca. Ho programmato la EEPROM trascurando il fatto che che ICprog segnalasse fallita la verifica... inserita nella radio questa era perfettamente programmata. Incrociamo dunque le dita.

Vediamo ora l'esemplare più recente, quello con la schedina aggiuntiva da programarsi direttamente dal vecchio PC.

Il soft necessario si chiama PROGS.MX.EXE, e funziona rigorosamente sotto DOS 6.xx, non tentiamo di farlo funzionare in finestra dos!! Possiamo preparare il file, ma la programmazione della radio DEVE avvenire utilizzando un anziano 386/486, sebbene io non abbia provato con Pentium 100 e seguenti. Il mio P4 a 3GHz in DOS fa solo danni, la programmazione inizia e si ferma a meno del 10%, cancellando solo quanto era presente nella radio.

L'interfaccia di programmazione impiega due transistor, la schema è quello proposto da Patrice, ma in rete se ne trovano più versioni, tutte simili o identiche.

Il soft non è di uso immediato, ma la prima cosa da fare è scaricare i dati dalla radio (con F6): lo scopo è annotare il numero di serie, riportato nella seconda riga, Dovrebbe essere il medesimo presente sull'etichetta incollata sul guscio esterno inferiore. Sono necessari gli ultimi quattro numeri, senza questi il soft non programma la radio. Annotiamoli da una parte e riportarli all'interno della radio potrebbe essere una buona idea. Ora possiamo iniziare ad editare i canali della nostra radio, questa versione ha a disposizione 79 memorie in cui possiamo inserire i dati della frequenza in ricezione, quella in trasmissione e i due eventuali subtoni. Gli altri dati relativi alla selettiva non ci servono.

Con il tasto cursore dobbiamo scendere fino a entrare nella finestra relativa al canale e editarne i parametri. Attenzione perché il numero visualizzato (l'ultimo in basso) è riferito a quanto riportato sul display, non al numero di canale che va modificato confermando la modifica di un



I due programmatori

canale e passando al successivo con F7. Questi soft non sono molto intuitivi circa il loro funzionamento, ma qualche prova e un paio di caffè per calmarci dovrebbero bastare a venirne a capo. Il file andrà salvato utilizzando un nome adatto a MSDOS, dunque con un massimo di otto caratteri, e solo successivamente, dopo aver collegato l'interfaccia alla radio (il collegamento avviene sui tre pin a in alto a destra della piastrina aggiuntiva), aver settato correttamente la porta seriale (con F10), possiamo sparare il tutto alla radio (F5). La programmazione dura qualche istante e si conclude con il corrispondente messaggio da parte del soft. Tutti i programmi citati sono reperibili sul sito di Patrice, F5JTZ, ho comunque radunato tutto l'occorrente, compresi i miei file già editati e pronti all'uso. Accompagnati dalla documentazione, ovvero i manuali di servizio e di uso, il tutto è reperibile a questo link WWW.IW1AXR.EU/radio/SMX4150software.zip E ovviamente sul sito della rivista. Nella prossima puntata ci occuperemo della radio.

(Continua)

Modificare un Maxon per l'uso in gamma amatoriale

I modelli SMX4150 sono RTX civili anomali, a partire dalla potenza massima pari a 50W

2ª parte

di Daniele Cappa IW1AXR

Modificare e riallineare la radio.

So di essere fortunato infatti i miei esemplari erano quasi tutti rappresentanti della versione "H", quella da 160 a 174 MHz.

La prima cosa da fare è ritarare il VCO, le modifiche sono visibili nei particolari dello schema elettrico: per la versione "H" è necessario aggiungere sette condensatori e un compensatore. Se la vostra versione è una "M" possiamo limitarci al solo compensatore.

Se la versione è una "H" dobbiamo smontare completamente la radio, rimuoviamo lo schermo del VCO, lo scatolino dal lato superiore appena dietro la logica (attenzione, le viti che lo chiudono sono più corte delle altre e non dobbiamo confonderle, farlo significa danneggiare lo stampato della parte RF). Rimuoviamo le due piastre, la logica con il VCO e la parte RF.

Scollegiamo e rimuoviamo il frontale (attenzione al flat bianco del display), quindi svitiamo tutte le viti dello schermo della radio (il cavo di alimentazione si smonta rimuovendo la vite sul pannello posteriore, appena sotto il cavo). Scollegiamo con attenzione il piccolo cavo coassiale grigio che porta il segnale dell'oscillatore locale dal VCO alla radio e alziamo le due piastre.

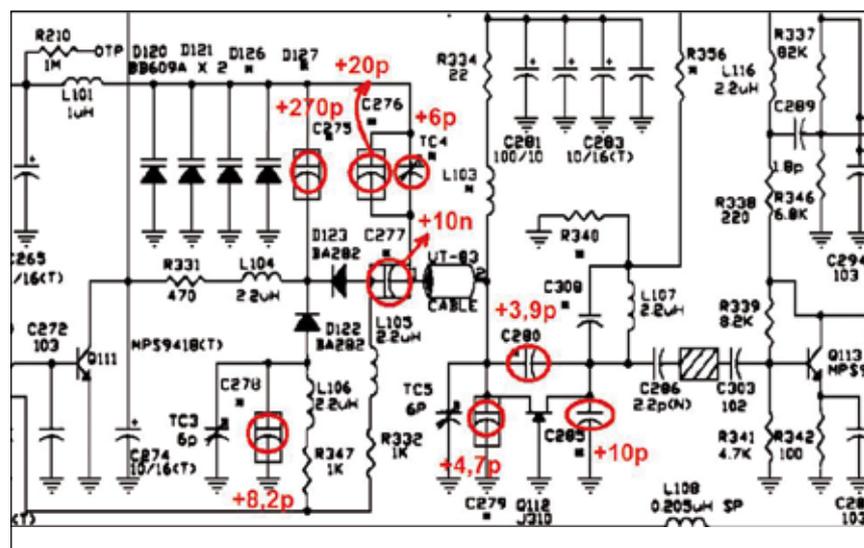
Il guscio è ora completamente nudo, è una buona occasione per riverniciarlo e sostituire il BNC con un più comodo (e peggiore) PL.

Basandoci sullo schema dobbiamo localizzare tutti i componenti segnati in rosso, non sostituirne nulla, ci limitiamo a saldare sette condensatori in parallelo a quelli esistenti (se ci sono) che riportano il valore totale delle capacità a quello corrispondente alla versione "L" da 136 a 150 MHz. A parte il compensatore TC4 (assente su versioni "M" e "H", che salderemo al suo posto dal lato componenti, tutti gli altri andranno saldati direttamente dal lato

saldature. In verità le modifiche si limitano allo stretto indispensabile che permette il funzionamento in gamma amatoriale. In particolare non aggiungeremo diodi varicap: sulla versione "L" ne sono montati quattro, sulla "M" tre e sulla nostra "H" solamente due. Il risultato è che l'escursione del VCO sarà minore e quasi certamente non riusciremo a scendere sotto i 140 MHz. Neppure la copertura totale sarà di 10 - 12 MHz, ma a noi basta un misero mega...

Il numero dei varicap presenti sotto il coperchietto del VCO può essere un indice circa la versione che abbiamo in mano, almeno

Modifica al VCO



per quanto riguarda il VCO ovviamente.

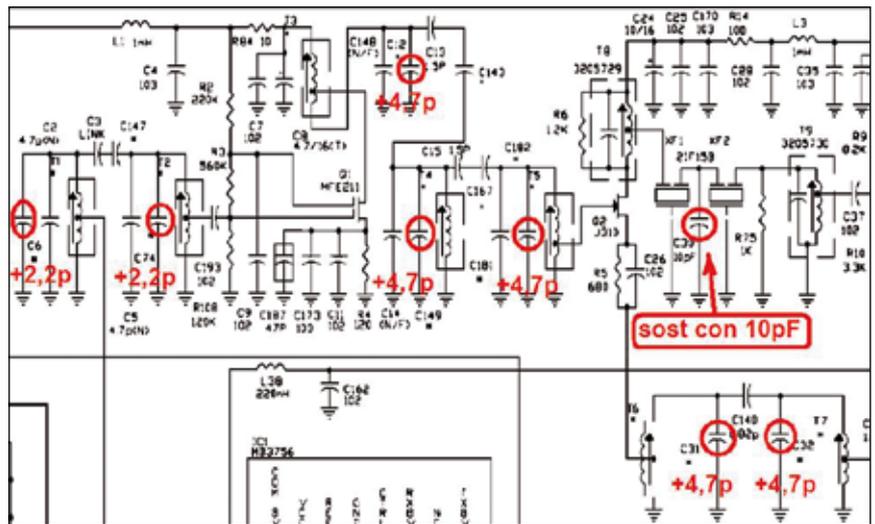
Passiamo al ricevitore e eseguiamo la modifica analogica, aggiungendo anche qui sette condensatori a cui si aggiunge la sostituzione del condensatore del filtro di media frequenza, C30, quello compreso tra i due cristalli in basso a sinistra..

Sullo schema C30 è riportato da 10 pF, in realtà le radio montano un esemplare da 15 pF. La deviazione di un apparato amatoriale è più alta di quella di una radio civile, dunque se in trasmissione basta girare il trimmer in ricezione è necessaria "allargare" il filtro, pena sentire il corrispondente che "strappa" appena alza il tono della voce. Ho riportato C30 a 10 pF, ma andare un pochino oltre e scendere fino a 8,2 pF potrebbe essere una buona idea. Con 10 pF arriviamo fino a +/- 5 kHz.. I due filtri sono da 7,5 kHz... siamo dunque già oltre il limite fisico del filtro.

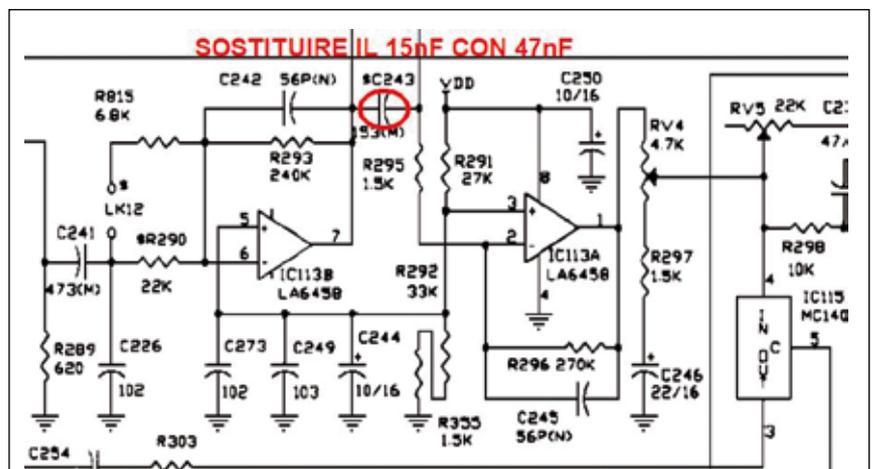
I condensatori che andremo ad aggiungere sulle due schede devono essere tutti ceramici, nuovi e di buona qualità. Dobbiamo prestare attenzione a non montarli in corrispondenza delle sagome degli schermi del corpo della radio. Sugli stampati sono evidenziati da una o due file di metallizzazioni di massa, nelle foto sono evidenziati da alcune righe verdi. Durante il montaggio delle piastre è necessario assicurarsi che queste coincidano con i fori delle viti e che questi siano tutti a battuta con le piastre.

Il lavoro descritto è impegnativo: i condensatori devono essere saldati mantenendo i terminali più corti possibile, la posizione andrà determinata seguendo lo schema e le piste del circuito stampato. Consideriamo il fatto che questi potrebbero avere piccole differenze e che alcuni condensatori non sono visibili sullo stampato perché si trovano all'interno dello schermo delle bobine. Con calma e attenzione dovremmo venirne a capo in un paio di ore.

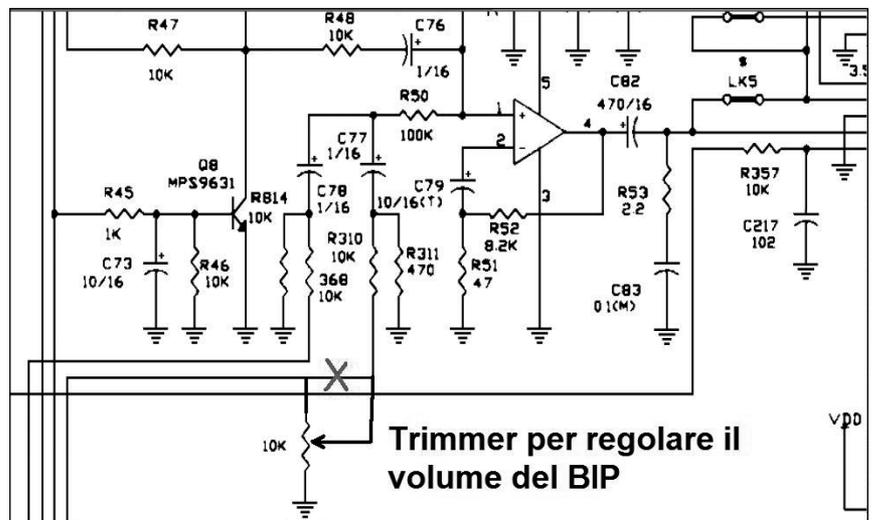
Mentre abbiamo in mano la piastra del VCO è una buona idea sostituire C243 (da 15nF) con un



Modifica ricevitore



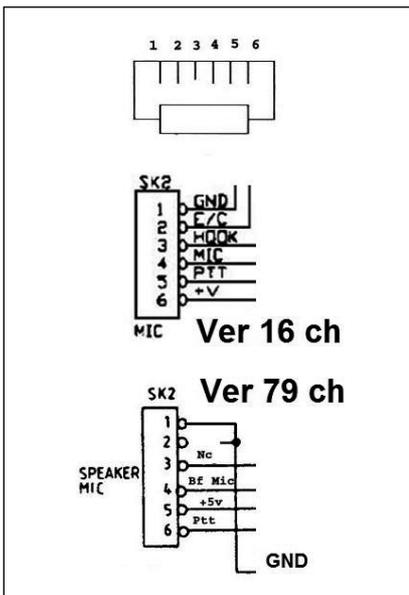
Modifica audio in TX



Modifica al volume del bip

esemplare da 47 nF. Si tratta di un condensatore in serie al segnale del microfono, la sua sostituzione rende l'audio in trasmis-

sione meno "chiuso", molto più gradevole. Sulla stessa piastra possiamo montare la regolazione del "bip"

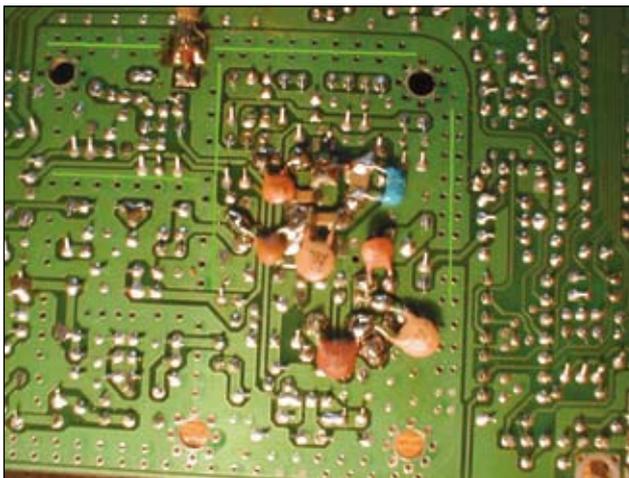


Connettori Mic

dei tasti. In origine è diretto e il "bip" all'accensione assomiglia più a una sveglia che a una radio.

La cura è semplice, basta dissaldare un lato della R310 (10k Ω), precisamente quello opposto al condensatore C77. Sulla piastra è il reoforo a sinistra guardando la radio dal pannello anteriore. Porteremo il capo rimasto libero della resistenza al cursore di un trimmer da 10k. La piazzola dello stampato a cui era collegata la resistenza lo portiamo a un lato del trimmer mentre l'altro lato del trimmer lo collegheremo a massa in un luogo comodo; questa saldatura supporterà meccanicamente il tutto.

I condensatori del VCO



Rimontiamo le due piastre, avendo cura di impiegare solo le viti dello stampato, non quelle degli schermi. Utilizziamo una quantità adatta di pasta termoconduttiva sotto i chip fissati al guscio, compreso il finale.

Ricolleghiamo il pannello anteriore e lo fissiamo provvisoriamente con un paio di viti.

Colleghiamo in carico fittizio all'antenna e l'alimentazione.

Passiamo alla taratura

Questa sequenza è valida per tutte le versioni, anche per quelle in cui non è stato necessario aggiungere i condensatori (versioni L e M).

Accendiamo la radio, di solito emette insistentemente alcuni bip e il display segnala errore 03... Già la radio ha una propria diagnostica con cui comunica le anomalie nel funzionamento, ecco cosa significano:

Er 01

- Errore della EEPROM, non è installata o non è installata correttamente, potrebbe essere stata programmata a 8 bit anziché a 16.

Er 02

- Problema in dati di programmazione, sempre della EEPROM...

Er: 03

- Indica che il PLL non è agganciato, ovvero che è necessario ritardare il VCO, o che la frequenza memorizzata è fuori dal range di funzionamento attuale del VCO,

Er: 04

- Indica un problema con il collegamento dell'antenna. Il processore dovrebbe impedire alla radio di trasmettere. Sui miei esemplari non succede nulla, se scollego l'antenna la radio funziona come prima.

Collegando il tester sul TP del VCO regoliamo i tre trimmer capacitivi TC3, TC4 e TC5, sia in ricezione che in trasmissione fino a ottenere 4 - 5V a centro banda (dunque 145.400 - 145.500. Una radio accesa sulla stessa frequenza ci avviserà quando il VCO è agganciato.

Spegniamo il tutto e rimontiamo lo schermo del VCO, quindi ricontrolliamo la tensione del VCO ed eventualmente ritocchiamo i tre trimmer.

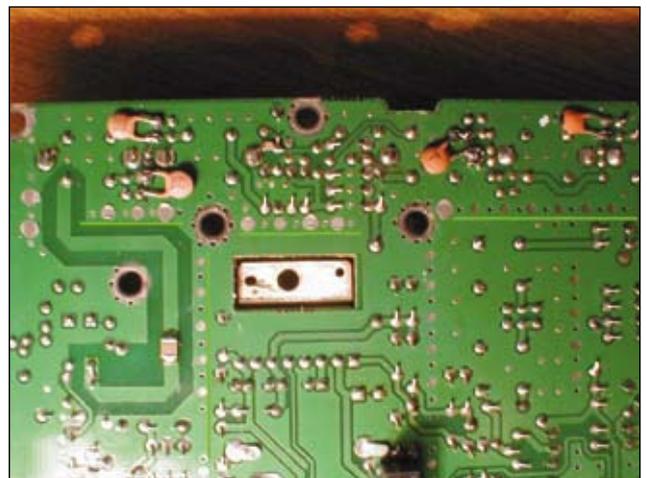
Passiamo ora alla piastra dell'RTX, dall'altro lato. Verifichiamo di avere collegato il cavo grigio del segnale dell'oscillatore locale e di avere risaldato il filo del connettore di antenna.

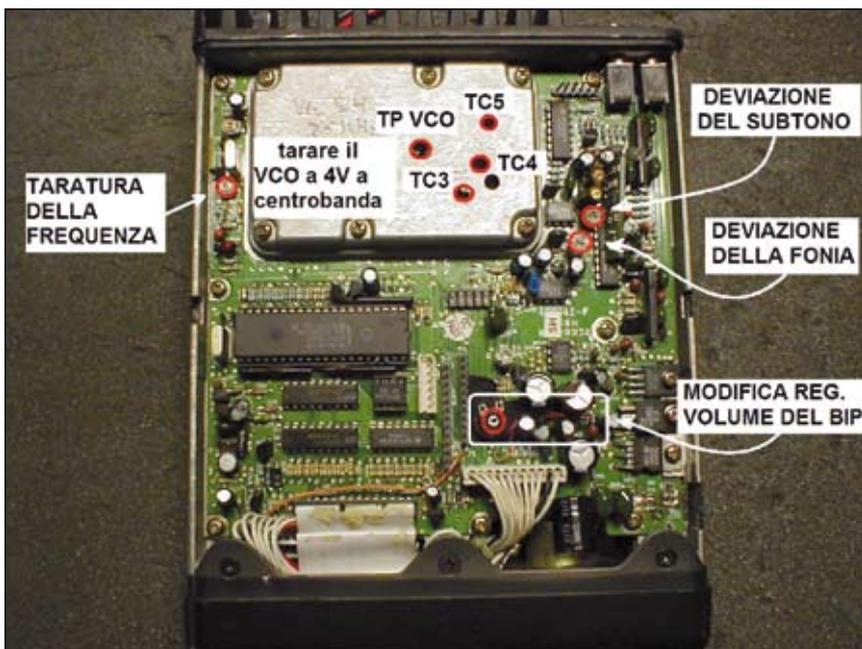
Con il carico fittizio e il wattmetro regoliamo i due compensatori TC1 e TC2 a sinistra per la massima potenza, poi regoliamo VR2, accanto ai cavi di alimentazione, per la potenza desiderata. La radio arriva a 50W, a volte qualcosa di più. Un buon compromesso è regolare al 20% in meno, dunque 40W di uscita.

Scolleghiamo il carico fittizio, il wattmetro e il microfono per passare al ricevitore.

Se abbiamo un generatore non ci sono problemi: iniziamo con

Parte dei condensatori del ricevitore



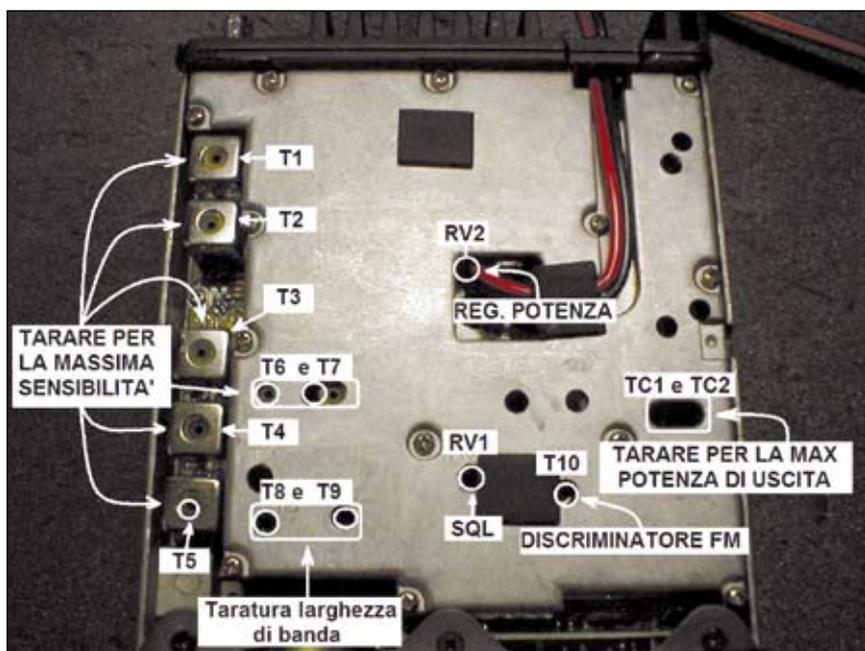


Taratura VCO

un segnale robusto per scendere mano a mano che la sensibilità aumenta grazie alla taratura. Altrimenti avremo bisogno della solita schiera di amici disponibili in grado di fornire segnali via via sempre più deboli. Per riallineare il ricevitore interverremo sulle bobine a sinistra della piastra RTX (ora la radio è capovolta) ovvero, nell'ordine, T1, T2, T3, T4 e T5 cui si aggiungono le due bobine rosa subito a sinistra tra T3 e T4, di solito sono

sotto lo schermo, T6 e T7. Per la regolazione dei nuclei è necessario utilizzare una chiave esagonale a brugola antiinduttiva da 2 mm. Sicuramente non è facile da reperire. Risolviamo con una comune brugola in metallo, ne tagliamo due o tre centimetri e inseriamo il pezzetto a forza in un tubicino di plastica con il foro interno da 2mm scarsi. Il tubo in plastica ci permetterà di regolare i nuclei senza avvicinare le mani all'attrezzo... Atten-

Taratura RTX



zione, intervenire su questi nuclei con un piccolo cacciavite (come facciamo tutti) significa romperli. Con conseguenze facilmente immaginabili.

Se la nostra radio è una versione "M" stiamo cercando di farla lavorare al limite delle sue possibilità, dunque i nuclei saranno tutti molto inseriti nella bobina. Se qualcuno dovesse arrivare in fondo sarà necessario smontare la piastra e aggiungere un piccolo condensatore in corrispondenza della bobina in questione. Secondo le modifiche adottate per la versione "H", 2,2 pF dovrebbero bastare a sollevare i nucleo e rendere possibile la taratura. Due cifre a questo punto ci stanno bene.

La versione "H" originale, ovvero senza le modifiche al ricevitore (quelle sul VCO permettono l'aggancio del PLL e non è possibile non farle...) lavora a 145 MHz con una sensibilità tra i 60 e i 70 microV, ovvero 23 - 25 dB in meno del dovuto. Se avessimo lo Smeter sarebbero 4 - 5 punti S in meno.

Dopo la modifica la radio riceve segnali a partire da 0,2 - 0,3 microV, qualcosa in più se la versione è una "M" non modificata che comunque si attesta tra 0,3 e 0,4 microV, valore più che accettabile e ancora allineato con qualsiasi RTX amatoriale nativo.

Qualche problema in più lo dà il filtro di media. Malgrado si sia intervenuti sul valore di C30 fino a 8,2 pF la larghezza di banda è sempre "al pelo", e se un corrispondente dovesse urlare oltre misura, oppure utilizzare un microfono con una preamplificazione esagerata... il nostro ricevitore "strappa". L'audio viene interrotto nei picchi di modulazione e persino il LED del ricevitore si spegne, come se lo SQL si fosse chiuso per un attimo.. La cosa è assolutamente normale, basterà che il corrispondente abbassi un pochino il volume della voce.

Conclusioni e impressioni finali

In tutto ho avuto in mano cinque esemplari di questa radio, di cui

solo uno della versione "M". La cosa migliore da fare è smontarla completamente per eseguire tutte le modifiche comodamente sul banco. E' necessario molto tempo a controllare dove stiamo intervenendo, con un'occhio allo schema elettrico e l'altro sulla piastra.

In queste condizioni possiamo ripulire con cura il frontale e rivernicciare il guscio di alluminio. Esteticamente avremo in mano una radio che avrà l'aspetto del nuovo.

Una volta riassembleata e tarata, risulterà un eccellente RTX, con alcune limitazioni certo; i 16 canali non sono tantissimi, ma per l'uso in auto è perfetta.

Le dimensioni sono ragionevoli, la mancanza dello Smeter in auto non si nota più di tanto (dobbiamo guardare la strada, non la radio...). I subtoni sono disponibili, dunque non abbiamo problemi circa l'accesso ai ripetitori. La radio si accende senza problemi semplicemente alimentandola. Dunque possiamo nascondere e accenderla insieme al quadro dell'auto, o con un comando separato.

La potenza è adeguata ed è tra le più alte disponibili su RTX non recenti di provenienza civile.

Il costruttore promette che la radio non subisce danni sino a rapporti di stazionarie di 20:1... su questo particolare tuttavia non ho eseguito alcuna prova!

Quanto vale? Bella domanda... Modificata vale 70 – 80 euro. Da modificare, ancor più se acquistata "vista e piaciuta" vale pochi euro. 30 euro a cui bisogna aggiungere la spedizione sono già molti. E' da considerare il fatto che probabilmente si tratta di apparecchi che all'origine avevano prezzi ben più alti, probabilmente vicini al mezzo milione di vecchie lire.

Non si tratta affatto di un ripiego, è una gran bella radio destinata ad usi diversi dai nostri per cui è richiesta all'OM una certa adattabilità, ovvero la consapevolezza che stiamo utilizzando una radio destinata a un utilizzo da parte di persone che la radio la sanno accendere e premere il PTT.

Ogni tasto in più sarebbe fonte di guai.

La versione a 16 canali supporta un firmware scritto da F4AYK che promette 100 canali, la visualizzazione della frequenza sul display, il tono a 1750, il reverse per i ripetitori.. si tratta di sostituire il chip a 40 pin con un AT89C52 e la EEPROM con una più comune 24c16. Il tutto è fornito già programmato dal citato collega francese.

Ringraziamenti e sviluppi

Ovviamente Patrice, F5J TZ, il cui sito è sempre fonte di ispirazione.

Poi K5DLQ, da cui ho ricavato la documentazione circa queste radio.

La causa scatenante da cui sono nate queste pagine è stato Leo, IW1FSV, con cui ho acquistato i primi due esemplari, e che non ho ancora perdonato...