

## Un QRP sperimentale in DSB/CW per i 20 e i 40 metri

### Il progetto in sintesi

Cimentarsi oggi nella costruzione di un apparato in fonìa per le bande HF non è un'impresa facile, tuttavia quello che voglio proporre è un apparecchio semplice, direi alla portata di ogni autocostruttore, che si presta bene per uso portatile o di emergenza. Come accade per ogni semplificazione bisogna accettare qualche compromesso, vediamo allora in sintesi i pregi e i difetti.

*Punti di forza :*

- progetto semplice, alla portata della maggior parte degli autocostruttori
- messa a punto elementare, un solo stadio accordato da allineare, oltre alla centratura del VFO.
- componenti di facile reperibilità e costo minimo
- dimensioni e consumo ridotti, completamente portatile

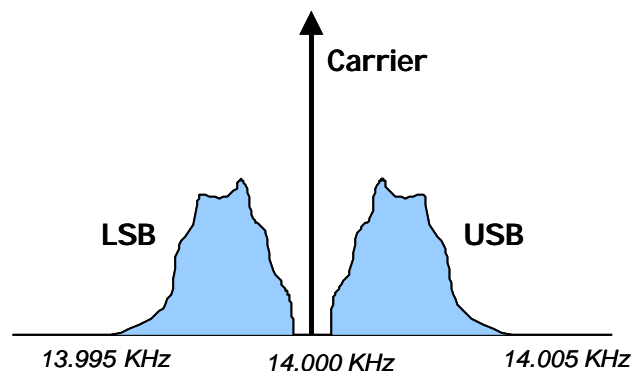
*Punti di debolezza :*

- modulazione DSB : cioè portante soppressa e doppia banda laterale. Questo tipo di modulazione può essere ascoltato dagli apparati SSB (sia in LSB che in USB) ma occupa una banda passante doppia, tuttavia data la modesta potenza in gioco (1,5 W) questo non dovrebbe costituire un problema. Rispetto alla modulazione AM tradizionale l'efficienza è comunque tre volte superiore.
- ricevitore a conversione diretta : va bene per le emissioni SSB e CW, ma non può demodulare segnali DSB, quindi due apparati di questo tipo non comunicano fra loro in DSB, in pratica dall'altra parte ci deve essere un apparato SSB. Sensibilità e selettività sono quelle che ci si può aspettare da questo tipo di circuito, comunque adeguate all'impiego.

A mio avviso la semplicità del progetto e le prestazioni complessive compensano ampiamente le limitazioni, consentendo "quasi" a tutti di sperimentare con poco impegno la costruzione di un apparecchio home made "dual mode" che, abbinato ad una buona antenna, permette di far sentire la propria voce sulle bande HF. La versione che presento è adatta per le gamme dei 40 e 20 metri.

### La modulazione DSB

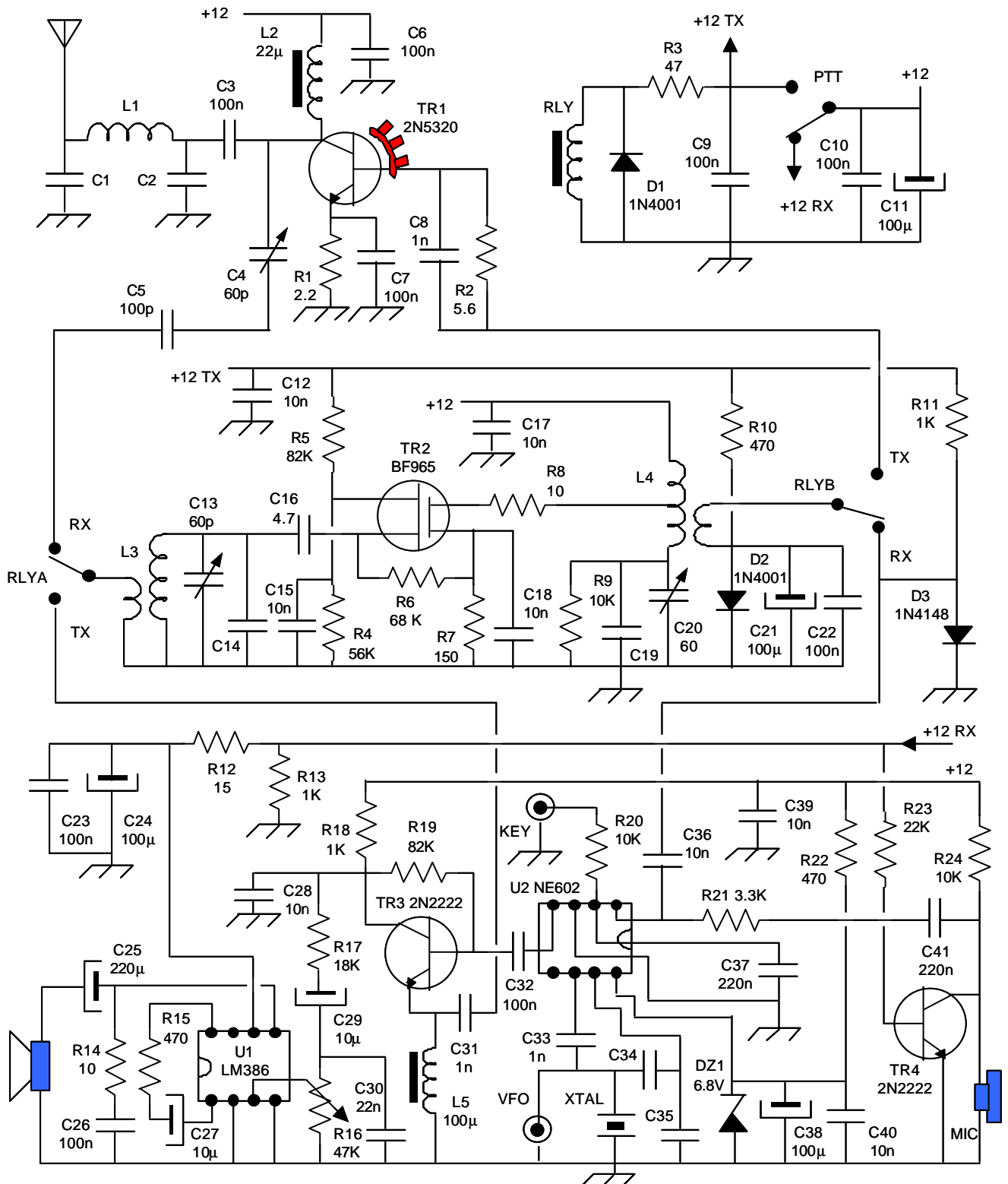
Vale la pena di spendere qualche parola sul sistema di modulazione DSB, che può essere senz'altro considerato come una forma di modulazione di ampiezza (AM). Come è noto il segnale AM si compone di una portante e di due bande laterali, alle quali è affidata l'informazione utile. Segue un esempio di segnale AM con frequenza di 14.000 KHz, modulato da un segnale BF la cui banda è di 5 KHz.



L'informazione utile (segnale BF) può essere comunicata trasmettendo anche una sola delle due bande laterali, è questo il principio della **SSB**, che consente di ottimizzare quindi il rendimento dimezzando nel contempo la banda del segnale. Uno dei modi per produrre il segnale SSB consiste nell'eliminare la portante mediante un modulatore bilanciato, ottenendo un segnale a doppia banda laterale (**DSB**), si provvede poi a tagliare la banda laterale indesiderata mediante un filtro a quarzo. Il procedimento è relativamente complesso e richiede l'impiego di un sistema di conversione di frequenza, dato che il segnale DSB deve necessariamente essere prodotto alla frequenza del filtro a quarzo. Nell'apparato che qui presento ci si ferma alla prima parte del processo, viene utilizzato cioè direttamente il segnale DSB. In tal modo si semplifica notevolmente il circuito, realizzando comunque un buon livello di efficienza attraverso l'eliminazione della portante.

Il segnale DSB può essere ricevuto dai normali apparati SSB, dato che il filtro di MF di questi ultimi è in grado di eliminare la banda laterale indesiderata.

## Lo schema elettrico del transceiver



Il ricevitore è del tipo a conversione diretta. E' composto da un preselettore equipaggiato con mosfet BF965 che fornisce un'amplificazione di circa 10 dB, seguito da un rivelatore a prodotto che fa uso del classico NE602. La sensibilità può essere tarata in funzione del tipo di antenna mediante il compensatore C4, in questo modo è possibile trovare un giusto compromesso che limiti le interferenze provocate dalle forti broadcasting che operano ai limiti della banda. Il segnale audio viene poi amplificato da un 2N2222 seguito da un LM386 che consente di ottenere qualche centinaio di mW in altoparlante.

Il trasmettitore utilizza lo stesso NE602 come modulatore bilanciato, mentre TR3 (2N2222) svolge in questo caso la funzione di adattatore di impedenza, l'amplificatore a mosfet viene ora impiegato come driver, con il compito di elevare la potenza del segnale a circa 30-40 mW; allo scopo viene fornita un'adeguata tensione di polarizzazione sul gate 2 del mosfet. Il finale monta un economico 2N5320 seguito da un filtro a pi greco, la potenza in uscita è di circa 1,5 W. L'impedenza L2 deve sopportare la corrente di collettore del finale (circa 200 mA) con una bassa caduta di tensione, non va impiegato quindi un modello troppo miniaturizzato. Come microfono viene impiegata una capsula preamplificata a fet, il cui funzionamento viene inibito in RX dal transistor TR4.

Il sistema di commutazione RX-TX fa uso di un deviatore PTT che applica la tensione di alimentazione alle sezioni RX e TX e comanda un micro relay a doppio scambio. Quest'ultimo consente al mosfet di svolgere alternativamente le sue funzioni in RX o TX commutandone le linee di ingresso ed uscita. Da notare che il guadagno e il livello di potenza forniti dal mosfet vengono controllati tramite la resistenza R5 sul gate 2, che applica la tensione positiva solo in trasmissione, in questo modo si evita di sovraccaricare il mixer NE602 in ricezione, limitando così anche le fastidiose interferenze delle broadcasting. La stessa tensione porta in conduzione il diodo D3, impedendo così il rientro di segnale RF verso l'ingresso del modulatore bilanciato.

L'apparecchio può essere realizzato in due versioni :

- a frequenza fissa, montando un quarzo tagliato sulla frequenza desiderata (per i 20 m si può utilizzare un economico cristallo per computer da 14.318 KHz), in questa versione devono essere montati due condensatori C34 e C35 del valore di 47 pF.
- abbinato ad un VFO esterno, che descrivo nel successivo paragrafo, in questo caso andrà montato un solo condensatore C35 del valore di 1 nF.

il circuito stampato è predisposto per entrambe le opzioni.

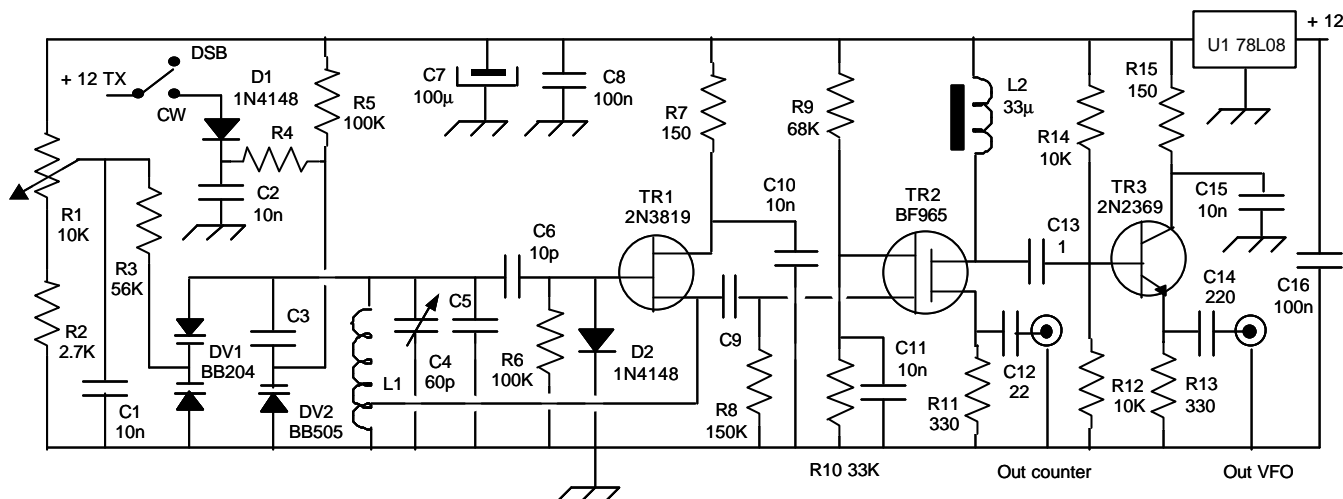
Elenco componenti RTX :

C3 : 100 nF	C20 : 60 pF trimmer	C35 : vedi testo	R9 : 10 K $\Omega$	R24 : 10 K $\Omega$
C4 : 60 pF trimmer	C21 : 100 $\mu$ F	C36 : 10 nF	R10 : 470 $\Omega$	TR1 : 2N5320
C5 : 100 pF	C22 : 100 nF	C37 : 220 nF	R11 : 1K $\Omega$	TR2 : BF965
C6 : 100 nF	C23 : 100 nF	C38 : 100 $\mu$ F	R12 : 15 $\Omega$	TR3 : 2N2222
C7 : 100 nF	C24 : 100 $\mu$ F	C39 : 10 nF	R13 : 1 K $\Omega$ 1/ 4W	TR4 : 2N2222
C8 : 1 nF	C25 : 220 $\mu$ F	C40 : 10 nF	R14 : 10 $\Omega$	RLY : 12 V 2 scambi
C9 : 100 nF	C26 : 100 nF	C41 : 220 nF	R15 : 470 $\Omega$	D1 : 1N4001
C10 : 100 nF	C27 : 10 $\mu$ F	R1 : 2.2 $\Omega$ 1/4 W	R16 : 47 K $\Omega$ pot.	D2 : 1N4001
C11 : 100 $\mu$ F	C28 : 10 nF	R2 : 5.6 $\Omega$	R17 : 18 K $\Omega$	D3 : 1N4148
C12 : 10 nF	C29 : 10 $\mu$ F	R3 : 47 $\Omega$ 1/4 W	R18 : 1 K $\Omega$	DZ1 : 6.8 V - 1/2 W
C13 : 60 pF trimmer	C30 : 22 nF	R4 : 56 K $\Omega$	R19 : 82 K $\Omega$	U1 : LM386
C15 : 10 nF	C31 : 1 nF	R5 : 82 K $\Omega$	R20 : 10 K $\Omega$	U2 : NE602 / NE612
C16 : 4.7 pF	C32 : 100 nF	R6 : 68 K $\Omega$	R21 : 3.3 K $\Omega$	MICR: capsula preamp.
C17 : 10 nF	C33 : 1 nF	R7 : 150 $\Omega$	R22 : 470 $\Omega$	L2 : 22 $\mu$ H v.testo
C18 : 10 nF	C34 : vedi testo	R8 : 10 $\Omega$	R23 : 22 K $\Omega$	L5 : 100 $\mu$ H

- per le resistenze è preferibile impiegare il tipo da 1/8 W (salvo diversa indicazione), il tipo da 1/4 W può comunque adattarsi allo stampato. Tutti i condensatori elettrolitici sono da 16 V. I toroidi sono Amidon del tipo indicato.

Banda	C1	C2	L1	L3	C14	C19	L4
7 MHz	390 pF	270 pF	17 sp. 0.5 mm su T44-6	34 sp. 0.3 mm su T44-6, link 5 sp. dal lato freddo	68 pF	68 pF	34 sp. 0.3 mm su T44-6, presa centrale, link 2 sp. dal lato freddo
14 MHz	220 pF	82 pF	12 sp. 0.5 mm su T44-6	21 sp. 0.4 mm su T44-6, link 4 sp. dal lato freddo	33 pF	33 pF	21 sp. 0.4 mm su T44-6, presa centrale, link 2 sp. dal lato freddo

## Lo schema del VFO



Trattandosi di un RTX a conversione diretta, il VFO deve lavorare sulla stessa frequenza di emissione, bisogna quindi impiegare qualche accorgimento per evitare che la frequenza di oscillazione sia influenzata dalla RF emessa dal TX. Consiglio di alloggiare il VFO in un piccolo box di lamiera stagnata (preferibile rispetto all'alluminio), ed evitare di montarlo nelle immediate vicinanze del finale TX.

L'oscillatore impiegato è del tipo Hartley ed è controllato da un varicap. Questa soluzione consente di utilizzare un potenziometro multigiri, evitando l'impiego del condensatore variabile e relativa demoltiplica meccanica. Un mosfet BF965 ha il compito di separare l'oscillatore dal buffer di uscita, ottenendo nel contempo una certa amplificazione. Dal source del mosfet viene prelevato, tramite una piccola capacità, il segnale per l'eventuale frequenzimetro esterno. Uno stadio emitter follower a transistor isola infine completamente il VFO dal carico esterno.

Per consentire il funzionamento in CW la tensione +12 TX, prelevata dalla scheda RTX, viene applicata tramite un deviatore DSB/CW ad un secondo varicap (BB505), si produce così lo shift necessario (circa +800 Hz da verificare in sede di taratura).

Suggerisco di abbinare al VFO un lettore digitale di frequenza, ad esempio il  $\mu$ -counter, mini frequenzimetro programmabile a microprocessore, pubblicato sul numero 10/2001 di RadioKit, il cui software è liberamente scaricabile dal sito della rivista. Il frequenzimetro va schermato accuratamente per evitare il rientro di impulsi nel circuito del ricevitore.

Elenco componenti del VFO :

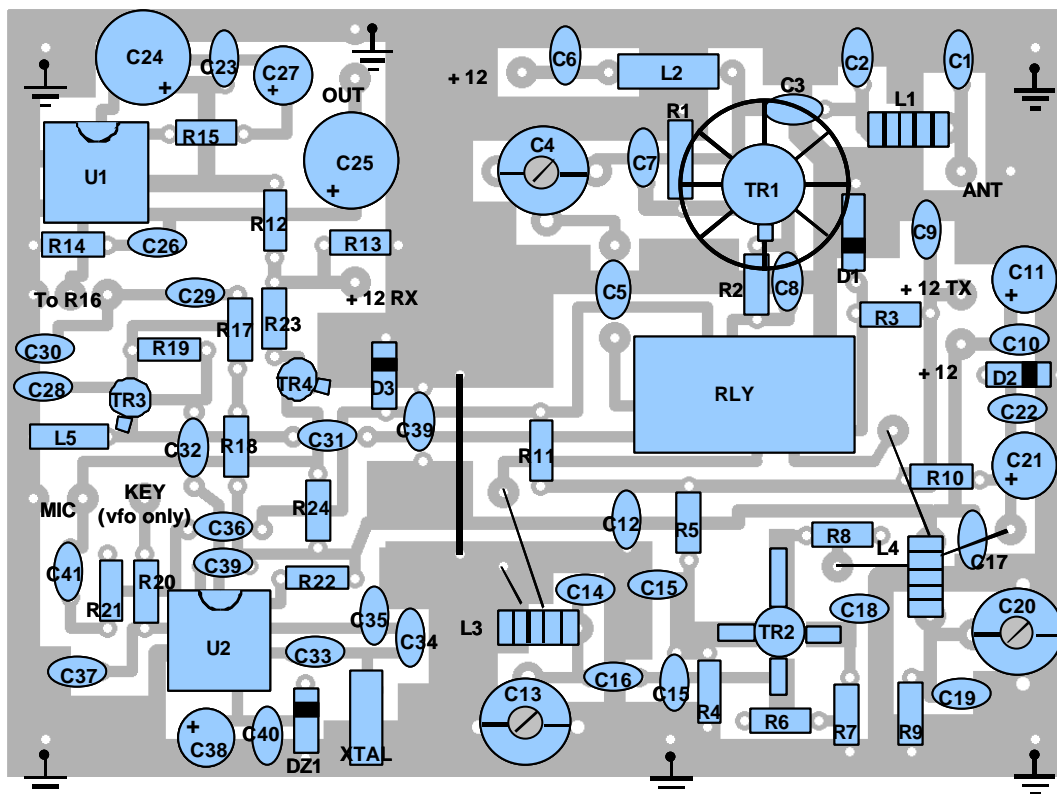
C1 : 10 nF	C14 : 220 pF	R9 : 68 K $\Omega$	DV2 : BB505
C2 : 10 nF	C15 : 10 nF	R10 : 33 K $\Omega$	TR1 : 2N3819
C4 : 60 pF trimmer ceramico	C16 : 100 nF	R11 : 330 $\Omega$	TR2 : BF965
C6 : 10 pF	R1 : 10 K $\Omega$ , potenz. 10 giri	R12 : 10 K $\Omega$	TR3 : 2N2369
C7 : 100 $\mu$ F	R2 : 2,7 K $\Omega$	R13 : 330 $\Omega$	U1 : 78L08
C8 : 100 nF	R3 : 56 K $\Omega$	R14 : 10 K $\Omega$	L2 : 33 $\mu$ H
C10 : 10 nF	R5 : 100 K $\Omega$	R15 : 150 $\Omega$	
C11 : 10 nF	R6 : 100 K $\Omega$	D1 : 1N4148	
C12 : 22 pF	R7 : 150 $\Omega$	D2 : 1N4148	
C13 : 1 pF	R8 : 150 K $\Omega$	DV1 : BB204	

- per le resistenze è preferibile impiegare il tipo da 1/8 W (salvo diversa indicazione), ma anche il tipo da 1/4 W può adattarsi allo stampato. Tutti i condensatori elettrolitici sono da 16 V. I toroidi devono essere Amidon del tipo indicato.

Banda	R4	C3	C5	C9	L1
7 MHz	82 K $\Omega$	2.2 pF	330 pF NPO	2.2 pF	17 sp. 0.5 mm su T50-6, presa alla quinta spira lato massa
14 MHz	220 K $\Omega$	1 pF	120 pF NPO	1 pF	12 sp. 0.5 mm su T50-6, presa alla quarta spira lato massa

## La realizzazione pratica e la messa a punto del RTX

Il montaggio del RTX viene effettuato su una basetta PCB monofaccia da 110x80 mm. Lo schema di montaggio allegato (non in scala) illustra la disposizione dei componenti. Viene rappresentata la versione quarzata dell'apparecchio.



La scheda dovrà essere alloggiata in un contenitore metallico, per ridurre possibili ronzii ed effetto microfonico, tipici dei dispositivi a conversione diretta, per lo stesso motivo il collegamento al piano di massa deve essere efficiente, come indicato nel disegno.

Da notare che l'alimentazione del finale TX è tenuta separata dal resto, questo per limitare il rischio di ritorni RF e di possibile instabilità. Per lo stesso motivo i due toroidi del preselettore sono montati a 90 gradi l'uno rispetto all'altro.

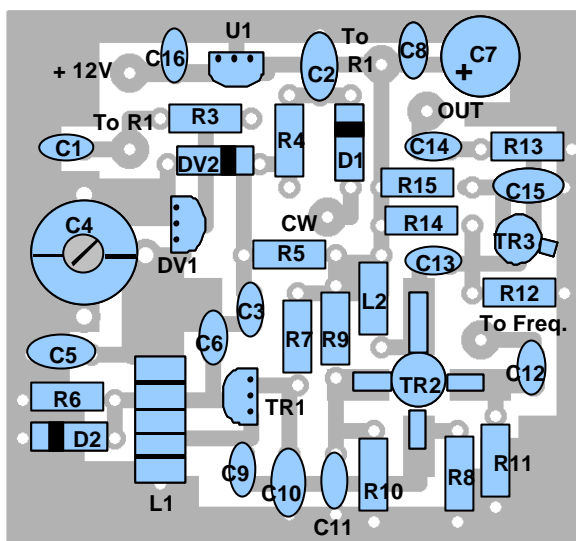
La messa a punto dell'apparato può essere effettuata nel seguente modo :

- portare il VFO su un valore di frequenza a centro gamma e il compensatore C4 alla massima capacità
- collegare a massa il punto KEY (key down)
- collegare un carico fittizio da 50  $\Omega$  in uscita dal TX
- portare l'apparato in trasmissione e tarare i due trimmer C13 e C20 per la massima uscita, che si dovrà ottenere con i due trimmer ruotati su un valore intermedio di capacità.
- qualora non si raggiunga l'accordo con dei valori intermedi di C13 e C20, ritoccare le due capacità C14 o C19 di conseguenza
- portare l'apparato in ricezione, scollegare KEY da massa e collegare l'antenna
- ritoccare la taratura del trimmer C13 per la massima sensibilità, qualora vi fossero forti segnali interferenti da parte di broadcasting prossime alla gamma, è possibile intervenire sul compensatore C4 in modo da trovare il migliore compromesso.
- Verificare che la potenza erogata sia di circa 1,5 W, con un assorbimento di circa 300 mA.

Con i valori dei componenti indicati non dovrebbero insorgere problemi di instabilità, in ogni caso, qualora si riscontrasse una tendenza del TX ad auto-oscillare, si potrà ridurre leggermente il valore della capacità C16, oppure aumentare il valore della resistenza R5.

## Lo schema di montaggio del VFO

Il montaggio del VFO viene effettuato su una piccola basetta PCB monofaccia da 48x45 mm, alloggiabile in un box standard in lamierino stagnato per RF da 50 x 50 x 25 mm. Segue il disegno (non in scala) con la disposizione dei componenti.



E' prevista un'uscita + 8V stabilizzata da collegare al potenziometro di sintonia. La resistenza R2 è collocata all'esterno della basetta, e viene collegata direttamente al potenziometro. Per la messa a punto si dovrà impiegare il lettore di frequenza oppure un ricevitore ausiliario. Con il potenziometro R1 completamente ruotato in senso orario (frequenza massima) si tara il compensatore C4, eventualmente ritoccando il valore della capacità C5, in modo da portare il VFO all'estremo superiore della banda. Poi si ruota il potenziometro completamente a sinistra e si verifica la frequenza; qualora fosse troppo bassa, si potrà aumentare leggermente il valore di R2. Il livello di uscita verso il mixer NE602 dovrà risultare di circa 1 V pp. Per la taratura dello shift in CW, basterà verificare lo spostamento di frequenza ottenuto applicando +12 V al punto CW, ed eventualmente intervenire sul valore di R4 per apportare piccole correzioni.

### Il funzionamento in CW

Per la sola versione a VFO è possibile attivare il funzionamento anche in CW. A tale scopo si dovrà collegare il tasto al punto di connessione KEY previsto sulla scheda RTX e la tensione +12 TX al deviatore CW/DSB. Per lavorare in CW si dovrà sintonizzare la stazione corrispondente leggermente al di sotto della sua frequenza di emissione, in modo da ascoltare la manipolazione con una tonalità di circa 800 Hz. Passando in trasmissione il VFO adegua automaticamente la frequenza di emissione.

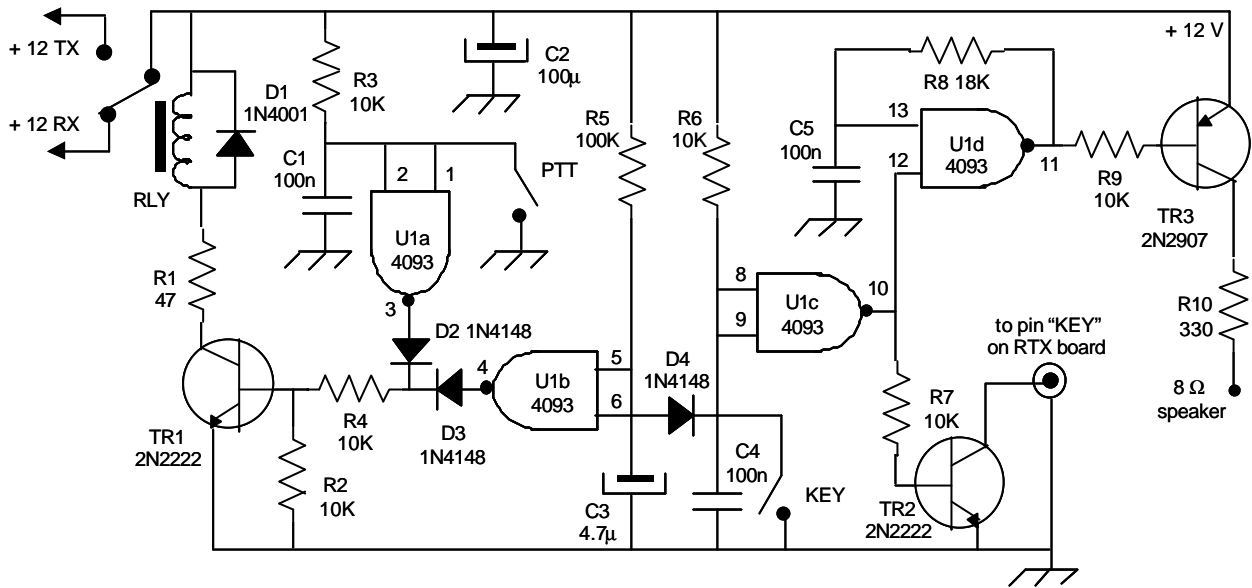
### Il modulo opzionale CW

E' possibile completare l'apparato con un modulo opzionale CW che svolge le funzioni di commutazione automatica RX/TX e di monitor in trasmissione.

Viene impiegato un quadruplo NAND 4093. Il relay RX/TX viene attivato quando si preme il pulsante PTT, collegato ora alla porta U1a, oppure quando la porta U1b rileva la condizione "KEY DOWN", un circuito di ritardo (R5, C3) mantiene il relay attivato per circa 500 mS dopo il rilascio del tasto. La stessa condizione "KEY DOWN" porta in conduzione TR2, il cui collettore è collegato al pin "KEY" della scheda RTX, e aziona l'oscillatore U1d che svolge la funzione di monitor.

Il modulo fornisce l'alimentazione ai punti "+ 12 RX" e "+ 12 TX" sulla scheda RTX

Schema elettrico del modulo CW

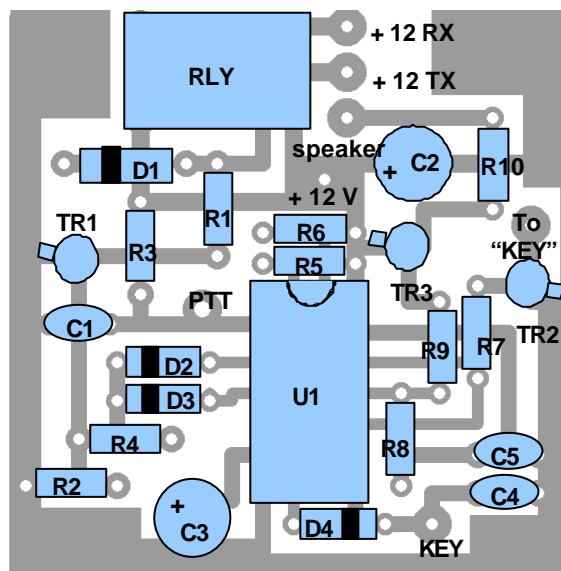


Elenco componenti del modulo CW :

C1 : 100 nF	R1 : 47 Ω	R6 : 10 KΩ	D1 : 1N4001	TR1 : 2N2222
C2 : 100 μF	R2 : 10 KΩ	R7 : 10 KΩ	D2 : 1N4148	TR2 : 2N2222
C3 : 4.7 μF	R3 : 10 KΩ	R8 : 18 KΩ	D3 : 1N4148	TR3 : 2N2907
C4 : 100 nF	R4 : 10 KΩ	R9 : 10 KΩ	D4 : 1N4148	U1 : 4093
C5 : 100 nF	R5 : 100 KΩ	R10 : 330 Ω	RLY : 12 V 1 scambio	

- per le resistenze è preferibile impiegare il tipo da 1/8 W (salvo diversa indicazione), ma anche il tipo da 1/4 W può adattarsi allo stampato. Tutti i condensatori elettrolitici sono da 16 V.

Schema di montaggio del modulo CW (PCB monofaccia 47 x 47 mm)



## **Per concludere**

Con questo progetto ho cercato di realizzare un apparato semplice e facilmente replicabile, che non richieda particolari conoscenze ed attrezzature per il montaggio e la messa a punto. Per ogni quesito o problema resto comunque a disposizione tramite il mio sito internet [www.qsl.net/ik3oil](http://www.qsl.net/ik3oil) (dove si possono trovare anche altri progetti di autocostruzione) e la mia casella di posta elettronica [francesco\\_morgantini@libero.it](mailto:francesco_morgantini@libero.it)

## **Riferimenti**

PIC  $\mu$ Counter : vedi articolo pubblicato su RadioKit 10/2001, e descrizione sul mio sito [www.qsl.net/ik3oil](http://www.qsl.net/ik3oil)

Datasheet NE602 : <http://www.philipssemiconductors.com/cgi-bin/pldb/pip/NE602AD>

Datasheet LM386 : <http://www.national.com/pf/LM/LM386.html>

Caratteristiche toroidi Amidon : <http://www.bytemark.com/products/material.htm>