



informa@iw1axr.eu

Questo articolo è stato pubblicato su....

fe fare
elettronica

Frequenzimetro

con PIC 16F628 e display a sette
SEGMENTI

Strumento "minimo"
con un'ottima versatilità,
è utilizzabile sia come
strumento a sé stante,
sia come sintonia elettronica
per piccoli ricetrasmittitori
autocostruiti

Le caratteristiche sono di tutto rispetto, da 1 a 60 MHz, selezione automatica della scala (*autoranging*), cinque cifre con display a LED, possibilità di sommare o sottrarre il valore di media frequenza. Il primo frequenzimetro a PIC è stato realizzato dall'autore anni fa per utilizzarlo insieme a un vecchio TS700 Kenwood fornito di transverter in 6 metri. L'articolo completo del-

la modifica è reperibile su www.iw1axr.eu, e lo schema utilizzato è quello pubblicato da ik3oil sul numero di maggio 2000 di Radio Rivista. In verità qualche dubbio c'era sul funzionamento di strumenti di questo tipo, negli anni si è poi imparato ad apprezzarne la versatilità, tanto che il TS700 ha ormai cambiato proprietario, ma il frequenzimetro è già stato "riutilizzato" più volte.

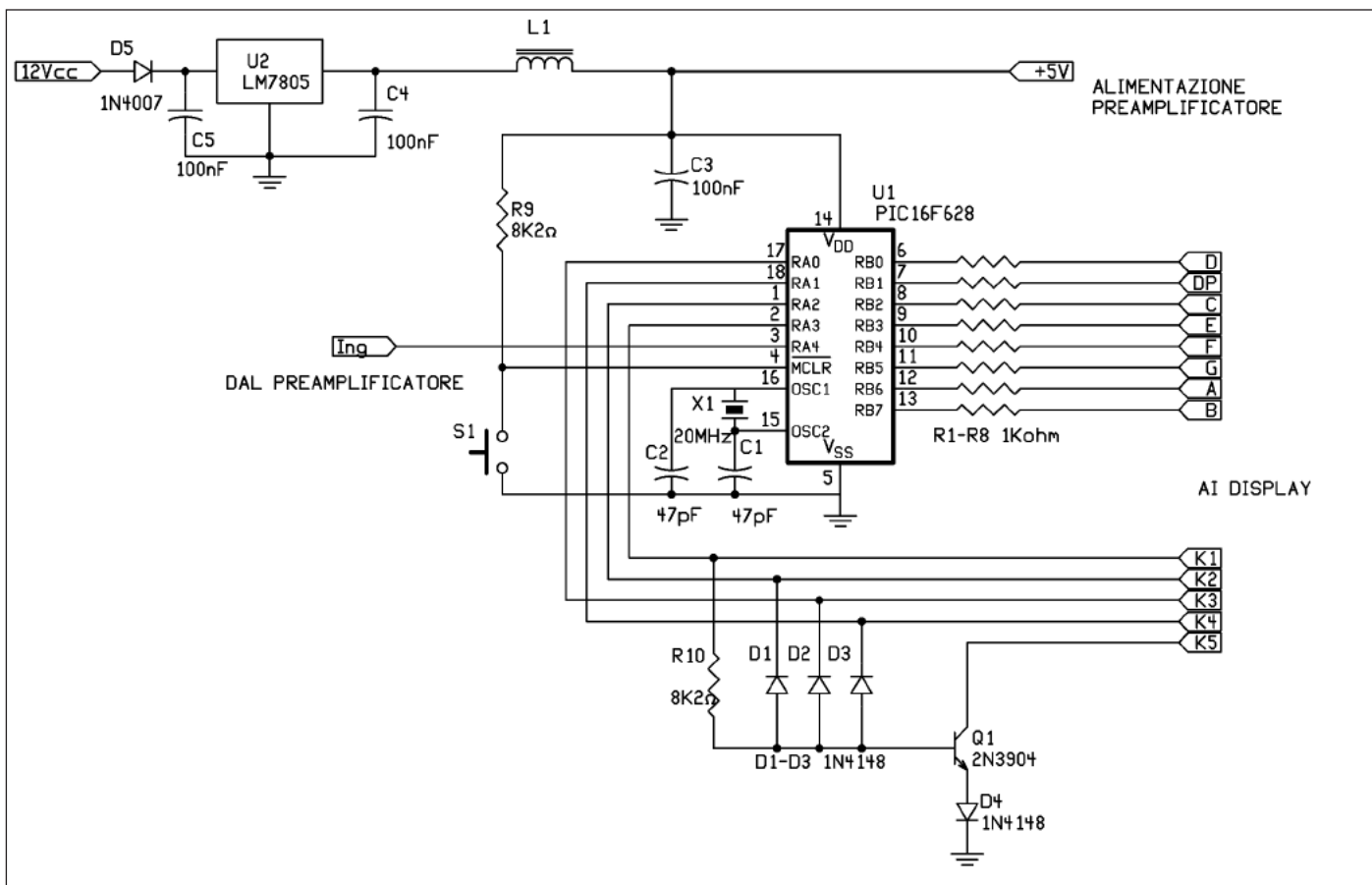


Figura 1: schema elettrico del frequenzimetro.

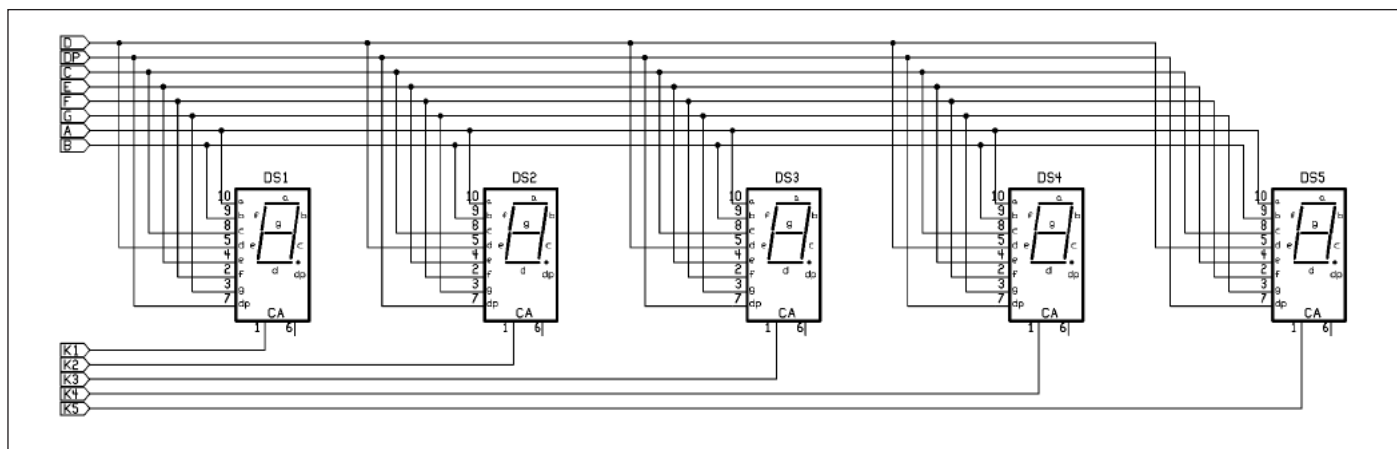


Figura 2: schema elettrico del display.

Durante le prove sul BiTx20, il ricetrasmittente SSB in 20 metri, è emerso uno dei problemi maggiori di questo tipo di strumenti: generano moltissimo rumore. Nel caso specifico, la cosa è evidentemente aiutata dal fatto che il PIC funziona con clock a 4 MHz, esattamente la stessa frequenza del VFO della radio. Infatti per utilizzarlo sul citato ricetrasmittente in 20 metri è stato successivamente realizzato questo modello derivato da un kit indiano, dal costo quasi nullo, 20 \$ comprese le spese di spedizione, ed è basato su un progetto di DL4YHF, impiega un PIC 16F628, economico successore del noto 16F84, come il fratello minore è programmabile con un programmatore facile da realizzare anche per un uso saltuario. Anche il software di programmazione è reperibile in rete, icprog, ponyprog e altri. Il kit è reperibile presso il gruppo indiano che propone anche il circuito stampato del ricetrasmittente BiTx20 (<http://www.cqbi-tx.blogspot.com>). La scelta del progetto è stata decisa per la presenza dei display a sette segmenti a LED al posto del solito display LCD; non si tratta di risparmio sui componenti, ma della necessità di limitare lo spazio occupato dal display sul pannello del ricetrasmittente, già piuttosto affollato.

La frequenza di funzionamento del microcontrollore, pari a 20 MHz, limita per quanto possibile i fischi e i rumoracci che di solito questi strumenti introducono nel ricevitore al quale sono collegati; esiste una versione del tutto analoga del firmware prevista per l'uso con un quarzo a 4 MHz. Per l'uso con il ricetrasmittente

è stato previsto un interruttore per spegnere il frequenzimetro in caso di necessità. Al frequenzimetro originale è stato aggiunto un preamplificatore a due stadi, il primo a FET a cui fa seguito un transistor NPN da commutazione. La frequenza di funzionamento dovrebbe avvicinarsi ai 60 MHz, in realtà per l'uso al quale è destinato non si è andati oltre gli 8 MHz, ma non vi è ragione per cui lo strumentino non debba rispettare i valori dichiarati. Il fatto che lo rende adatto all'impiego come sintonia elettronica è nella possibilità di effettuare la somma o la sottrazione del valore di media tra alcuni valori predefiniti e contenuti nella eeprom del PIC. Sono fornite le istruzioni per modificare i valori di media frequenza memorizzati nella eeprom del PIC, sono necessari una calcolatrice scientifica in grado di effettuare calcoli in esadecimale (quella di windows va bene) e un editor esadecimale (anche icprog o ponyprog); in seguito vedremo come procedere.

L'autore del firmware ha avuto una idea magnifica nell'inserire una routine che setta il valore di media a quello letto in ingresso. È dunque sufficiente inserire in ingresso al frequenzimetro l'uscita del BFO del ricevitore, oppure un generatore di segnali regolato sulla frequenza che ci interessa sommare (o sottrarre) al valore misurato, entrare in modalità setup per avere il nostro frequenzimetro programmato su valori anche strani e senza neppure aprirlo!

Fino ad oggi sono stati realizzati tre esemplari, due con sei display verdi da 7,6 mm (0.71"), di cui uno finto è utilizzato solo per completare frequenza di funzio-

namento della radio, l'altro con display analoghi a quelli impiegati molti anni fa sulle calcolatrici prodotte dalla Texas TI 5X; sono degli integrati in custodia DIL12 (6 + 6 pin) che contengono al loro interno tre display completi di punto decimale con i segmenti già collegati tra loro e i tre catodi disponibili all'esterno per la connessione al multiplex. Utilizzando dei display singoli è necessario realizzare tutti i collegamenti "a mano". In particolare, i segmenti andranno collegati tutti tra loro, ovvero tutti i segmenti "A" andranno collegati tra loro, così tutti i segmenti "B", fino a completare i sette segmenti e i punti (DP). Alla piastra del PIC andranno collegati i sette segmenti comuni a tutti i display e i catodi dei singoli display tenendo presente che "DS1" è il primo display a sinistra, mentre "DS5" è l'ultimo a destra. La sensibilità dello strumentino è più che buona, e comunque sufficiente per l'uso previsto; il VFO del ricetrasmittente non viene caricato dall'inserimento dello strumentino grazie all'alta impedenza di ingresso fornita dal FET.

LO SCHEMA ELETTRICO

Il segnale di ingresso viene applicato al gate del FET attraverso un condensatore ceramico dal valore estremamente basso, questo per non caricare lo stadio a cui sarà collegato. Il FET impiegato è un canale N, è stato impiegato un vecchio 2N3819, ma anche un BF244 e dei vecchi FET della serie ECG. L'impiego di un modello più recente tipo il J310 è possibile e vantaggioso. La configurazione a drain comune fornisce una bassa impe-

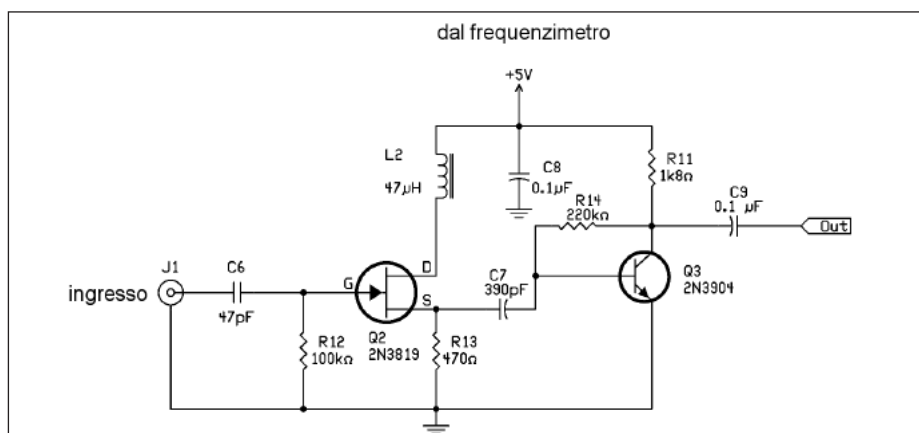


Figura 3: schema elettrico del preamplificatore.

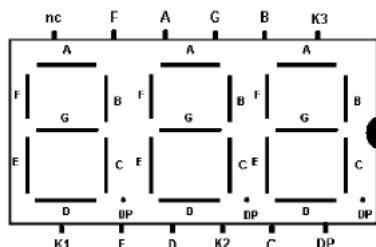


Figura 4: HP534S display 3 x 7 segmenti.

denza di uscita dello stadio che ben si adatta a quello successivo che è costituito da un transistor da commutazione (BC547 o 2N3904). Al fine di ottenere una buona sensibilità su tutta la gamma di interesse, è necessario curare il valore della resistenza di base del transistor, in quanto valori troppo bassi portano il transistor pericolosamente vicino alla zona di saturazione e impediscono che il transistor amplifichi come deve. Il risultato è una sensibilità estremamente ridotta. Se stiamo impiegando un transistor dalle buone caratteristiche in fatto di frequenza di taglio, quasi certamente avrà un guadagno in corrente più basso e la resistenza di base potrebbe scendere fino a 47 kohm, mentre se stiamo impiegando un transistor per commutazione come i due modelli citati prima, ma che hanno un guadagno estremamente alto (probabilmente vicino a 500 e oltre), è assolutamente necessario aumentare il valore della resistenza di base anche di molte volte, fino raggiungere i 220-470 kohm. In assenza di segnale, la tensione presente sulla base dovrebbe essere la metà della tensione di alimentazione, da misurarsi rigorosamente con un tester

digitale, in quanto il vecchio lce caricherebbe troppo lo stadio facendoci leggere un valore di tensione drammaticamente più basso del reale.

Questa versione utilizza display a catodo comune. È possibile impiegare display dotati di anodo comune capovolgendo i diodi D1, D2, D3 e D4; quest'ultimo andrà collegato a +5 V invece che a massa, sostituendo Q1 con un esemplare analogo a polarità invertita (un PNP, BC327 o analogo) e programmando il PIC con il file che DL4YHF ha chiamato "counter3.hex". L'ultimo display a destra (DS5) è stato aggiunto successivamente; dato che al PIC non avanzano più pin con cui comandare il quinto catodo, l'autore del firmware ha realizzato una porta OR a diodi permettendo di accendere l'ultimo display semplicemente quando tutti gli altri sono spenti. Il sistema funziona perfettamente, anche se all'accensione rimane per un attimo acceso il penultimo display, mentre l'ultimo è spento. Utilizzando comuni diodi al silicio (1N4148 o simili) è indispensabile la presenza di D4, altrimenti il transistor Q1 non commuta.

IL MONTAGGIO

Come sempre, i tre esemplari costruiti sono stati messi insieme su piastrina millefori; del resto le dimensioni e le esigenze dei contenitori utilizzati per i BiTx20 erano diverse, così i tre frequenzimetri. I componenti necessari sono veramente pochi e il montaggio su millefori non richiede più di una sera. Per i più pigri resta comunque la disponibilità del kit indiano; la velocità e la correttezza del gruppo citato è esemplare, in meno di tre setti-

mane si ha tutto a casa con una spesa che è equivalente, se non qualche moneta in meno, a quel che costerebbero i soli componenti. Nella realizzazione pratica è bene rispettare alcuni consigli: l'ingresso del frequenzimetro andrà posto lontano dal quarzo e dall'alimentazione, che sarà ben filtrata facendo uso abbondante di impedenze e perline di ferrite per limitare i disturbi che il clock del PIC "porta" verso la radio. I collegamenti verso il display saranno realizzati con un connettore a stampato da 8+8 pin, il display sarà probabilmente fissato al pannello del ricetrasmittente e la possibilità di separarlo dal resto è praticamente obbligatoria. Secondo l'avidità in corrente dei display impiegati, il regolatore di tensione potrebbe avere bisogno di un piccolo radiatore, quindi sulla piastrina millefori ne è stato previsto lo spazio, anche se in realtà non si è dimostrato necessario.

Il settaggio dello strumento avviene con un pulsante. È bene collocarlo a stampato, non è necessario averlo sul pannello anteriore, a meno che non lo si utilizzi come strumentino a sé stante. Una posizione sul lato della piastra, possibilmente verso un lato del contenitore, oppure sul lato inferiore, permette di accedervi con un piccolo cacciavite semplicemente praticando un foro al punto giusto nel contenitore che non dovrà neppure essere aperto. Il collegamento verso l'ingresso sarà realizzato con un cavetto schermato adatto, il solito RG174 è perfetto. Si evita l'impiego di cavetti schermati per bassa frequenza, in quanto il frequenzimetro genera già abbastanza rumore da solo.

Le due impedenze L1 e L2 sono un ulteriore blocco alla radiofrequenza; è possibile impiegare due piccoli nuclei toroidali su cui avvolgeremo alcune spire di filo da 0,7-0,8 mm. Il valore di induttanza non è assolutamente critico, lo strumento funziona bene anche senza, ma la loro presenza riduce ulteriormente il rumore generato, o almeno gli impedisce di "viaggiare" sfruttando i collegamenti delle alimentazioni. In alternativa delle piccole impedenze su ferrite anche di recupero andranno ugualmente bene.

Probabilmente il quarzo a 20 MHz che fornisce il clock allo strumentino avrà un robusto scarto dalla frequenza nominale. La taratura del frequenzimetro av-

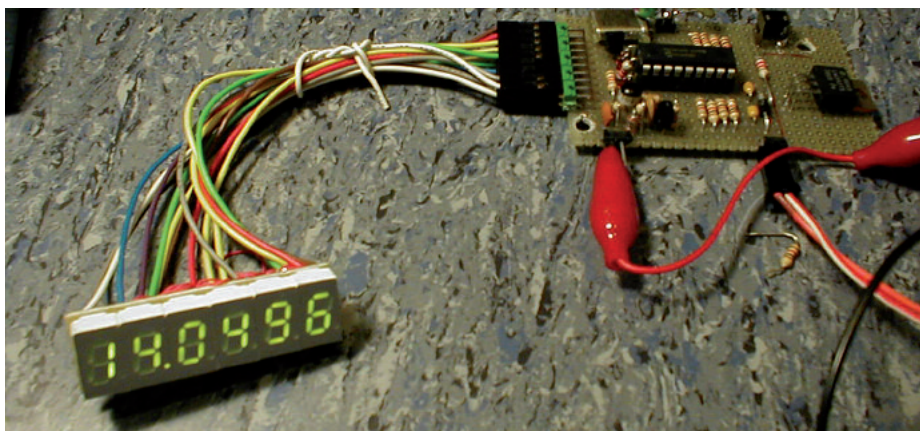


Foto 1: il frequenzimetro montato.

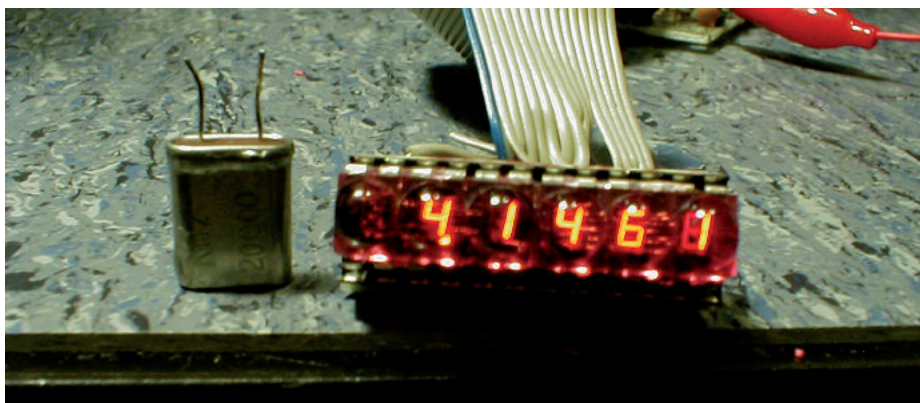


Foto 2: il display piccolo.

viene variando il valore delle due capacità collegate tra il quarzo e massa, C1 e C2, il cui valore andrà aumentato o diminuito secondo necessità. I due condensatori dovrebbero essere uguali, ma se in fase di taratura vediamo che la variazione del valore di un solo condensatore ci ha portato ad avere la lettura precisa, possiamo tranquillamente lasciare le cose come sono. Per tarare il frequenzimetro è stato utilizzato un altro esemplare “vecchio stile”; l’uso come indicatore di sintonia ha portato a ritenere valida una misura con uno scarto di meno di 100 Hz rispetto alla lettura del frequenzimetro “campione”. In alternativa è possibile, se il tutto è utilizzato su un ricetrasmittente, effettuare delle prove comparative tra un segnale ricevuto con un rtx commerciale e il nostro piccolino.

CAMBIARE IL VALORE DELLA MEDIA

Il file originale, con cui dovremmo programmare il PIC (ricordo per display a catodo comune) è “counter2.hex” diffuso da DL4YHF e reperibile in rete e sul sito della

rivista. Nel caso in cui avessimo necessità di modificare i valori preimpostati nella eeprom del PIC è necessario munirci di calcolatrice scientifica e di editor esadecimale (i citati icprog o ponyprog vanno bene). Dobbiamo leggere la frequenza del BiTx americano il cui VFO lavora tra 3.100 e 3.280 circa. Nella versione indiana il VFO è più alto di 1 MHz ed essendo la media a 10 MHz basta leggere la frequenza del VFO, aggiungere mentalmente 10 MHz e ottenere la frequenza di funzionamento del ricetrasmittente. Oppure aggiungere un “1” fisso a sinistra del display per ottenere la lettura falsa, ma apparentemente completa. Purtroppo sulla versione americana il valore della media a 11 MHz ci impedisce di sfruttare lo strumento per la lettura fino ai 100 Hz; se sommiamo correttamente gli 11 MHz, otteniamo la lettura da 14.100 a 14.280, impiegando le 5 cifre utili. Se al contrario sommiamo solamente 1 MHz, otteniamo la lettura da 4.1000 a 4.2800, includendo quindi la lettura fino alle centinaia di Hz, ritorniamo dunque alla situazione appena vista e possiamo ag-

LISTA COMPONENTI

R1	1 kohm
R2	1 kohm
R3	1 kohm
R4	1 kohm
R5	1 kohm
R6	1 kohm
R7	1 kohm
R8	1 kohm
R9	8.2 kohm
R10	8.2 kohm
R11	1.8 kohm
R12	100 kohm
R13	470 ohm
R14	220 kohm vedi testo
C1	47 pF
C2	47 pF
C3	100 nF
C4	100 nF
C5	100 nF
C6	47 pF
C7	390 pF
C8	100 nF
C9	100 nF
D1	1N4148
D2	1N4148
D3	1N4148
D4	1N4148
D5	1N4148
X1	Quarzo 20 MHz
L1	RFC 47 – 100 microH
L2	RFC 47 – 100 microH
U1	PIC16F628 a 20 MHz
U2	LM7805
Q1	2N3819, BF244, J310
Q2	2N2904, BC547c
Q3	2N2904, BC547c
S1	Pulsante da CS NA
DS1-DS5	5 display a LED a catodo comune, oppure due chip HP534S, che contengono tre display l'uno Zoccolo a 18 pin DIL per il PIC Connettori per il display

giungere a sinistra del display il solito “1” finto a esclusivo beneficio estetico.

Torniamo a noi, con la calcolatrice scientifica convertiamo in esadecimale il valore, espresso in Hz, da sommare alla lettura dello strumento: 1 MHz, ovvero 1.000.000 Hz, in esadecimale diventa F4240, ed è il valore che andremo a porre alla locazione di memoria 000800, la cui riga diventerà 00 00 00 00 0F 42 40.

Se avessimo voluto sottrarre lo stesso valore avremmo dovuto calcolarne, sempre in esadecimale, la differenza con FFFFFFFF, ovvero:

$$\text{FFFFFFF} - \text{F4240} = \text{FFF0BDBF}$$

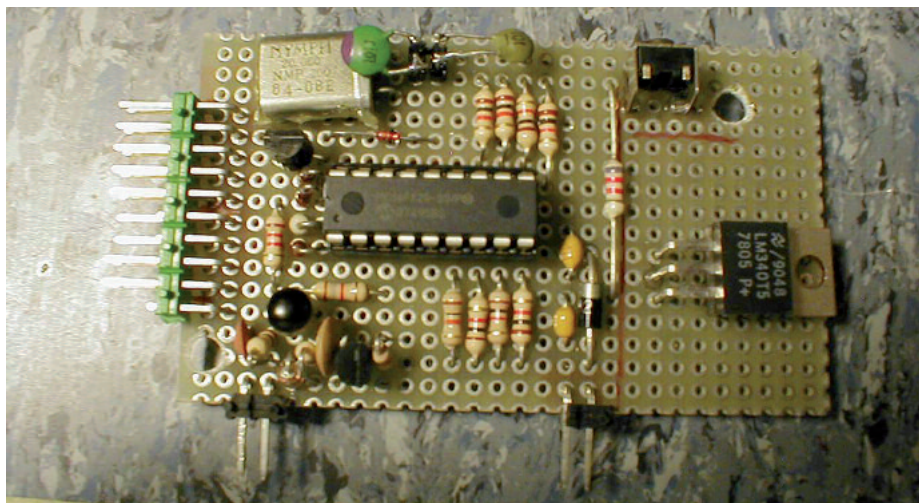


Foto 3: il frequenzimetro montato su millefori.

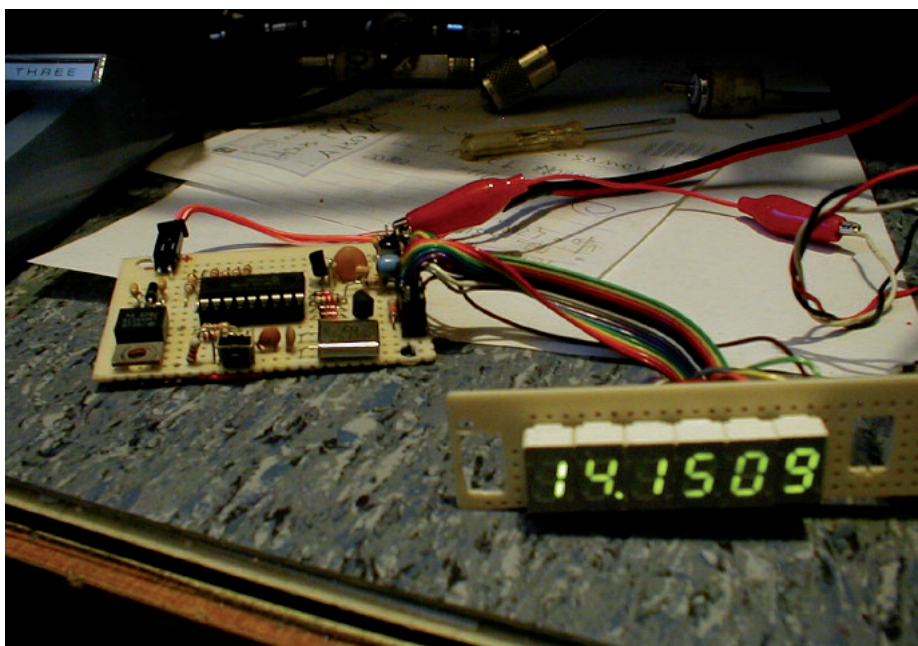


Foto 4: un altro esemplare montato e il Bitx20 che lo ospita.

La sequenza da inserire nella eeprom diventa quindi 00 00 00 FF F0 BD BF. Se intendiamo aggiungere al frequenzimetro il sesto display "finto", che andrà posizionato a sinistra del primo display (DS1) dello strumento, è necessario accendere i soli segmenti "b" e "c", in modo da formare un "1" fisso che completa la frequenza di funzionamento dell'RTX e trasforma l'eventuale lettura da 4.0496 ai più gradevoli 14.0496. In serie ai due segmenti andranno poste due resistenze il cui valore dovrà essere poco superiore a quello di R1 - R8 (quindi 1,2 - 1,5 kohm) al fine di ottenere un display con una luminosità analoga ai suoi fratelli. Nella EEPROM sono inseriti di default alcuni valori di media frequenza, disponibili per essere sommati, o sottratti, dalla frequenza presente all'ingresso. Sono selezionabili dal menu in modalità SET.

MENU DI SETTAGGIO

Il tasto SET ha due funzioni: tenendolo premuto a lungo si entra nel menu visualizzato, mentre una pressione breve del tasto permette di scorrere le scelte disponibili che vanno confermate con una pressione lunga dello stesso tasto. Nel complesso, pur essendo la rappresentazione sul display a 7 segmenti forzatamente limitata, l'uso del menu è intuitivo e veloce. Ecco le principali voci del menu:

- **Quit:** esce dal menu di programmazione senza modificare nulla;
- **Add:** somma la frequenza misurata al valore stabilito della media frequenza;
- **Sub:** sottrae dalla frequenza misurata il valore stabilito della media frequenza;
- **Zero:** setta la lettura senza alcun offset, viene visualizzata la frequenza realmente misurata senza intervenire sul suo valore;
- **Table:** permette di scegliere tra i valori di media predefiniti, ovvero 455 kHz, 4.1943 MHz, 4.4336 MHz, 10.700 MHz, o l'eventuale valore che abbiamo aggiunto con la procedura appena descritta;
- **PSave-NoPSV:** permettere di spegnere il display dopo 15 secondi in cui lo strumento non ha rilevato una variazione della frequenza di ingresso; l'impiego di questa possibilità è utile in unione a RTX a bassa potenza alimentati a batterie in cui il consumo del solo display è probabilmente paragonabile a quello del ricevitore.

Per una lettura gradevole e “sensata” dello strumento è necessario non abusare della possibilità di sottrarre il valore di media. È bene che il risultato prevedibile della nostra sottrazione non sia troppo vicino allo zero. Se la frequenza misurata “vera” è vicina al valore della media selezionato, rischiamo di far entrare in funzione l'*auto-ranging* dello strumento che seleziona portate più basse. Se sul BiTx statunitense avessimo utilizzato la funzione di sottrazione del VFO sottraendo 3.000 MHz al fine di ottenere una maggior precisione di lettura, avremmo potuto trovarci in questa situazione: il VFO funziona da 3.100 a 3.280, se sottraiamo 3 MHz la lettura andrà da 100 a 280 kHz, sul display si leggono i valori compresi tra 100.00 e 280.00, ovvero la lettura si estende fino alle decine di Hertz. Perdiamo l'estetica di avere la frequenza completa a favore di una maggior precisione. I problemi giungono appena la frequenza del VFO scende ancora un poco sotto i 3.100 MHz, a 3.090 il fre-


quenzimetro legge 90 kHz, che visualizza come 90.000; la lettura degli Hertz sarà certamente molto instabile e poco attendibile e il risultato estetico è sgradevole, ancor più se allo strumento sono state aggiunte cifre “finte” al fine di completare la lettura della frequenza. A questo proposito DL4YHF consiglia di mantenere il risultato della sottrazione ad almeno 120 kHz, per avere il piccolo margine di sicurezza prima dell'intervento dell'*autoranging*.

Lo strumento funziona su cinque possibili scale, ovvero:

- 1-9.999 kHz con un periodo di lettura pari a 1 secondo;
- 10-99.990 kHz con un periodo di lettura pari a 0,5 secondi;
- 100-999,90 kHz con un periodo di lettura pari a 0,25 secondi.

In queste tre prime portate il punto decimale lampeggia a significare che sono visualizzati dei kHz:

- 1-9.9990 MHz con un periodo di lettura pari a 0,25 secondi;
- 10-60.000 MHz con un periodo di lettura pari a 0,25 secondi.

In queste ultime due portate il punto è fisso e la visualizzazione indica dei MHz. In tutte le portate, salvo che nella prima, la visualizzazione avviene su cinque cifre aumentando di volta in volta la portata del display meno significativo. Da questa tabella appare evidente che la misura del VFO di un ricetrasmittitore a cui è sottratto il valore della media frequenza non deve assolutamente cadere nei pressi di un cambio di scala, pena il cambio di precisione e il conseguente spostamento delle cifre verso sinistra, che noi potremmo interpretare come 900 kHz al posto di 90 kHz. 

CODICE MIP 2757047