

Domenico Marini • I8CVS

E-mail: domenico.i8cvs@tin.it

Filtri passa-banda tubolari per 400 MHz Ecco come ritrarli per i 435 Megahertz

Premessa

Anni or sono, quando la radiotelegrafia e il CW esistevano ancora sulle navi mercantili, mio fratello I8MRN ufficiale RT, immaturamente SK e che si vede all'opera su QRZ.com dalla nave RAPIDO con nominativo IBQR, dopo lunghi mesi di navigazione, al ritorno su terra ferma, mi portava sempre da, buon OM, qualcosa che, dopo ogni manutenzione in cabina radio, egli salvava dall'ingloriosa fine di essere buttata in mare e che pensava mi potesse servire.

L'oggetto che andava più frequentemente fuori servizio era un dipolo verticale per la banda 400 MHz che serviva 24h per il servizio Cospas Sarsat Search and Rescue System, per ricevere sui vari canali a 400 MHz, i segnali di emergenza provenienti da eventuali scialuppe alla deriva e che venivano ricevuti sia dalle navi che si trovavano entro la portata ottica o troppo e sia dai satelliti MARISAT.

Il dipolo search and rescue system

Si tratta di un dipolo verticale per 400 MHz tutto in alluminio, dotato di balun tubolare che alla base porta una scatola stagna, contenente un preamplificatore a larga banda e basso rumore che va da 5 MHz a 500 MHz, più un "diabolico" Filtro Passa-banda Tubolare di diametro esterno 19.05 mm, infilato nell'interno del tubo del dipolo, dove, funzionando il tubo da gabbia di Faraday, non vi circola corrente RF. Detti dipoli, con tutti gli annessi, sono ermeticamente sigillati e verniciati contro la salsedine che ciononostante blocca in fine ogni vite e li rende irrimediabili, per cui, normalmente, le ditte radioelettriche che fanno manutenzione nei grandi porti,

li sostituiscono completamente, ma l'OM è curioso, e un bel giorno armato di seghetto, recuperai sia il preamplificatore sia il filtro e volli vedere cosa ci fosse dentro.

Sul tubo esterno, il filtro porta scritto K&L MICROWAVE INC 3B340-400/16-N75-SMA50 D.C.-8040 come si vede in **Foto 1** che lo mostra appena aperto e una rapida ricerca su Google http://www.klmicrowave.com/product_attach/_plk64_1_TubularBandpass.pdf mostra che detto codice significa: (v. **Tabella 1**).



Foto 1 - Filtro visto da aperto

Tabella 1

Code	Description
3	number of sections
340	outside diameter 0.75"-19.05 mm
400	center frequency (400 MHz)
16	3 dB bandwidth (16 MHz)
N75	input connector (see note)
SMA50	output connector
D.C. 8117 D.C.	block

Note:

The input of the filter is fitted with a 75 ohm N female connector to be screwed directly at the dipole (75 ohm impedance)

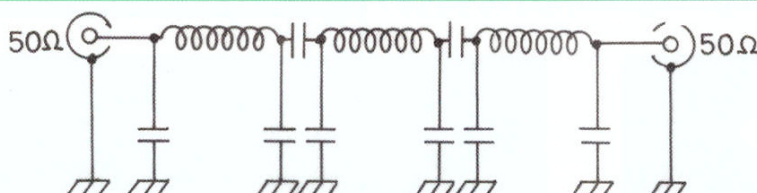


Fig. 1 - Filtro Passa-banda Tubolare circuito equivalente

Con l'occasione, ho visto su Google che molti filtri simili a questo, sono disponibili su Ebay e anche sulle bancarelle del surplus alle fiere, per cui, come vedremo, è consigliabile non perdere l'occasione e metterli nel junk box per pochi Euro.

Come si vede in **Foto 1**, ho deciso di svitare i due tappi estremi per estrarre il filtro dal tubo esterno che lo contiene e ciò con lo scopo di capire come funziona un Tubular Passband Filter e ho visto che questo filtro con 3 sezioni a risposta Chebychev, è realizzato su un tubetto flessibile di teflon sopra cui sono infilati e spazati in sequenza, i seguenti componenti tubolari e coassiali: induttanza - capacità - induttanza - capacità - induttanza e tutte queste L e C sono in serie fra loro, come mostrano la **Foto 2** e la **Fig. 1**.

Come si vede in **Foto 2**, le due induttanze agli estremi sono fatte con 2 spire in filo di rame smaltato diametro 1 mm, mentre l'induttanza centrale ha 3 spire con filo dello stesso diametro.

Ciascun condensatore concentrico che si trova fra le induttanze, è realizzato con due dischi di rame come armature che portano nell'interno un numero imprecisato di dischi sottilissimi in foglietto di teflon sovrapposti uno sull'altro e che funzionano da dielettrico a bassissima perdita.

Per misurare sia l'induttanza delle 3 bobine sia la capacità dei 2 condensatori, bisognerebbe smontare e cannibalizzare completamente il filtro, cosa questa, che ho preferito evitare.

Come si vede in **Foto 3**, il filtro è avvolto in un foglietto di teflon a bassa perdita e quindi è infilato dentro il tubo esterno di alluminio filettato alle due estremità e con 3 fori longitudinali ben visibili in **Foto 1**.

La funzione di questo foglio di teflon non è banale, perché rappresenta il dielettrico che forma molte piccole capacità fra ciascuna induttanza rispetto alla massa del tubo esterno, come richiesto da un filtro passa-banda con risposta Chebychev il cui schema elettrico equivalente si vede in **Fig. 1**.

Il tubo di alluminio in **Foto 1**, ha inoltre 3 fori longitudinali ciascuno di diametro 5 mm e questi sono trapanati esattamente in corrispondenza del centro di ciascuna induttanza, cosicché le spire sono visibili dall'esterno dei fori e ciò permette di infilarci dentro un attrezzo isolante per regolare facilmente la spaziatura delle spire durante la taratura in fabbrica.

Siccome la differenza tra la frequenza centrale originale di 400 MHz e la nostra frequenza di 435 MHz è molto piccola, e dista più in alto fra 1/12 e 2/12 di ottava, e giacché le capacità non sono facilmente riducibili, ho deciso di vedere se spaziando appena di poco le spire di ciascuna bobina,

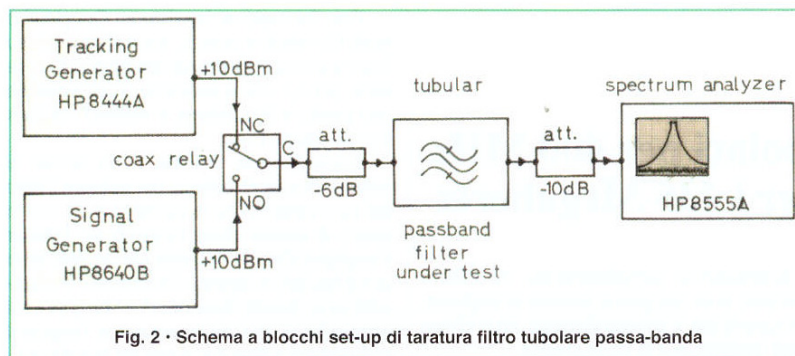


Fig. 2 - Schema a blocchi set-up di taratura filtro tubolare passa-banda

diminuendo così l'induttanza, fosse possibile spostare più in alto di 35 MHz la frequenza centrale di 400 MHz arrivando a 435 MHz, pur mantenendo la risposta piatta e inalterata come nel filtro originale.

Ho quindi rimosso il connettore N femmina da 75 ohm, sostituendolo con un connettore SMA femmina e, interponendo in serie un attenuatore fisso da 6 dB 50 ohm, ho collegato il filtro fra il Tracking Generator HP8444A e l'Analizzatore di Spettro HP 8555A con l'aiusilio di un Signal Generator

Ho quindi verificato che alla frequenza centrale di 400 MHz, la curva di risposta del filtro fosse o meno conforme alle specifiche di 16 MHz fra i punti a -3 dB e, trovandola esattamente rispondente, ho deciso di iniziare la ritaratura a 435 MHz.

Ritaratura del filtro a 435 MHz

Ho quindi preparato uno stecchino ben appuntito, fatto usando una bacchetta di vetronite G10 e l'ho sagomato in modo che

fosse molto robusto e arrotondato, tanto da infilarlo nei 3 fori da 5 mm del tubo in Foto 1 e quindi modificare la spaziatura delle spire, allargandole per salire in frequenza.

Durante la ritaratura, ho osservato che variando la spaziatura fra le spire dell'induttanza centrale, si sale o si scende in frequenza trascinandosi dietro tutta la curva di risposta e, allargando le spire, si arriva facilmente a 435 MHz, mentre, spaziando le spire delle due induttanze estremali, si modifica prevalentemente la linearità o "flatness" e la forma della banda passante del filtro in modo da rendere i due fianchi ben simmetrici, come si vede negli spettrogrammi di Foto 5, Foto 6, Foto 7 e Foto 8.

Ho anche osservato che, introducendo o estraendo dai fori da 5 mm lo stecchino isolante di vetronite, la forma della curva di risposta del filtro non varia e ciò facilita le operazioni di spaziatura spire e la loro taratura.



Foto 2 - Filtro con induttanze e capacità allo scoperto

HP8640B secondo lo schema a blocchi del set-up di misura in Fig. 2.

L'attenuatore fisso da 6 dB, serve per far vedere 50 ohm al Tracking Generator, la cui uscita è +10 dBm.

Il Signal Generator HP8640B, che è commutabile con il Tracking Generator HP8444A mediante un relay coax, si rende necessario per sintonizzare esattamente la frequenza di 400 MHz oppure 435 MHz sull'analizzatore di spettro HP8555A, la cui scala analogica da 0.01 a 2.05 GHz porta divisioni di ben 20 MHz e quindi sarebbe impossibile sintonizzare esattamente qualunque segnale senza l'aiusilio di un Signal Generator a lettura digitale che, commutato e iniettato con +10 dBm all'ingresso del filtro, funziona da marker molto preciso.

tura. Ho anche verificato che, interponendo l'attenuatore da 6 dB per far vedere 50 ohm al Tracking Generator all'ingresso del filtro e collegando l'uscita del filtro ai 50 ohm di ingresso dell'analizzatore di spettro tramite un secondo attenuatore da 10 dB, la taratura del filtro è perfettamente reversibile nel senso che ingresso e uscita sono rovesciabili e la forma della curva di risposta non cambia.

Se la spaziatura fra le spire è fatta con cura, la taratura convergerà facilmente in modo da traslare la risposta originale del filtro dai 400 MHz originali ai 435 MHz, conservando la stessa larghezza di banda passante pari a 16 MHz fra i punti a -3 dB con la stessa linearità e pendenza dei fianchi come nel filtro originale.

I risultati ottenuti dopo la taratura a 435 MHz, sono visibili nelle Foto 5, Foto 6, Foto 7 e Foto 8 su cui ho scritto a maggior chiarezza i parametri misurati e qui riportati nella Tabella 2 e Tabella 3.

Tabella 2

Frequenza centrale: 435 MHz
Larghezza di banda fra i punti a 3 dB: 16 MHz fra 427 e 443 MHz
Risposta piatta entro 0.05 dB: fra 430 e 441 MHz
Perdita di inserzione a centro banda: 1,5 dB
VSWR a 435 MHz: 1,5: 1

Tabella 3

MHz	dB
270	- 60
340	- 50
380	- 40
400	- 30
415	- 20
420	- 10
427	- 3
435	- 1.5
(flat 0.05 dB da 427 a 443 MHz)	
443	- 3
450	- 10
460	- 25
470	- 30
480	- 40
500	- 50
535	- 60
560	- 70
580	- 75



Foto 3 - Filtro ricoperto da un foglio di teflon come dielettrico fra LC e massa

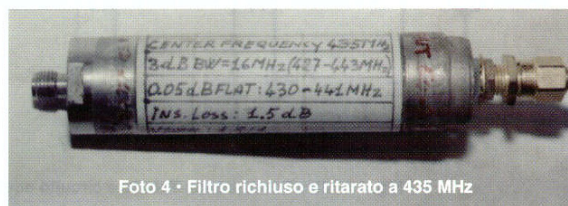
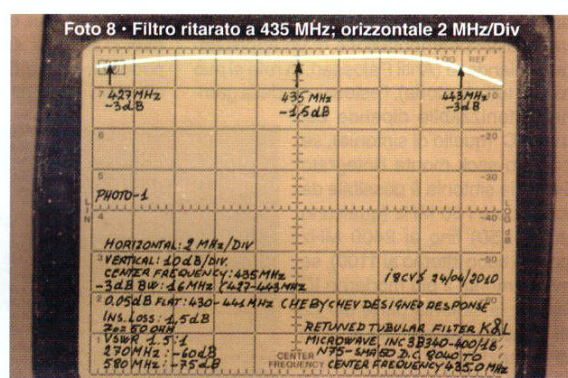
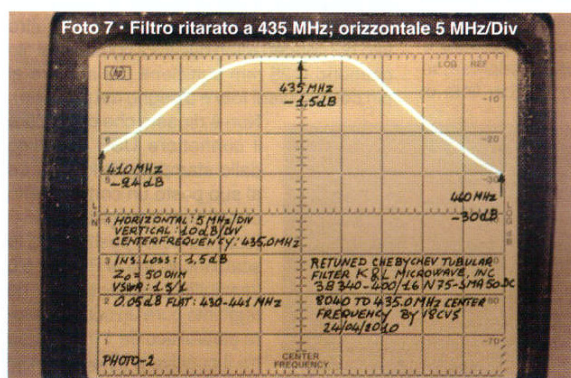
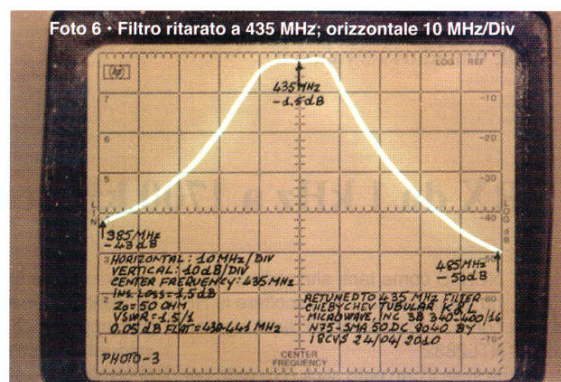
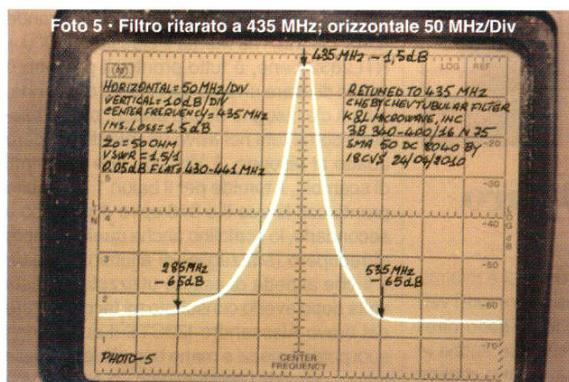


Foto 4 - Filtro richiuso e ritariato a 435 MHz

E' permesso suggerire



Conclusione

Questo Filtro Passa-banda Tubolare, ha prestazioni paragonabili a quelle di una singola e grossa cavità risonante per ponti ripetitori in 70 cm, ma ha il vantaggio di pesare soltanto 80 grammi, di essere molto piccolo e lungo soltanto 100 millimetri, con diametro esterno di 19.05 millimetri e quindi può essere montato facilmente in antenna all'ingresso di un preamplificatore a basso rumore, come si vede in **Foto 9** e pertanto trova molti impieghi in quelle zone urbane dove si richiede una elevata reiezione dei forti segnali adiacenti la nostra banda dei 432-435 MHz. La bassa attenuazione di 1.5 dB a centro banda 432-435 MHz, degrada è vero di 1.5 dB la bassa cifra di rumore NF dei preamplificatori Low Noise, che, però, in assenza di filtri molto selettivi in ingresso sarebbero soggetti in alcune zone urbane ad intermodulazione e modulazione incrociata, cosa questa più grave che non una cifra di rumore più alta, ma entro una banda passante pulita. Questo filtro, in trasmissione, sopporta in modo continuo fino a 40 watt CW, per cui se trovate su E-bay o sulle bancarelle delle fiere-mercato, Filtri Tubolari passa-banda o

passa-basso oppure passa-alto, pensate che generalmente se la loro frequenza è vicina a quella delle nostre bande, questi si possono ritardare e che da nuovi costano centinaia di US \$ ogni pezzo; basti considerare il tempo necessario in fabbrica per la taratura che deve essere fatta necessariamente a mano e da un tecnico specializzato che al massimo potrà tarare sì e no una decina di filtri al giorno.

Foto 9 - Preamplificatore Low Noise in cavità per 435 MHz con filtro passa-banda tubolare in ingresso



Bibliografia

- 1) [http://www.klmicrowave.com/product_atta-
ch/_plk64_1_TubularBandpass.pdf](http://www.klmicrowave.com/product_atta-
ch/_plk64_1_TubularBandpass.pdf)

Errata corrige

Nel numero 2/2014 di RR, nel mio articolo "Misura del ROS di ingresso sui preamplificatori RF" ho commesso un involontario errore di calcolo che per l'esattezza così va corretto:

Fig. 2 pag. 57) $W_i = \text{open circuit} = -20 + (-6) = -26 \text{ dBm}$
 Fig. 3 pag. 58) $W_i = \text{open circuit} = -40 + (-6) = -46 \text{ dBm}$
 Pag. 57 prima colonna rigo 11: $W_i = -20 + (-6) = -26 \text{ dBm}$
 Pag. 58 prima colonna rigo 6: $W_i = -40 + (-6) = -46 \text{ dBm}$

Le correzioni apportate non modificano il valore del ROS di ingresso misurato che rimane 2,68.

Domenico Marini, 18CVS



Vi è piaciuto questo articolo?
Se Sì potete votarlo
on-line visitando il
nostro sito www.ari.it