

1,8 MHz a 54 MHz Low Pass Filter

Basso costo - la maggior parte delle parti disponibili nei negozi di ferramenta

Costruito facilmente con strumenti a mano comuni

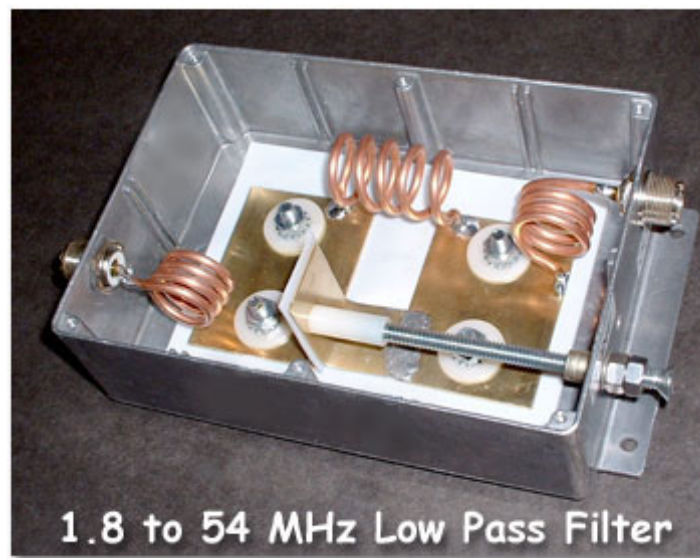
Elevate prestazioni, alta potenza - utilizza conduttori in teflon a bassa induttanza

Funziona su tutte le bande amatoriali da 1,8 MHz a 54 MHz.

Un progetto di progettazione del filtro passa-basso del trasmettitore è stato avviato con obiettivi di bassa perdita di inserzione, ampia Larghezza di banda SWR, semplicità meccanica, facilità di costruzione e funzionamento su tutti i principianti HF

bande tra cui sei metri. Questo filtro gestisce facilmente i limiti di potenza amatoriale del limite legale. Era originariamente costruito come filtro accessorio per l'amplificatore da sei metri da 1500 Watt descritto in questo articolo sito. L'FCC richiede una buona attenuazione armonica per i trasmettitori VHF. Questo filtro è utile in riducendo le radiazioni armoniche nel VHF e bande di frequenza più elevate, ed è fatto a casa con parti comunemente disponibili a basso costo. Non sono necessarie apparecchiature di test complicate per allineamento pratico. Principalmente inteso per la copertura della banda di sei metri, questo filtro è basso perdita di inserzione e presenta eccellenti caratteristiche SWR per tutte le bande HF.

Sebbene l'attenuazione armonica a basse frequenze VHF vicino ai canali TV 2, 3 e 4 no confronta con i filtri progettati solo per il funzionamento HF, l'uso di questo filtro su HF è un bonus per sei-operatori del contatore che usano anche le normali bande HF. Operatori di sei metri possono facilmente regolarlo filtro per perdita di inserzione bassa e SWR in qualsiasi segmento di banda preferito, incluso il più alto



Progettazione elettrica

L'uso di condensatori a bassa induttanza con dielettrico in teflon consente facilmente il funzionamento a limite di legge ad alta potenza e aiuta l'attenuazione definitiva della banda di arresto di questo filtro. Condensatori con una lunghezza del cavo sostanzialmente nullo non introdurranno induttanze serie significative che disturbano il funzionamento del filtro. Questo filtro utilizza anche un choke LC regolabile che attenua notevolmente le frequenze della seconda armonica della banda dei 6 metri. Elsie è uno strumento software adatto per progettare questo filtro passa-basso. Jim Tonne, W4ENE di tonsoftware.com ha reso disponibile gratuitamente il software di progettazione del filtro ELSIE in versione studente / demo. Il programma è uno strumento di progettazione professionale rivolto a ingegneri / tecnici coinvolti nella progettazione di filtri / analisi di rete. La versione per studenti / demo è limitata a 7 fasi. Questa limitazione non influisce sull'utilità di questo programma per molti requisiti del filtro radio amatoriale. Inoltre, non esiste un limite di tempo per quanto tempo questa versione studente rimarrà attiva sul tuo computer.

Questo programma può essere scaricato dal suo sito.

La documentazione del programma e i file di dati di esempio sono inclusi.

Il nome file dati per questo filtro è DC54.lct

Scarica il file di dati ELSIE

Le opzioni del menu Elsie e il design intuitivo del programma rendono relativamente facile iniziare. L'utente può scegliere tra la progettazione manuale del filtro o la progettazione assistita dal computer. Ho usato un design del filtro passa-basso con ingresso induttore e cinque poli. Dopo aver effettuato altre scelte di filtro come la frequenza di progettazione, il programma può calcolare tutti i parametri di prestazione e visualizzare la risposta del filtro prevista. È possibile utilizzare i tasti freccia della tastiera per selezionare un elemento, sintonizzarlo e visualizzare immediatamente il risultato. Sono disponibili varie opzioni di programma per mettere a punto il progetto iniziale per consentire la realizzazione di specifici obiettivi di progettazione. I file di dati possono essere esportati in altre applicazioni come Touchstone o PSpice. Il software Elsie ha strumenti ausiliari che aiutano nella progettazione del filtro. Questi strumenti funzionano all'interno del programma e non richiedono la chiusura del software e il riavvio. Ho scoperto che il mio software di grafica scientifica esterna esistente poteva sfruttare l'opzione di esportazione in formato a due colonne standard di Elsie per tutti i grafici. Ciò aiuta quando si aggiunge un grafico Elsie in un documento che utilizza già un formato di stampa standardizzato. Per la maggior parte degli usi, le schermate video interne di Elsie e le stampanti stampate sono soddisfacenti.

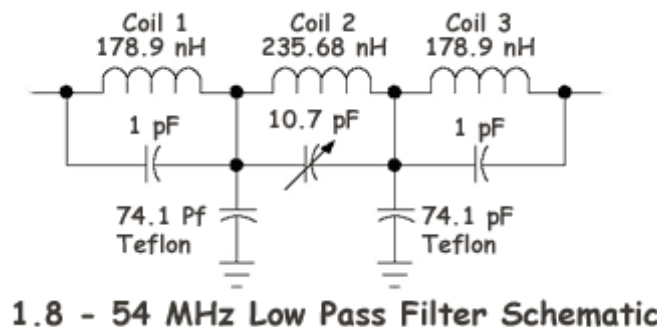


Tabella dei valori dei componenti

L2 --- 235,68 nH Vento con tubo in rame morbido da 1/8 "OD, 5 giri, forma del diametro di 0,75", lunghezza 1,75 pollici, lunghezza del cavo di ¼ di pollice per la saldatura.

L1, L3 --- 178.9 nH Vento con tubo in rame morbido da 1/8 "OD, 3,5 giri, diametro dia .75", lunghezza .625 pollici, lunghezza cavo di ¼ di pollice per saldatura su piastra di ottone, altra lunghezza di cavo per connettore RF come necessario.

C1, C2 --- 74.1pF 2 "da 2,65" piastra in ottone inserita con foglio di Teflon spesso 0,05 ", la custodia metallica è il terminale di messa a terra rimanente di questo condensatore.

Progettazione meccanica, assemblaggio e costruzione

Scarica il disegno meccanico dettagliato di questo filtro. Un obiettivo di progettazione di questo filtro era la sintonizzazione facile con le apparecchiature di test di casa modeste. Per rendersene conto, costruisci le bobine con attenzione in base alla tabella dei valori dei componenti. Le bobine fatte in casa si saldano direttamente sulla superficie superiore delle piastre del condensatore di ottone. I condensatori sono realizzati utilizzando un sandwich in ottone con Teflon. Un condensatore variabile facile da realizzare è costituito da due pezzi di lastra di ottone spessa da 0,032 pollici e un isolante in teflon. Gli induttori del filtro sono montati ad angolo retto l'uno rispetto all'altro per aiutare a mantenere una buona attenuazione della banda di arresto.

Uno strumento software Elsie calcolerà i dettagli di ciascun induttore. Le bobine L1 e L3 sono progettate con un avvolgimento a mezzo giro. Ciò consente collegamenti brevi alla piastra del condensatore in ottone e ai connettori RF montati sulle pareti del contenitore. Le bobine sono distanziate fisicamente con lunghezze di piombo di ¼ di pollice e quindi saldate alle piastre di ottone.

Molte delle parti necessarie per rendere questo filtro sono disponibili nei negozi di hardware. In particolare, le strisce di ottone larghe uno e due pollici (vendute come Hobby o Miniature in ottone), tubi in rame morbido di diametro 1/8 di pollice, dadi, bulloni e distanziatori e rondelle di nylon sono comunemente disponibili a basso

costo. È importante utilizzare lo spessore specificato di 0,03125 pollici di Teflon poiché un'altra dimensione produrrà un diverso valore di condensatore. Se si dispone di un altro spessore di Teflon disponibile, sarà necessario calcolare i valori dei condensatori specifici in base al nuovo spessore e alle dimensioni delle lastre di ottone. Il Teflon di colore bianco opaco utilizzato qui ha una costante dielettrica di 2.1. Le chiare varietà di Teflon hanno tipicamente valori inferiori a questo e producono valori di condensatore diversi per le stesse lastre di ottone di dimensioni.

La capacità diminuirà se i bulloni del gruppo sono allentati, quindi assicurarsi di aver serrato i bulloni. Assicurati di utilizzare la piastra in ottone spesso 0,6 mm per i condensatori avvitati. Quando sotto compressione, le dimensioni più sottili in ottone utilizzate per il condensatore variabile tendono a flettersi di più e non si adattano come piatte al Teflon.

Un foglio di Teflon separato viene anche utilizzato nel condensatore variabile ed è incollato alla piastra di condensatore verticale fissa. Questo isolatore viene utilizzato per prevenire un cortocircuito nel caso in cui la vite di regolazione sia serrata troppo. Il teflon è estremamente liscio e non aderisce bene a meno che non sia stato preparato chimicamente. Un modo per ottenere prestazioni di incollaggio della colla accettabili tra la piastra di supporto in ottone e l'isolatore è di strofinare molto bene le superfici in teflon e ottone con carta vetrata a grana 240. L'intenzione è quella di aumentare la superficie disponibile il più possibile e di fornire più posti dove incollare la colla. Incollare il teflon in posizione con un cordone di RTV o resina epossidica. Dopo l'essiccazione, il foglio di teflon può essere intenzionalmente rimosso dalla piastra di ottone, ma sembra tenere ragionevolmente bene. Teflon speciale che è stato trattato per consentire una buona adesione è disponibile, ma la spesa non è giustificata per questa semplice applicazione. Questo foglio isolante di condensatore variabile Teflon misura 1,5 pollici di larghezza per 1,75 pollici di altezza ed è più grande delle due piastre di ottone. Ciò fornisce un margine di sicurezza per l'isolamento del bordo esterno.

Calcolo della capacità delle piastre.

Le piastre del condensatore in ottone spesso da 0,6 pollici hanno due fori da 0,5 pollici in esse per i bulloni di montaggio. L'area superficiale di ciascun foro è πR al quadrato, quindi i due fori combinati hanno una superficie totale di 0,325 pollici quadrati. La dimensione della piastra di ottone è di 2 pollici per 2,65 pollici. Questo equivale a 5,3 pollici quadrati di superficie. Sottraendo l'area dei due fori si ottiene una superficie totale di 4,9 pollici quadrati. La formula per capacità¹ è:

$$C = .2248 \frac{kA}{d}$$

Dove:

C = capacità in pF

k = costante dielettrica di Teflon®

A = area superficiale di una piastra in pollici

quadrati d = spessore dell'isolatore

La costante dielettrica del teflon qui utilizzato è 2,1 e lo spessore utilizzato è 0,03125 pollici. La capacità calcolata di ciascuna piastra è pari a 74,1 pF. I valori misurati concordano strettamente con questo numero. Quando sono costruiti come descritto, le piastre del condensatore misurano tra il 2% e il 2,5% del valore calcolato. Questo è accettabile per un filtro pratico. Il materiale in lamiera di ottone si comporta come un grande dissipatore di calore, quindi è necessario un ferro di saldatura adeguato. Un ferro da 125 watt con punta a scalpello funzionerà bene. Il calore di saldatura non influisce sul materiale in Teflon. Tuttavia, fai attenzione alla tentazione di utilizzare una piccola torcia a propano. Due bulloni in ogni condensatore tengono saldamente insieme il foglio di teflon e le piastre di ottone. I bulloni sono isolati dalle piastre di ottone da distanziatori in nylon dello stesso spessore dell'ottone. Lo stantuffo di nylon per il condensatore di sintonizzazione deve essere perforato e tappato per accettare la filettatura 1/4 x 20 del bullone di regolazione. Un inserto filettato o un dado PEM nell'armadio fornisce supporto per la vite di regolazione.

Regolazione condensatore e ingresso SWR

Il piccolo condensatore variabile viene deviato attraverso la bobina n. Questa combinazione di bobina e condensatore agisce come una trappola sintonizzabile per le frequenze di seconda armonica quando opera nella banda di sei metri. Dopo aver saldato in posizione, la piastra di sintonia flessibile di questo condensatore viene semplicemente piegata verso la vite di regolazione. L'ottone di questo spessore ha un effetto molla definito. Basta piegare bene la piastra verso la vite di regolazione, quindi serrare il bullone di regolazione verso l'interno. Ciò si tradurrà in un condensatore variabile stabile.

Procedura di allineamento di sei metri.

Se non si è interessati al funzionamento di sei metri, ignorare questa procedura. Basta impostare le piastre del condensatore variabile a una distanza di 1 pollice e ignorare i seguenti passaggi. Se si desidera utilizzare questo filtro solo sulle bande amatoriali HF da 1,8 a 30 MHz, la regolazione del condensatore di sintonia regolabile non è affatto critica e non influisce sulle prestazioni dell'HR SWF. Tuttavia, non eliminare completamente il condensatore. Il software prevede una risposta VHF degradata con la mancanza. Per l'uso solo sulle bande HF, è possibile omettere la vite di regolazione e il pistone in nylon associato. Normalmente, sintonizzare questo filtro sarebbe un'esperienza aggravante poiché sono coinvolte tre variabili (con due interagenti) (L1, L2 e il condensatore variabile). Mi resi conto che la modalità "Tune" del software Elsie conteneva la risposta. Dopo aver studiato ciò che il software ha previsto, ho generato questa procedura di ottimizzazione. Il mio primo tentativo di sintonizzare esattamente questo filtro è stato un successo, ed è stato completato in pochi minuti. Questo metodo è stato previsto dal software e quindi confermato nella pratica. È richiesto un analizzatore SWR variabile comune. Questi passaggi possono sembrare complicati, ma in realtà sono piuttosto semplici quando ne hai un'idea. Leggi prima di iniziare a regolare.

Fase uno: Dopo aver costruito il filtro, regolare il condensatore variabile fino a che la distanza tra le piastre superiori non superi circa 1 cm. Usando un analizzatore SWR variabile, spazza l'area della banda di sei metri, cercando un valore di SWR null molto basso in qualsiasi punto della zona da circa 45 a 60 MHz circa. Se è possibile trovare un valore SWR basso (vicino al rapporto 1: 1), anche se la frequenza del basso SWR

non è dove lo vuoi, procedi al passaggio due. Altrimenti, regola la bobina di ingresso L1 espandendo o comprimendo le spire fino a quando non è possibile ottenere un basso SWR nell'intervallo compreso tra circa 45 e 60 MHz, quindi andare al passaggio due.

Fase due: se non è possibile misurare la risposta dell'intaglio a 100,2 MHz, passare al punto tre. Ora applica 100,2 MHz all'ingresso del filtro. Regolare il condensatore variabile fino a quando la seconda armonica a sei metri a 100,2 MHz viene annullata sull'uscita del filtro. Quindi, collegare nuovamente l'analizzatore SWR e spazzare la banda di sei metri con l'analizzatore SWR. Se la posizione SWR bassa ha una frequenza troppo bassa, regolare la bobina media L2 per una minore induttanza (allargare i giri), quindi regolare nuovamente il condensatore variabile per riportare la tacca sulla frequenza. Continua queste iterazioni fino a quando l'SWR null è dove vuoi, e la frequenza dell'intaglio è impostata correttamente a 100.2 MHz ..

In alternativa, se il punto basso SWR desiderato ha una frequenza troppo alta, regolare L2 per maggiore induttanza (comprimere i giri della bobina), quindi regolare nuovamente il condensatore variabile per la tacca della seconda armonica. Continuare fino a quando la posizione della frequenza SWR bassa e la tacca nullo non vengono impostate dove si desidera. Potrebbe essere necessario dissaldare un'estremità della bobina L2 per consentire la regolazione di una lunghezza della bobina più lunga o più corta quando si espandono o comprimono le spire. Basta saldare di nuovo la fine dopo aver eseguito la correzione della lunghezza.

Notare che probabilmente sarà necessario installare il coperchio dell'involucro durante i passaggi di regolazione finali. Sono stato in grado di ridurre la seconda armonica nel rumore di fondo di un display dello spettro IFR-1200 S, ma il coperchio doveva essere installato. Il coperchio interagisce anche con il condensatore variabile. Una volta impostati l'SWR e la frequenza dell'intaglio, il processo di ottimizzazione è completo e il filtro viene regolato in modo ottimale. Non eseguire il passaggio tre qui sotto.

Fase tre: Questo passaggio viene eseguito solo se non si dispone di un modo per generare il segnale di ingresso a 100,2 MHz e quindi di rilevare un valore nullo sul terminale di uscita del filtro. Il condensatore variabile diventerà la tua regolazione SWR per spostare il punto nullo SWR alla porzione della banda di sei metri che desideri. Se si esaurisce la gamma di regolazione sul condensatore variabile (completamente ruotato verso l'interno), basta comprimere i giri della bobina L2 insieme e riprovare. In alternativa, se il condensatore variabile viene completamente disattivato, è sufficiente espandere le spire della bobina L2 e riprovare. Dopo aver impostato l'SWR, hai finito. Sebbene la tacca della seconda armonica probabilmente non sia esattamente sulla frequenza, si avrà comunque una soppressione buona (ma non ottimale) poiché la tacca è molto profonda.

Elenco delle parti

1a striscia di ottone in miniatura, 1 "di larghezza, 12" di lunghezza .032 "di spessore (cappuccio di sintonizzazione variabile) 1 ea miniatura striscia di ottone, 2" di larghezza, 12 "di lunghezza .064" di spessore (condensatori del filtro principale) 5 piedi di lunghezza di 1 / Tubi in rame morbido da 8 "di diametro

Bullone a testa esagonale lunga 4 e ¼ x 20 x ½ pollice

4 rondelle in nylon, 0,5 "OD, 0,25" ID, 0,162 "di spessore, Mouser 561-D2562 o equivalente

6 dado esagonale $\frac{1}{4}$ x 20 con rondella dentata integrata

1 chiodo $\frac{1}{4}$ x 20 x 4 "

1 inserto dado ea $\frac{1}{4}$ x 20, dado PEM o "Nutsert"

1 bis 1 "lungo x .375" dia. Distanziatore in nylon. ID per essere più piccolo di .25 ". (Utilizzato per stantuffo a condensatore variabile)

4 un distanziale in nylon, Ø .875 ", da .25 a .34" ID, di circa .065 "o di spessore maggiore (utilizzato per fissare piastre di condensatore in ottone).

La custodia in alluminio pressofuso è disponibile presso la Jameco Electronics come numero di parte 11973. Le dimensioni della scatola sono 7,5 "x 4,3" x 2,4 ".

Il foglio di Teflon spesso di .03125 "è disponibile presso McMaster-Carr Supply Co. L'articolo n. 8545K21 è disponibile come foglio da 12" x 12 ".

Discussione sui grafici delle prestazioni

Supponendo che l'SWR di sei metri sia impostato su un valore basso per una parte preferita della banda, la perdita del filtro in avanti calcolata nel peggiore dei casi è di circa 18 dB. La perdita in avanti è migliore nelle bande HF, con una perdita calcolata di soli 0,05 dB da 1,8 a 30 MHz.

La frequenza di taglio del filtro è di circa 56 MHz e la risposta del filtro scende bruscamente sopra questo. Ci sono condensatori parassiti sulle bobine L1 e L3. Questi sono anche inclusi in questa analisi del filtro. L'autosufficienza calcolata di ciascuna bobina è quasi pari a un pF. Questi piccoli condensatori sono inclusi nello schema e sono inclusi anche nel software per il modello. Questi condensatori si verificano in modo naturale, quindi non saldare un condensatore da un pF su ciascuna delle bobine di estremità di questo filtro. I condensatori hanno l'effetto di posizionare ulteriori tacche da qualche parte nella regione UHF. La frequenza di risonanza automatica calcolata di L1 e L3 è di circa 365 MHz.

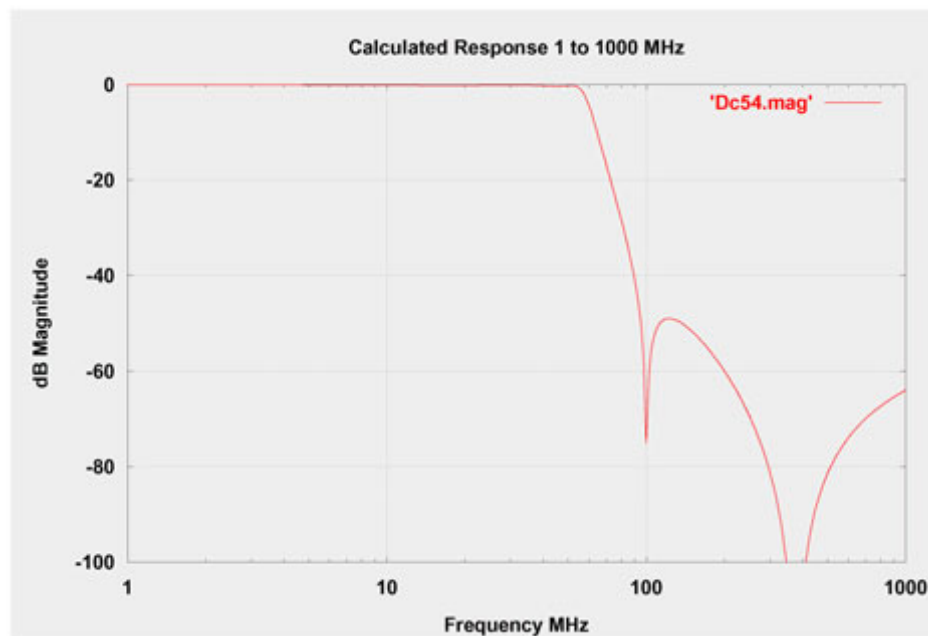
Fare riferimento al grafico che mostra la risposta del filtro calcolata da 1 a 1000 MHz. L'impressionante tacca nelle vicinanze di 365 MHz è dovuta a queste capacità parassite intrinseche attraverso ciascuna delle bobine. Lievi variazioni in ciascuna bobina produrranno trappole sintonizzate leggermente diverse. Ciò introdurrà un effetto di sfalsamento che si traduce in una larghezza di intaglio più ampia. Questi valori di capacità esatti sono difficili da prevedere a causa delle variazioni nelle dimensioni della bobina fatte in casa e del posizionamento esatto di ciascuna bobina all'interno della custodia. Il modo migliore per determinare il loro effetto è misurare fisicamente la risposta UHF di questo filtro. L'uso di condensatori a bassa induttanza in un filtro VHF aiuta a sfruttare l'attenuazione del filtro prevista a frequenze estese.

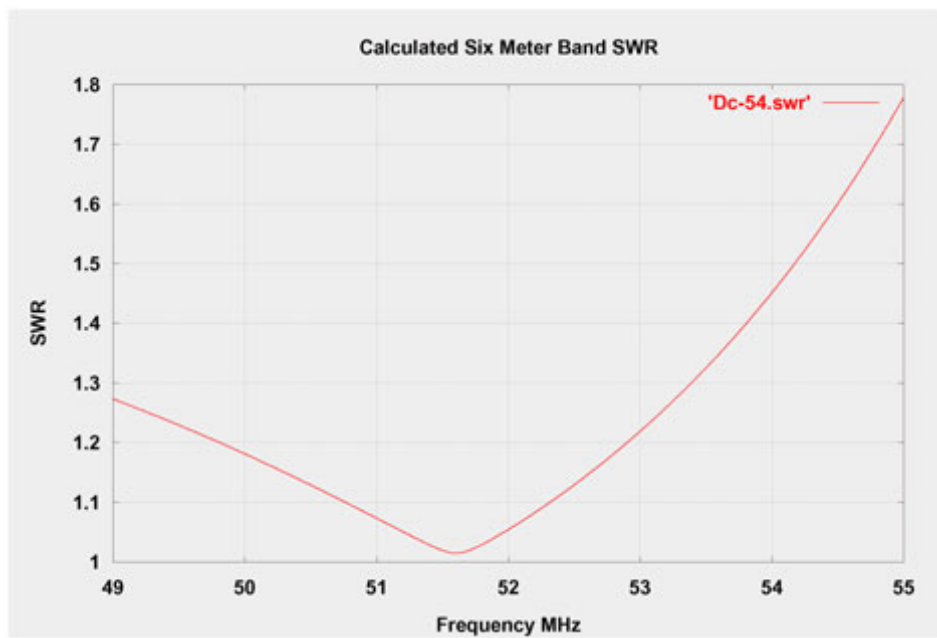
L'SWR sulle bande HF e sui sei metri è mostrato nel grafico che mostra la risposta SWR da 1 a 55 MHz. Viene mostrato anche un grafico più dettagliato che mostra solo l'SWR della banda di sei metri.

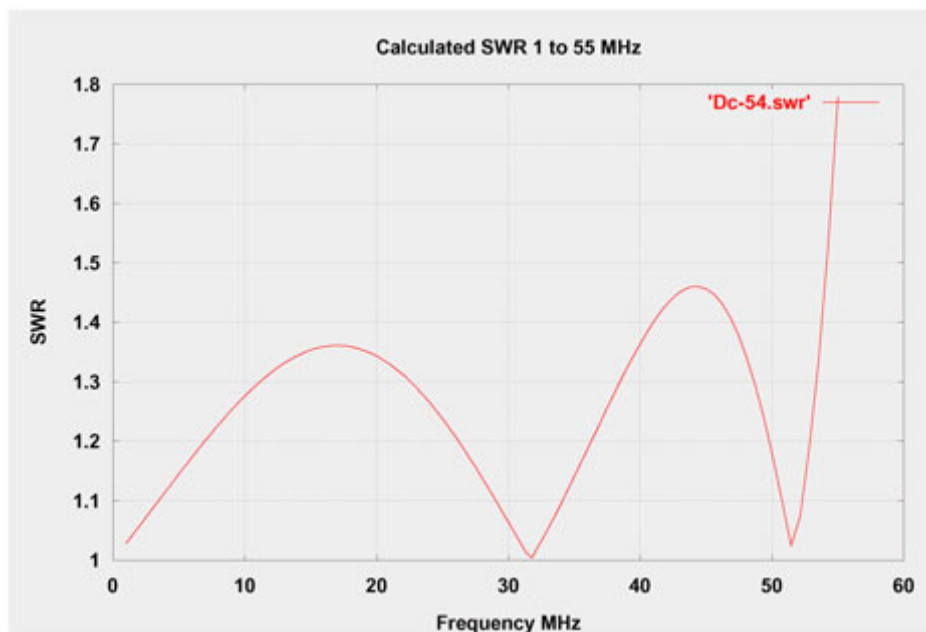
La perdita di ritorno calcolata del filtro tra 1 e 200 MHz è mostrata in un grafico separato. Si noti che la regione dei dieci metri ha una perdita di rendimento particolarmente buona. I valori dei componenti in questo filtro

sono stati regolati in modo che questo picco di perdita di ritorno sia stato spostato da circa 40 MHz alla vicinanza della banda amatoriale a 28-30 MHz.

Grafici delle prestazioni calcolati







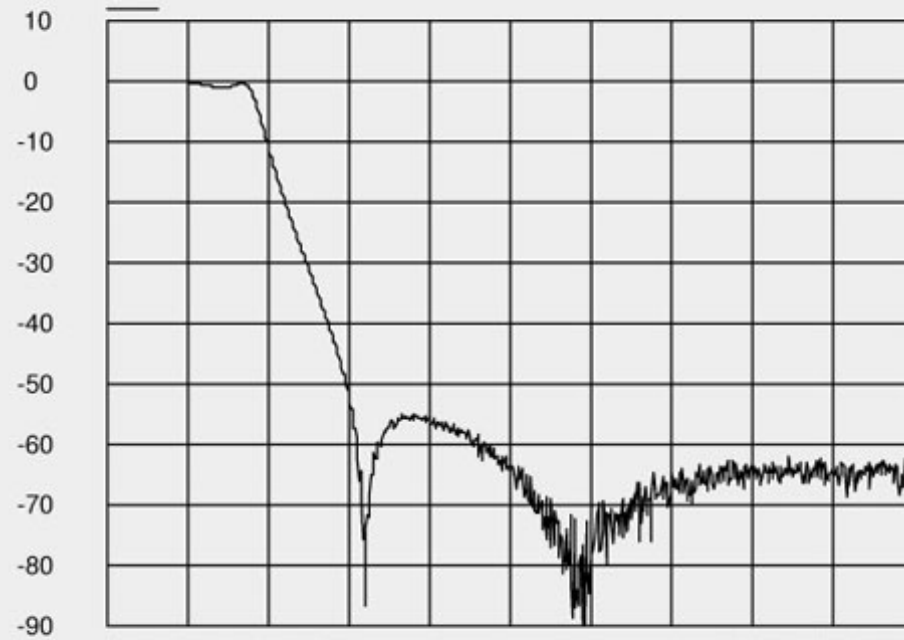
Actual filter measured performance

SoftPlot for TestWave

Forward response measured on Agilent 8753C

dB

S21

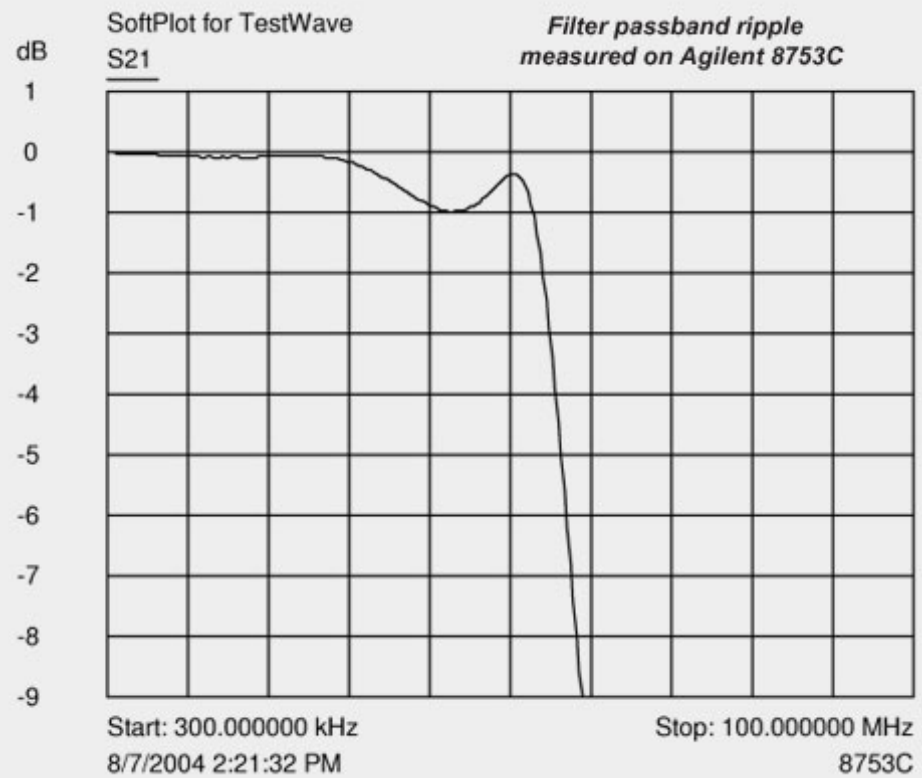


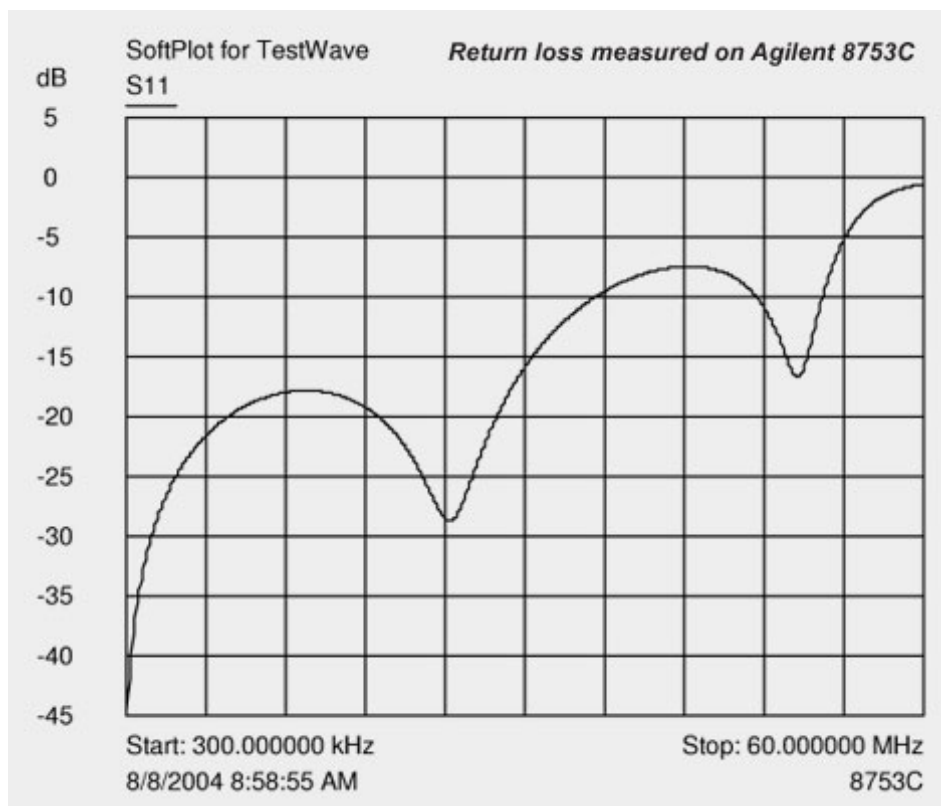
Start: 300.000000 kHz

Stop: 300.000000 MHz

8/7/2004 2:21:32 PM

8753C





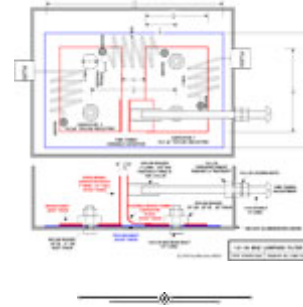
Conclusione

Questo filtro soddisfa gli obiettivi di progettazione originali. Poiché utilizzo sia i sei metri che le normali bande HF, questo progetto ha prodotto un accessorio di stazione doppiamente utile. La bassa perdita di inserzione su sei metri rende questo filtro utile anche per la ricezione di applicazioni. Lo strumento software di filtro ELSIE ha reso divertente la parte di progettazione elettrica di questo progetto.

Grazie a Jim Tonne, W4ENE per il software di design Elsie e per la sua consulenza informale e utili commenti su questo filtro. Jim ha suggerito questa topologia del filtro e ha offerto valori di componenti da considerare.

Grazie a Steve Hageman per la misurazione delle effettive caratteristiche del filtro su un analizzatore di rete Agilent 8753C.

[Download single page detailed assembly drawing in Adobe format](#) 



Notes

1. The ARRL Handbook, 72 Edition (Newington:ARRL, 1995), pg 6.9.
-