

DG0SA
Wolfgang Wippermann
Lerchenweg 10
18311 Ribnitz-Damgarten

Tel. 03821 721578
Fax: 03821 721580
e-mail: WWippermann@t-online.de

Bandpass-Sende-Empfangs-Filter

1. Einsatzmöglichkeiten

Ein Bandpass-Sende-Empfangs-Filter wird benötigt, um starke Außer-Band-Signale zu unterdrücken. Dies entlastet die oft sehr breitbandig ausgeführten Empfänger moderner Transceiver, ohne dass Eingriffe in das Gerät erfolgen müssen. Das vom Sender erzeugte Signal wird durch das Filter nicht oder nur sehr wenig verringert.

Verbesserungen durch Einfügen eines Bandpass-Sende-Empfangs-Filters in den Signalweg werden erreicht, wenn

- Zwei Amateurfunkstationen auf benachbarten Amateurfunkbändern zeitgleich an einem Standort arbeiten
- In der Nähe starker anderer Funkstationen Amateurfunk durchgeführt werden soll

Das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter stellt somit ein wichtiges Hilfsmittel für einige herausragende Amateurfunkaktivitäten dar. Aber auch der Funkamateurl, der Beeinträchtigungen durch Funkdienste in der Nachbarschaft erleidet, wird mit Bandpass-Sende-Empfangs-Filtern seine Situation verbessern.

2. Eigenschaften

Die Bandpass-Sende-Empfangs-Filter sind für die Amateurbänder 80m/40m/20m/15m/10m bemessen und für 100 Watt ausgelegt, sie erreichen ihre hervorragenden Daten durch die Verwendung von hochqualitativen Kondensatoren und Spulen.

Das Design ist ein dreipoliger Chebyshev-Bandpass. Um den Aufwand gering zu halten, wird eine Anordnung Serienschwingkreis – Parallelschwingkreis - Serienschwingkreis gewählt.

Ab 14 MHz lassen sich die dafür benötigten angezapften Spulen des Parallelschwingkreises auf Pulverisenringkernen schwer realisieren, deshalb wird hier die dreipolige Struktur durch Ladderfilter realisiert.

Die Durchlassdämpfung aller Filter ist besser als -0,5 dB und das Stehwellenverhältnis besser als 1:1,5. Der Verlauf der Durchlasskurve ist etwa symmetrisch, das heißt der Dämpfungswert beim doppelten Wert der Durchlassfrequenz entspricht dem bei der halben Durchlassfrequenz. Der Durchlassbereich umfasst das jeweilige Amateurband völlig, die Welligkeit im Durchlassbereich ist sehr gering.

Die Bandpass-Sende-Empfangs-Filter sind auf FR4-Material aufgebaut und sorgfältig abgeglichen. Zur Schirmung und zum mechanischen Schutz sind sie in Weißblechgehäuse der Firma Otto Schubert GmbH Typ 3A (37mm * 50 mm * 111 mm) eingebaut.

Der Eingang und Ausgang erfolgen über PL-Buchsen 50 Ω , bezeichnet mit PL1 und PL2.

3. Einsatzhinweise

Das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter wird in den Signalweg eingefügt und dieser muss 50 Ω Impedanz für den ordnungsgemäßen Betrieb sicherstellen. Das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter kann zwischen Transceiver und Leistungsverstärker eingefügt sein oder zwischen Transceiver und Antennentuner. Wird eine Antenne mit 50 Ω Anschlussimpedanz verwendet, so kann das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter auch direkt zwischen Transceiver und Antenne geschaltet werden. In diesem Fall muss für die Ableitung statischer Spannungen zwischen Koaxialinnenleiter und Masse gesorgt werden. Diese Maßnahme sollte dann an der Antenne selbst erfolgen.

Wird das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter in einen Signalweg geschaltet, der nicht 50 Ω sicherstellt, so wird die Filterwirkung beeinträchtigt und das Filter kann zerstört werden. In solchen Fällen muss die Leistung zurückgenommen werden.

Ein Einsatz des Bandpass-Sende-Empfangs-Filter hinter einem Transceiver mit eingebautem Antennentuner ist deshalb nicht zulässig, so wie sein Einsatz auch hinter einem abgesetztem Antennentuner ebenfalls nicht zulässig ist.

Ebenfalls darf die Ausgangsleistung von 100 W nicht überschritten werden, auch nicht kurzzeitig, da die Kondensatoren defekt werden könnten. Ein Dauerbetrieb mit 100 Watt an Standorten mit hohen Temperaturen sollte vermieden werden, wogegen typischer Amateurfunkbetrieb mit 100 W kein Problem darstellt.

Ein Einsatz des Bandpass-Sende-Empfangs-Filter ist immer nur in dem Band vorzunehmen, für das das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter konstruiert wurde. Bei Verwechslungen können höhere Spannungen an den Kondensatoren auftreten, diese werden dann zerstört.

Werden an einem Standort z.B. fünf Sende-Empfangs-Stationen verwendet, so werden die Bandpass-Sende-Empfangs-Filter auf alle Stationen verteilt. Damit ist sichergestellt, dass kein Amateurband durch zwei Amateurfunke gleichzeitig genutzt wird, was beim Betrieb mit schaltbaren Filtern schnell passieren kann.

Jeder Sender produziert Oberwellen. Durch das Bandpass-Sende-Empfangs-Filter werden diese Oberwellen zusätzlich unterdrückt. Auf Grund der hohen Empfindlichkeit der Amateurfunkempfänger können die unterdrückten Oberwellen trotzdem den Amateurfunkbetrieb stören. Das ist kein Mangel der Filter und kann durch eine geschickte Frequenzwahl vermieden werden.

Die Messung der Dämpfung erfolgte mit Messsender und logarithmischen Detektor unter Amateurbedingungen. Die Tabelle zeigt typische Werte, sie soll der schnellen Abschätzung der zu erwartenden Dämpfung von Signalen anderer Stationen auf den Nachbarbändern dienen.

| Frequenz | 3,5 MHz | 7 MHz | 14 MHz | 21 MHz | 28 MHz |
|------------|---------|-------|--------|--------|--------|
| 80m-Filter | 0,32 | 51 | >60 | >60 | >60 |
| 40m-Filter | 49 | 0,36 | 54 | >60 | >60 |
| 20m-Filter | >60 | 48 | 0,32 | 29 | 44 |
| 15m-Filter | >60 | >60 | 30 | 0,36 | 19 |
| 10m-Filter | >60 | >60 | 49 | 26 | 0,50 |

Alle Angaben der Dämpfung in dB

4. Bauanleitung

Alle Filter werden in Schubert-Gehäuse Typ 3A eingebaut. Für das 80-m-Filter und für das 40-m-Filter wird die Leiterplatte 1 und für die anderen Filter die Leiterplatte 2 verwendet. Die Gehäuse werden montiert und die beiden PL-Buchsen eingeschraubt. An vier Schrauben werden unter Verwendung von Sicherungsscheiben Lötösen angebracht, umgebogen und mit der Leiterplatte verlötet. Ein Verkürzen der Lötösen (abzwicken in der Mitte des Loches) beugt Kurzschlüssen zu den Leiterzügen der Leiterplatte vor. Die Bestückung erfolgt schrittweise, wobei die Schwingkreise einzeln und nacheinander auf die vorgegebenen Frequenzen abzugleichen sind. Der Abgleich erfolgt im geschlossenen Gehäuse, der Bodendeckel sitzt dabei fest auf und der andere Deckel muss ggf. immer wieder entfernt und zur Messung aufgesteckt werden. Abgeglichen wird mit Hilfe eines 50 Ω Abschlusswiderstandes und eines SWR-Analyzer bei der angegebenen Frequenz. Als SWR-Analyzer eignen sich folgende Aufbauten

- Netzwerktester (NWT) von Bernd Kernbaum, DK3WX
- Antennenanalyzer von IW3HEV und IW3IJZ
- Messsenders mit Stehwellenbrücke
- Antennenanalyzer MFJ 237

Die ersten zwei Geräte zeigen sofort in Kurvenform Tendenz und Ergebnis der Abgleichhandlung. Das ist gegenüber den letzteren Geräten ein erheblicher Vorteil. Der Abschlusswiderstand wird auf eine PL-Buchse aufgeschraubt und an die andere Buchse kommt der SWR-Analyzer. Die Paare aus Spule und Kondensator werden einzeln nach Einbau auf der Platine abgeglichen, unter Verwendung von Brücken aus 1mm CuAg. Die beiden äußeren Kondensatoren stellen die Verbindung zwischen dem Innenstift der PL-Buchsen PL1 und PL2 und den Leiterzügen der Platine her. Alle Kondensatoren sind Vishay Cera Mite NP0, 1000V-Typen der Serie 561 C.

Meine besten Erfahrungen beim Aufbau machte ich wie folgt:

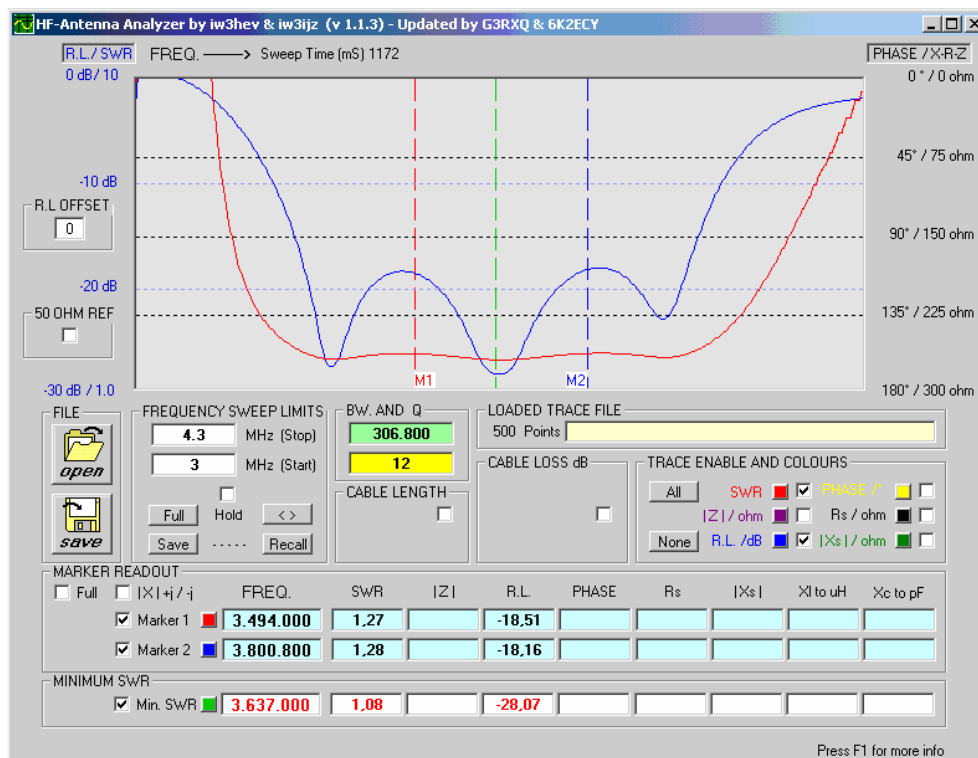
Zunächst muß das AADE-LC-Meter kalibriert werden. Wenn die Abweichung des Messwertes (wie bei mir zunächst) 2,2 % beträgt, so wird dies auch später für die Mittenfrequenz der Filter so sein. So maß ich für das 20-m-Filter um 2,2 % geringere Werte für L und C gegenüber den tatsächlichen Werten der Bauelemente. Durch die aber tatsächlich größeren Bauelementewerte rutschte die Frequenz um 2,2 % nach unten, statt 14,2 MHz liegt die Filtermittenfrequenz bei 13,9 MHz. (das Filter ist auf Grund seiner Bandbreite trotzdem verwendbar). Durch Ändern von C2a des AADE-Gerätes lässt sich eine höhere Genauigkeit von etwa 0,5 % erreichen.

Alle Spulen werden nach Bauanleitung gewickelt und durch Verschieben der Wicklung (Dehnen oder Zusammendrücken) auf den vorgeschriebenen Wert gebracht. Gemessen wird mit dem kalibrierten AADE-LC-Meter. Der Wert wird mit CD-Marker auf den Kern geschrieben. Die beiden Anschlüsse werden auf 20mm Länge gekürzt und so abgewinkelt, dass die Spule in die Leiterplatte leicht einzuführen ist, ohne die Wicklung zu verändern. Dann mit Holzleim „Ponal“ die beiden Anschlussdrähte am Kern mit Klecksen sichern, dazwischen ein größerer Klecks, der den Kern an die Leiterplatte klebt. Spule in die Leiterplatte einstecken, Drähte auf Maß abknipsen, verlöten. Dann nichts mehr an den Kernen ändern.

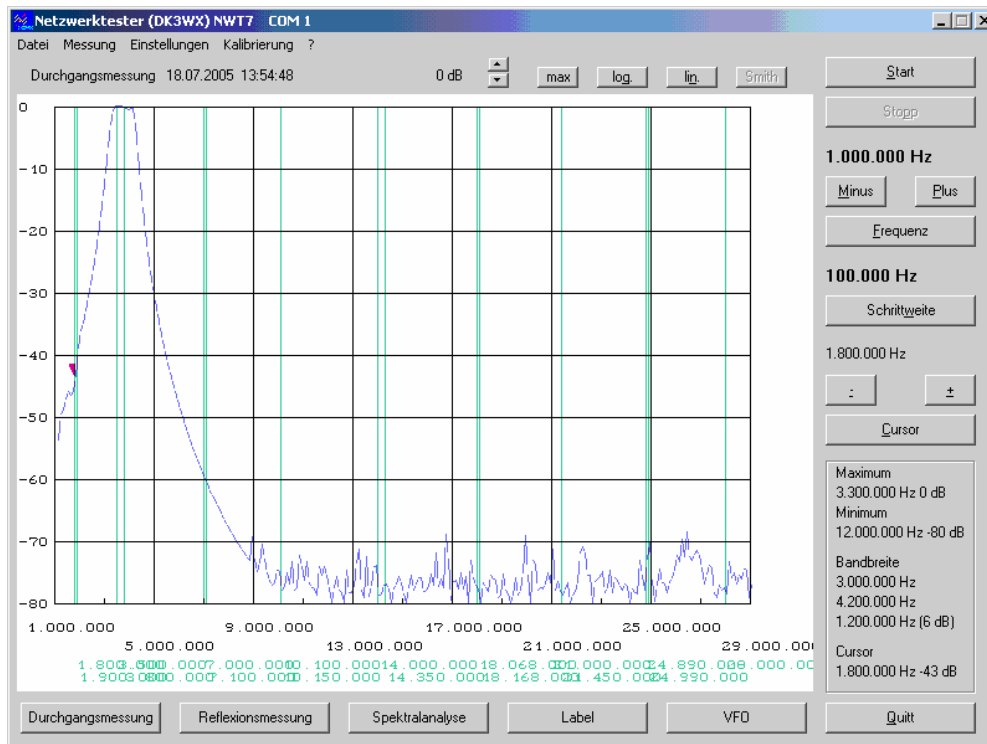
Nun die Kondensatoren sorgfältig ausmessen und mit CD-Marker beschriften. Wenn die Schaltung gleiche Werte fordert, sollen auch „Paare“ eingesetzt werden, wie z.B. C1 und C3 bzw. L1 und L3 beim 80m-Filter. Alle Kondensatoren, außer C2, einbauen.

Sind die Messungen sorgfältig erfolgt, wird zunächst immer C2 durch einen Drehkondensator mit kurzen Anschlüssen dargestellt, der etwa auf den Wert von C2 eingestellt wurde. Mit angeschlossenem Abschlusswiderstand an PL2 und dem Analyzer an PL1 wird in einem breiten Frequenzbereich das SWR geprüft. Durch Verstimmen des Drehkondensators erscheint eine für dreipolige Filter typische Kurve. Wenn diese zu sehen ist und die Mitte der Kurve nicht außerhalb des Bandes liegt, ist der Abgleich beendet. Die Kontrolle von der anderen Seite des Filters sollte die typische Kurvenform auch zeigen, wenn sie etwas schief liegt, ist es nicht weiter schlimm. Dann den Drehkondensatorwert ausmessen und C2 durch einen Festkondensator ersetzen.

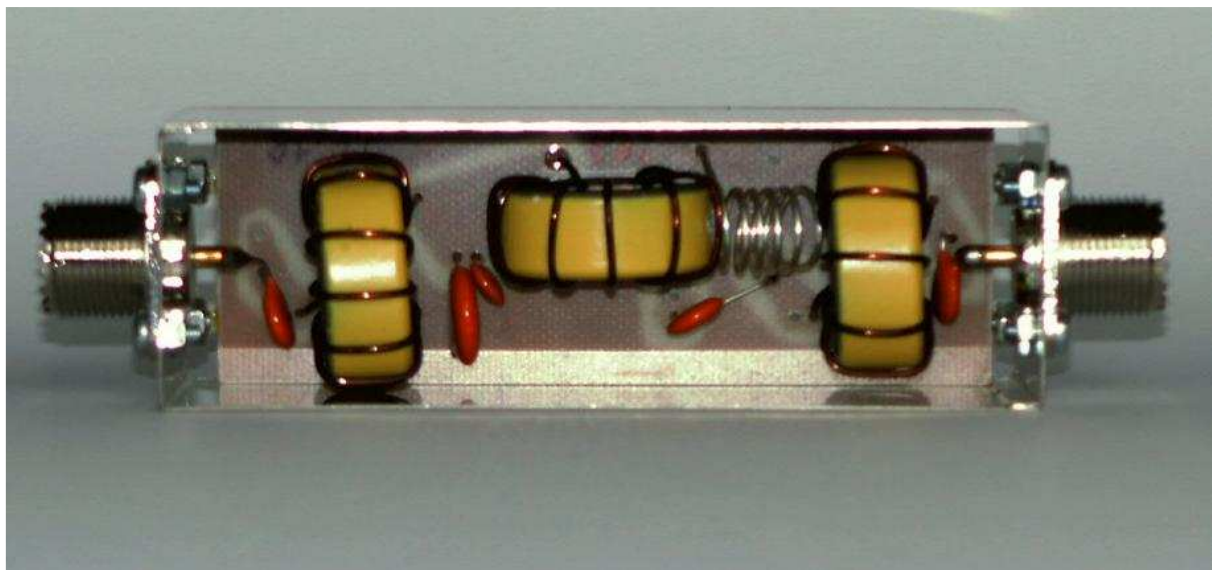
Folgendes Bild zeigt der Analyzer nach erfolgreichem Abgleich:



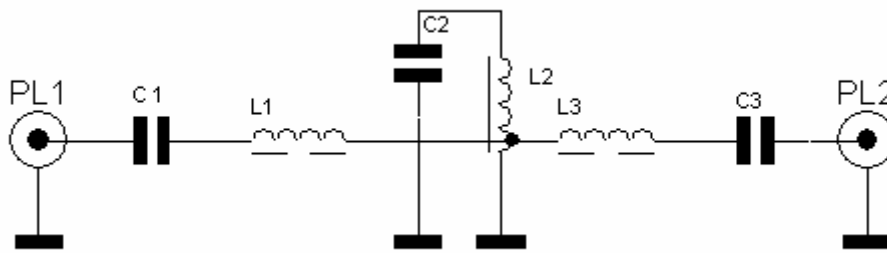
Die mit dem NWT aufgenommene Durchlasskurve hat dann folgende Form:



Spulen und Kondensatoren sind übersichtlich im Gehäuse platziert. (Hier eine ältere 10m Leiterplattenversion)

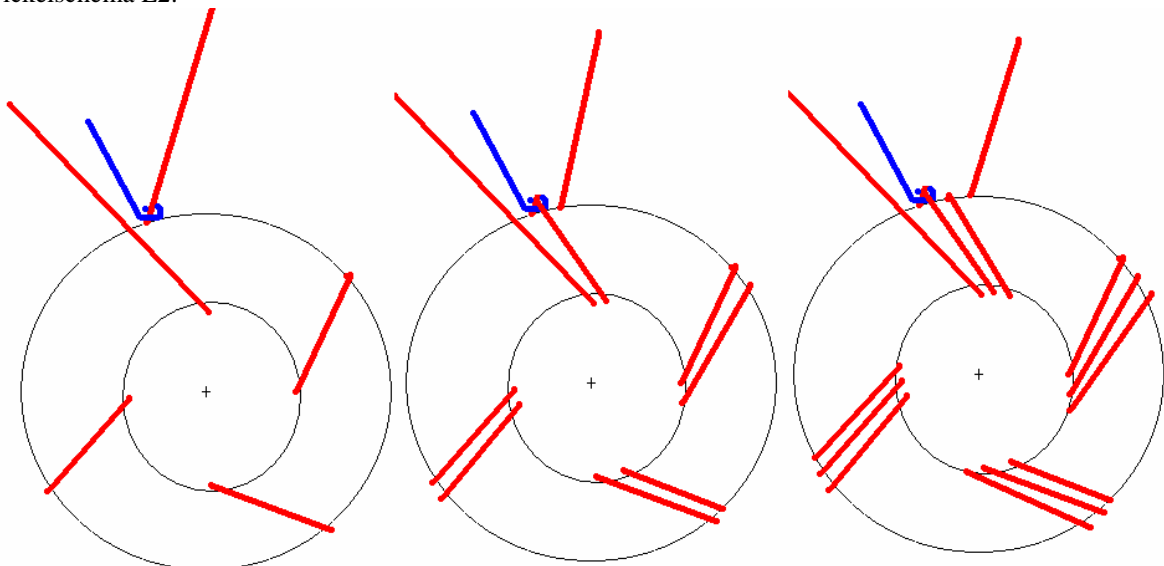


Filter für das 80-m-Band



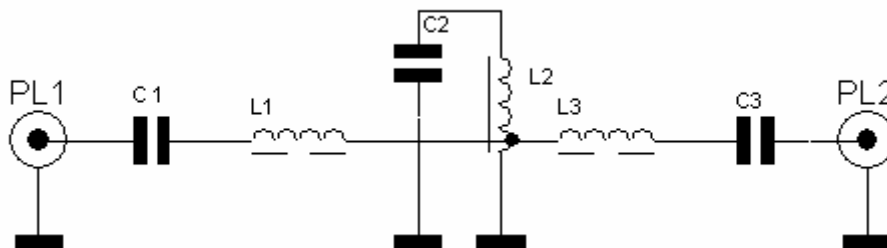
L1 = 10,62 μ H; 26 Windungen 1mm CuL auf T106-2 (rot)
L2 = 2,39 μ H; 4 Windungen über den Kern verteilt – Anzapfung - 8 Windungen daneben legen
L3 = 10,62 μ H; 26 Windungen 1mm CuL auf T106-2 (rot)
C1 = 180 pF
C2 = 800 pF (330 pF +470 pF)
C3 = 180 pF
Resonanzfrequenzen: 3,64 MHz für C1/L1, C2/L2 und C3/L3

Wickelschema L2:



4 Windungen aufbringen, Draht anlöten. Dann weiterwickeln, bis 8 Windungen nebeneinander liegen

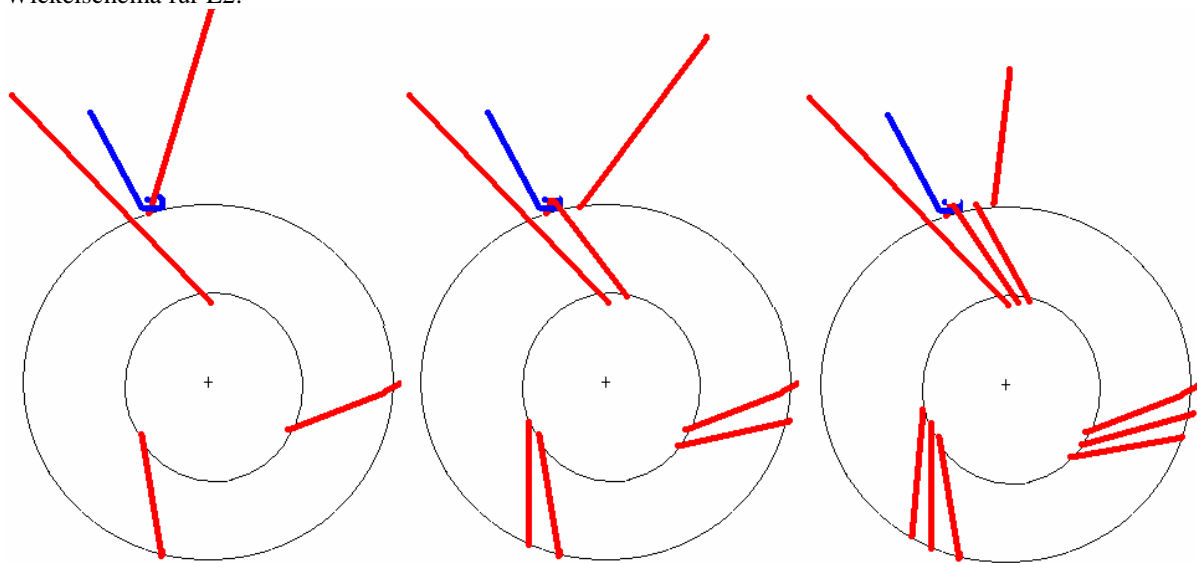
Filter für das 40-m-Band



L1 = 5,08 μ H; 18 Windungen 1mm CuL auf T106-2 (rot)
L2 = 1,5 μ H; 3 Windungen über den Kern verteilt – Anzapfung - 6 Windungen daneben legen
L3 = 5,08 μ H; 18 Windungen 1mm CuL auf T106-2 (rot)
C1 = 100 pF
C2 = 340 pF (220 pF +120 pF)
C3 = 100 pF

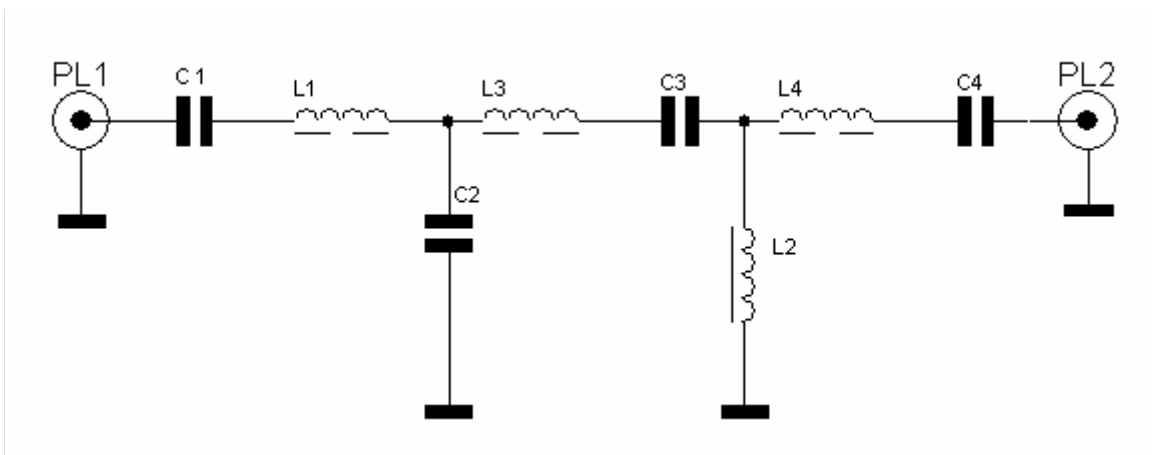
Resonanzfrequenzen: 7,05 MHz für C1/L1, C2/L2 und C3/L3

Wickelschema für L2:



3 Windungen aufbringen, Draht anlöten. Weitere 6 Windungen daneben legen

Filter für das 20-m-Band



L1 = 2,22 μ H; 12 Windungen 1mm CuL auf T106-2 (rot)

L2 = 0,465 μ H; 7 Windungen CuAg 0,8 mm auf 2 Stück zusammengeklebten T50-6

L3 = 1,85 μ H; 11 Windungen 1mm CuL auf T106-2 (rot)

L3 = 1,87 μ H; 11 Windungen 1mm CuL auf T106-2 (rot)

C1 = 68 pF

C2 = 270 pF

C3 = 68 pF

C4 = 56 pF

Resonanzfrequenzen

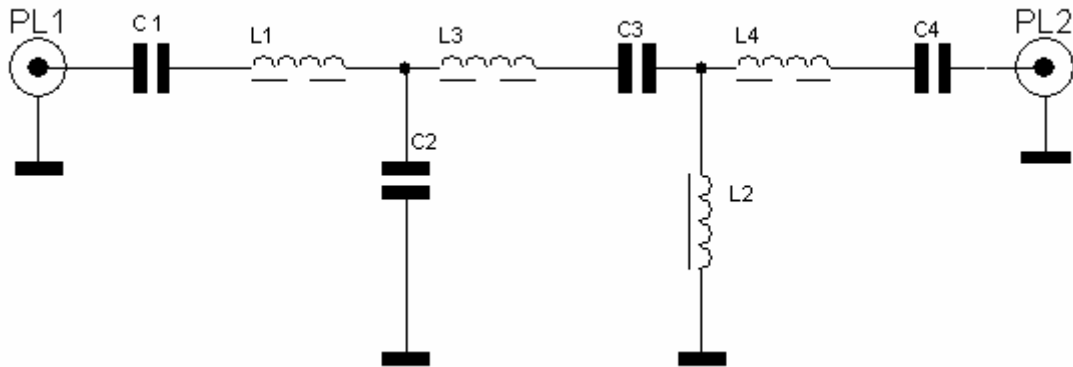
12,95 MHz für C1/L1

14,20 MHz für C2/L2

14,19 MHz für C3/L3

15,55 MHz für C4/L4

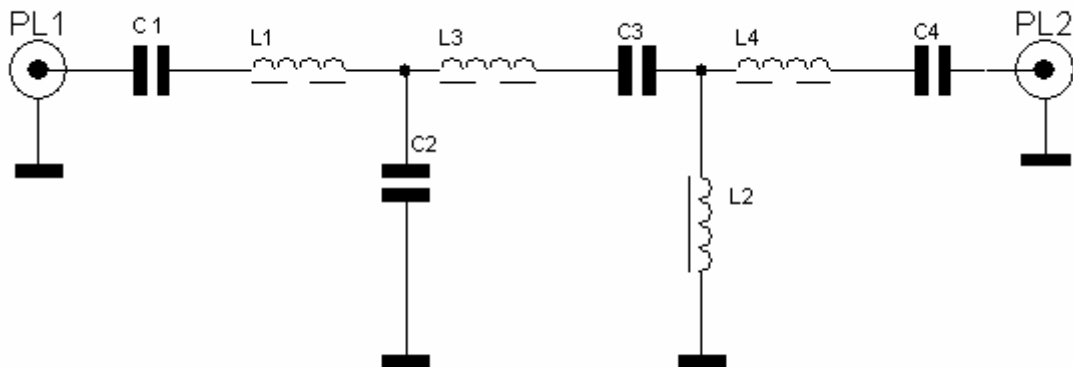
Filter für das 15-m-Band



L1 = 1,44 μ H; 10 Windungen 1mm CuL auf T106-6 (gelb)
L2 = 0,313 μ H; 8 Windungen CuAg 1 mm Luftspule auf 8mm Dorn
L3 = 1,20 μ H; 9 Windungen 1mm CuL auf T106-6 (gelb)
L3 = 1,21 μ H; 9 Windungen 1mm CuL auf T106-6 (gelb)
C1 = 47 pF
C2 = 180 pF
C3 = 47 pF
C4 = 39 pF

Resonanzfrequenzen
19,35 MHz für C1/L1
21,20 MHz für C2/L2
21,19 MHz für C3/L3
23,17 MHz für C4/L4

Filter für das 10-m-Band



L1 = 1,12 μ H; 9 Windungen 1mm CuL auf T106-6 (gelb)
L2 = 223 nH; 6 Windungen CuAg 1 mm Luftspule auf 7 mm Dorn
L3 = 932nH; 8 Windungen 1mm CuL auf T106-6 (gelb)
L3 = 949 nH; 8 Windungen 1mm CuL auf T106-6 (gelb)

C1 = 33 pF
C2 = 140 pF (120 pF+ 20 pF)
C3 = 33 pF
C4 = 27 pF

Resonanzfrequenzen
26,18 MHz für C1/L1
28,69 MHz für C2/L2

28,70 MHz für C3/L3
31,44 MHz für C4/L4

Testbericht von Alex:

BANDFILTERTEST

Der Klaus hat mir Bandfilter für die KW-Bänder zum testen gegeben.

Wir haben einen Test zum WPX SSB am letztem Wochenende im März durchgeführt.

Dies war ein guter Zeitpunkt, da wir hier im Multi/Single-Betrieb arbeiteten

- sprich : Eine rufende Station und eine Station, die auf den anderen Bändern Multis sucht ...

Vergleichsfilter waren einzelne DUNESTAR und das umschaltbare Bandfilter von ICE.
Beide Marken lassen sich sehr gut bezahlen.

TRX war ein FT1000 Mark V mit einer ACOM 2000 und eine OM-Power Endstufe.
Jede Endstufe machte ihre 1,5kW Dauerstrich die Slowaken-PA etwas mehr...schmunzel

Im Sendefall also beide PAs im Betrieb - also war genug HF in der Luft, hi !!!

An der Such-Station kam ein Kennwood TS 940 zum Einsatz.

Im Test erforschten wir freie Bereiche im Band, die die Filter bereinigten.
Härtefall harmonische Wellen : Hier suchten wir im Band nach starken und schwachen Harmonischen.

Kurzum - ohne Filter kann man sowas absolut vergessen.
Aber das wissen wir ja bestens. - Selbst bei QRP ist Mehrbandbetrieb fast schier unmöglich.

Die Bandfilter wurden mehrfach ausgetauscht.

Eine strenge Signalstärken- und 4-Ohren-Prüfung erbrachten als Gesamtergebnis,
dass DG 0 SAs Bandfilter eine exzellente Sache sind und durchaus keinerlei Scheu zum Vergleich haben brauchen.

Die Filter gaben sich nichts im Vergleich zu den DXpeditions-Bandfiltern - und das will was heißen !

Meine Gesamterkenntnis : die Verarbeitung ist mechanisch, sowie vom Aufbau der Bauteile absolut in Ordnung !
Das war ein Praxistest und kein Test auf einem hochtechnischem Messtisch...
Aber wer hat schon auf dem Messtisch 4kW Stöhrung zur Verfügung und einen Antennenwald für Multistatiosbetrieb im Garten...

ALEX

6. Zum Abschluss

Erstmals kamen die Filter im Sommer 2005 beim Leuchtturm Darsser Ort zum Einsatz. Das 40-m-Bandpass-Filter ging entzwei, weil es vorschriftswidrig hinter dem Antennentuner betrieben wurde. Vermutlich war ein Kondensator durchgeschlagen. Es wurde komplett ausgetauscht. Mit dem Einsatz der Filter war der Mehrbandbetrieb an einem Standort möglich. Inzwischen sind zwei weitere Filtersätze bei weiteren Contestgruppen in Betrieb.

7. Wer sich den Nachbau nicht zutraut

der schreibt mir bitte eine e-mail. Meist habe ich noch einen Satz Filter im Schrank liegen. Da ich das Material aber auch kaufen muss, kann ich die Filter nur gegen Kostenerstattung weitergeben...

