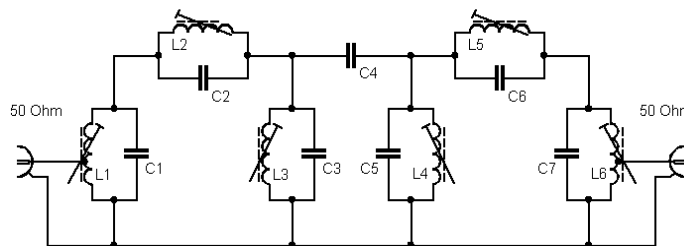


Bauanleitung

Ein Sperrfilter für Langwelle

Peter Kranich, DL6UU

Moderne KW-Transceiver ermöglichen den Empfang bis herunter zu 100 kHz oder tiefer. Im unteren Frequenzbereich sind aber Großsignalverträglichkeit und Eingangsempfindlichkeit bei einfacheren Empfängern oftmals deutlich herabgesetzt. Der Empfang von vorwiegend schwachen Signalen im Langwellen-Amateurfunkband wird dadurch insbesondere in Regionen, in denen starke kommerzielle Sender einfallen, erheblich beeinträchtigt. Eine wesentliche Empfangsverbesserung kann bereits mit einer Vorselektion des Antennensignals mit Hilfe eines speziellen Bandpassfilters erreicht werden [1]. Besondere Bedeutung als "Störer" kommt dem Funkrundsteuersender DCF 39 (138,830 kHz) dort zu, wo er mit mehr als S9+30 dB anliegt. Mehrkreisige LC-Filterschaltungen mit Spulen hoher Güte können auch hier den Empfang spürbar verbessern, wenn diese der Forderung nach geringer Einfügungsdämpfung im Empfangsband, einer Störträgedämpfung von etwa 40 dB und einer ausreichenden Anpassung im Durchlassbereich genügen. Abstimmbare Bandfilterschaltungen sind hierfür geeignet. Vom Autor wird ein aktiver Preselektor mit zwei 3-Kreisfiltern und zwischengeschaltetem Verstärker mit Erfolg eingesetzt. Zur Abstimmung werden dabei zwei mechanisch gekoppelte 3-fach Drehkondensatoren verwendet. Als nachteilig wird bei dieser Lösung jedoch die Notwendigkeit der bis zu dreimaligen Nachstimmung bei grösserem Frequenzwechsel im Band (Antenne, Preselektor, Empfänger) empfunden. Ein geeigneter Bandpass würde die Abstimmung bei Frequenzwechsel erleichtern. Die bekanntesten Berechnungsverfahren (Butterworth, Chebyshev, Cauer) ergeben bei der hier geforderten relativen Bandbreite von nur etwa 1,5 % für die Induktivitäten Werte, die mit hoher Güte nicht mehr vernünftig anzufertigen sind. Der Entwickler der Software "KAOS" (Kettenschaltungs- Analyse- und Optimierungssystem) dimensionierte ein realisierbares Sperrfilters gemäß o.g. Forderungen. Berechnung und Optimierung der Schaltung sind auf seiner Homepage [2] nachzulesen. Die Version 4 von "KAOS" steht übrigens für den nichtkommerziellen Gebrauch als Freeware zum Download zur Verfügung. Im Bild 1 ist die praktische Schaltung dargestellt, die zweifach aufgebaut wurde.



Induktivitäten	Wdg. auf Kern 18x11	Kondensatoren	(Standartwerte ausgesucht)	Abgleich bei
L1/L6	260,54 µH	27,5-Anz. bei 2,5	C1/C7 5208 pF (2x2200 pF+820 pF)	136,435 kHz*
L2/L5	97,03 µH	17 (doppelt)	C2/C6 13555 pF (4x3300 pF+330 pF)	138,700 kHz*
L3/L4	157,04 µH	21,5	C3/C5 8530 pF (3x2200 pF+1500 pF+330 pF+100 pF)	137,390 kHz*
		C4	194 pF (180 pF+15 pF ker.)	

*bei 15 pF Parallellkapazität (Tastteiler+Koppel-C)

Bild 1 : LF-Sperrfilter

Die Spulen wurden mit Schalenkernen 18mm x 11mm, Material N48, $Al=315nH/Wdg.^2$ und zugehörigem Abgleichkern unter Verwendung von HF-Litze 45 x 0,07mm CuLS angefertigt. Für L1, L3, L4 und L6 wurden Wickelkörper mit zwei Kammern, für L2 und L5 Wickelkörper mit einer Kammer verwendet. Zur Erhöhung der Güte der Sperrkreisspulen (L2 und L5) wurde hier die Litze doppelt gewickelt. Die Güte aller Spulen ist >500 . Die Kreiskapazitäten wurden durch Parallelschaltung von engtolerierten Standardwerten gewonnen. Es sind nur hochwertige verlustarme Kondensatoren einzusetzen. Styroflex-Kondensatoren (Reichelt) wie auch Polypropylen-Kondensatoren (Conrad) erwiesen sich als geeignet. Bei letzteren ist allerdings der recht grosse negative TK-Wert zu beachten, der durch anteiligen Einsatz von Glimmerkondensatoren kompensiert werden kann, aber nur bei starken Temperaturschwankungen am Einsatzort und nur bei den Kreiskapazitäten C2 und C6 erforderlich sein könnte.

Der Abgleich des Filters erfolgt in der Weise, dass zuerst ein Vorabgleich der Spulen erfolgt und bei der Paarung der parallel zu schaltenden Kondensatoren durch zyklischen Austausch mehrfach vorhandener die geringste Abweichung zum errechneten Wert erreicht wird. Besonders geeignet ist hierfür ein Präzisions-LC-Messer (z.B. FA11/97).

Die Filter wurden auf HF-Rasterplatinen-Material aufgebaut und in verzinkte Stahlblech-Gehäuse eingefügt (Bild 3). Die Verdrahtung der Bauteile auf der Platine geschieht in zwei Arbeitsschritten. Zunächst werden nur die Schwingkreise verlötet. Das Ausgangssignal eines Sinusgenerators wird sehr lose an den jeweils abzugleichenden Schwingkreis angekoppelt. Mit einem Taster 10:1 (z.B. 10 pF, 10 Mohm), der am Hochpunkt des Kreises angeschlossen wird, erfolgt ein Maximumsabweich auf die angegebene Frequenz mit Hilfe eines Oszilloskops. Nach anschliessender Komplettverdrahtung wird die Selektionskurve des Filters aufgenommen, wobei es mit 50 Ohm abzuschliessen ist (Bild3). Bei beiden Exemplaren waren nur leichte Korrekturen des Abgleichs der Sperrkreise für ein Dämpfungsmaximum auf 138,830 kHz vorzunehmen.

Der Endabgleich des Filters sollte erst nach einer künstlichen Alterung und bei einer Temperatur, die der am späteren Einsatzort weitgehend entspricht, erfolgen.

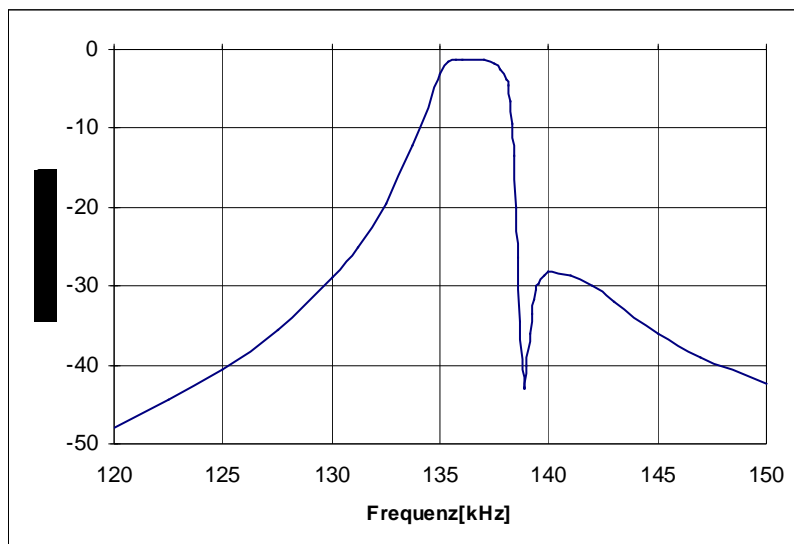


Bild 2 : Selektion des Sperrfilters

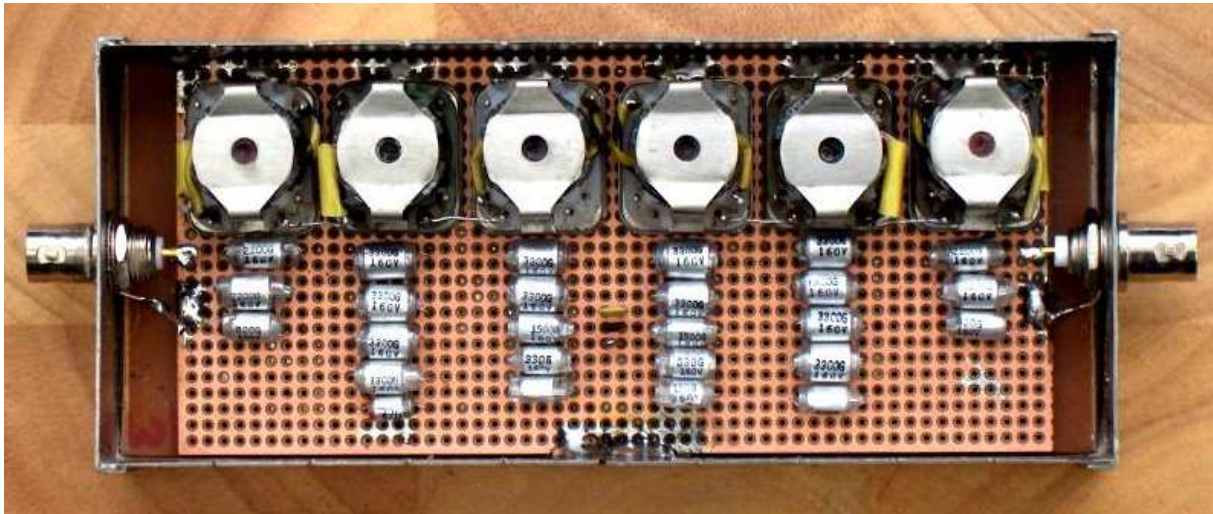


Bild 3 : Mechanischer Aufbau des Filters

Durch den Einsatz des Filters werden Kreuzmodulation und Desensibilisierung in den meist breitbandigen Empfängereingangsschaltungen durch benachbarte starke Signale vermieden. Bei Empfängern mit einer reduzierten Empfindlichkeit im Langwellenbereich kann ein Verstärker nachgeschaltet werden, z.B. mit dem MMIC MSA 1104.

Eine vollständige Beseitigung der Streifenbildung bei der visuellen Darstellung von QRSS/DFCW-Signalen mit einer geeigneten Software (z.B. "SpectoGram") durch den DCF 39 kann allerdings nicht erreicht werden.

Zu ihrer weiteren Reduzierung kann eine gut aufgebaute drehbare Rahmenantenne mit Vorverstärker (z.B. nach [3]) gute Dienste leisten.

Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Herrn Dr. Grigo für die Schaltungsentwicklung.

Literatur:

- [1] R.Kohl, DJ2EY, Bandpassfilter für Langwellen-Empfänger, CQ DL 8/01, S. 591
- [2] Dr. Grigo: Homepage. www.grigo-shf.de/PAKET_KD.HTML
- [3] R. Kohl, DJ2EY, Eine Rahmenantenne für 137 kHz, CQ DL 5/01, S. 353