

Bequeme Bandbreitenbestimmung von Quarzfiltern mit dem Netzwerktester

Helmut Stadelmeyer

Nachstehend wird ein einfaches Hilfsmittel beschrieben, das zusammen mit dem FA-NWT Untersuchungen an Quarz- und Keramikfiltern im Frequenzbereich von 0,1 bis 15 MHz ermöglicht. Als Impedanzwandler kommt ein Bauteil aus der Computertechnik zur Anwendung, das man aus alten Netzwerkkarten auslöten kann.

OM Nußbaum, DJ1UGA beschreibt in seinem Büchlein „HF-Messungen mit dem Netzwerktester“ [1] die grundsätzliche Vorgangsweise bei der Messung solcher Filter. Die Anfertigung der zur Impedanzanpassung notwendigen Übertrager ist allerdings nicht jedermanns Sache, unter anderem deswegen, weil die dafür notwendigen Ringkerne nicht im Laden nebenan zu bekommen sind.

Die Ein- und Ausgangsimpedanzen solcher Filter sind leider in keiner Weise einheitlich, wie eine Nachschau auf [2] zeigt. Bei der Messung wird man deshalb in der Regel eine genaue Anpassung nicht erzielen können, es sei denn, man kennt zum einen die Impedanzen von Ein- und Ausgang des Filters (dann hat man aber wahrscheinlich ohnehin das Datenblatt und braucht das Filter nicht mehr zu messen) und fertigt zum anderen für den jeweiligen Fall die genau passenden Übertrager an. Damit lassen sich dann wesentliche Kenndaten eines Quarzfilters, wie Bandbreite, Shapefaktor, Welligkeit im Durchlaßbereich, Einfügedämpfung, Weitabdämpfung etc. ermitteln.

Verwendet man eine Anpaßschaltung, die nur aus Widerständen besteht, dann hat man das Problem, daß die Gesamtdämpfung der untersuchten Schaltung so groß wird, daß Einfügedämpfung und Weitabdämpfung nicht mehr abzuschätzen sind.

Wie Quarzfilter richtig gemessen werden, ist in [3] nachzulesen. Der dafür notwendige Aufwand ist beträchtlich, wenn man exakte Werte erhalten will. Für überschlägige Messungen reicht es jedoch, der Impedanz des Prüflings halbwegs nahezukommen.

Ein Versuch hat gezeigt, daß ein Bauteil aus alten Netzwerkkarten als Impedanzwandler für diesen Zweck zu gebrauchen ist. Der guten Ordnung halber sei gleich gesagt, daß alle Übertrager sowohl einen induktiven als auch einen kapazitiven Anteil in die Meßanordnung einbringen und deswegen das Meßergebnis nicht ganz die tatsächlichen Verhältnisse wiedergibt. Der Meßbehelf ermöglicht jedoch nach einer Kalibrierung der Durchgangsdämpfung die Beurteilung von Filtern bis zu etwa 15 MHz.

Das Bauteil enthält 3 gleichartige, voneinander völlig getrennte Übertrager mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:1, mit denen bei entsprechender Beschaltung auch ein Spannungs-Übersetzungsverhältnis von 1:2, 1:3 und sogar 1:4 erreichbar ist. Die Widerstandstransformation ist dementsprechend 1:4, 1:9 und 1:16. Dazu sind die Übertrager gemäß Abb. 1 so zu verschalten, daß die Primärwicklungen parallel und die Sekundärwicklungen in Serie liegen; das Übersetzungsverhältnis ist mit Steckbrücken wählbar. Ausgehend von einer Systemimpedanz des NWT von 50 Ohm kommt man auf 200, 450 oder 800 Ohm Systemimpedanz für den Prüfling.

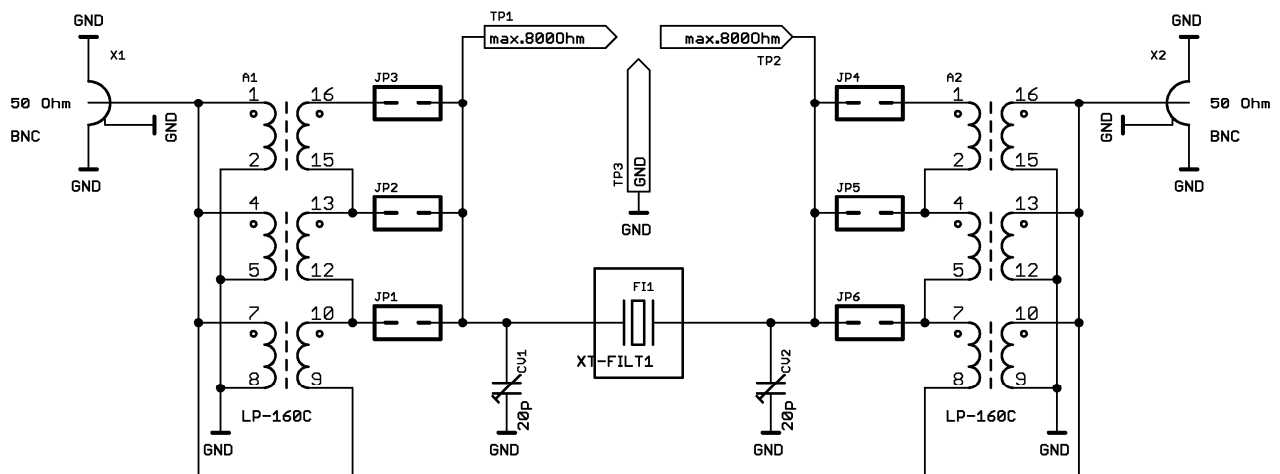


Abb. 1: Schaltung

Damit ist zwar der Bereich der in der Praxis vorkommenden Filterimpedanzen noch keineswegs abgedeckt, aber zumindest Bandbreite und Shapefaktor lassen sich auch bei mäßiger Fehlanpassung eini-

Bandbreitenmessung von Quarzfiltern

germaßen zuverlässig feststellen. Die Genauigkeit der anderen Werte hängt stark vom Ausmaß der Fehlanpassung und vom Dynamikumumfang der Meßanordnung ab.

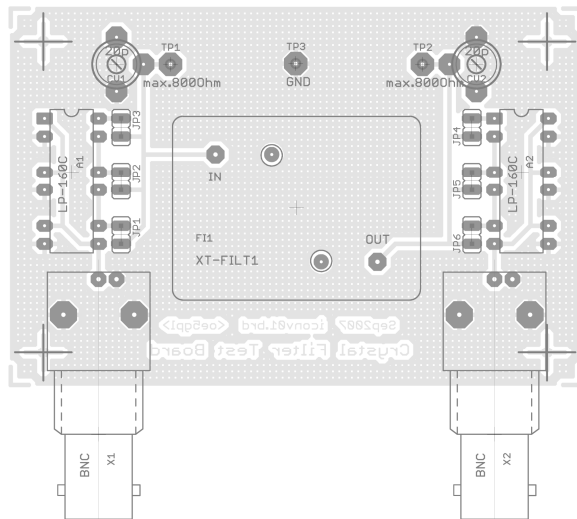


Abb. 2 (links): Bestückungsplan

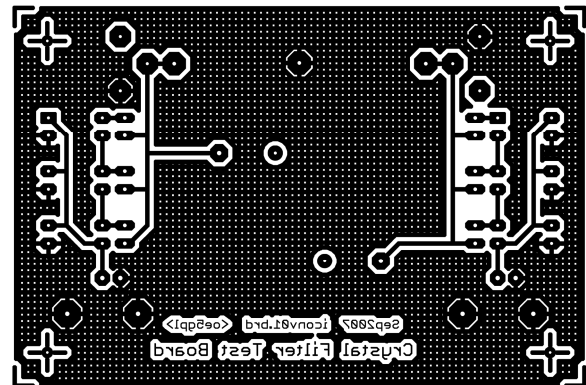


Abb. 3: Leiterplatten-Layout (nicht maßstabgetreu)

Verwendete Bauteile

Für die Leiterplatte kann man beliebiges Material nehmen, die große Massefläche auf der Unterseite sollte aber als Abschirmung zwischen Ein- und Ausgang erhalten bleiben. Ob auch ein Aufbau auf einer Lochrasterplatte einwandfrei funktioniert, wäre auszuprobieren.

Das Bauteil mit den 3 Übertragern ist von mehreren Herstellern offensichtlich nach der gleichen Spezifikation zumindest im Zeitraum von 1997 bis 2000 gefertigt und auf vielen Netzwerkkarten mit BNC-Anschluß eingebaut worden. Die nachstehenden Typen wurden ausprobiert und funktionieren einwandfrei:

- BOTHHAND, Type TA100-05B
- GTS, Type LPT100-05
- YCL, Type 16PT-005B
- LANKom, Type LP-160C
- YEH, Type PLC-1000

Die beiden BNC-Buchsen waren Teil des NWT-Bausatzes und sind dort übriggeblieben.

Die Unterschiede in den Übertragungskennlinien sind bei den fünf untersuchten Typen recht gering, wie Abb. 4 und 6 zeigen. Die Kurven wurden bei nicht eingebautem Filter aufgenommen, die Steckbrücke zur direkten Verbindung von JP1-JP3 mit JP4-JP6 ist aus alter Computerverdrahtung angefertigt.

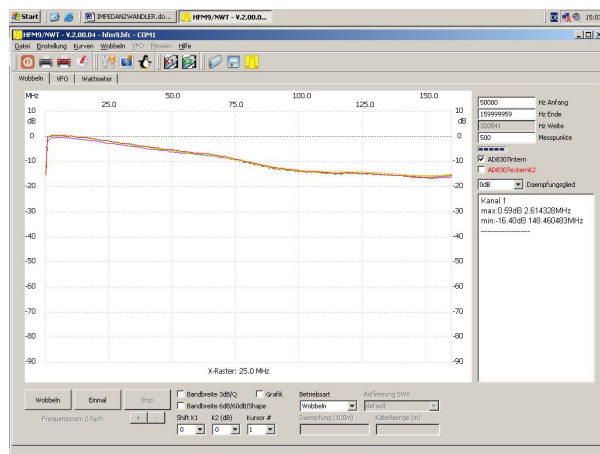


Abb. 4: Pegelverlauf in der 800-Ohm-Einstellung bei den unterschiedlichen Übertragerfabrikaten

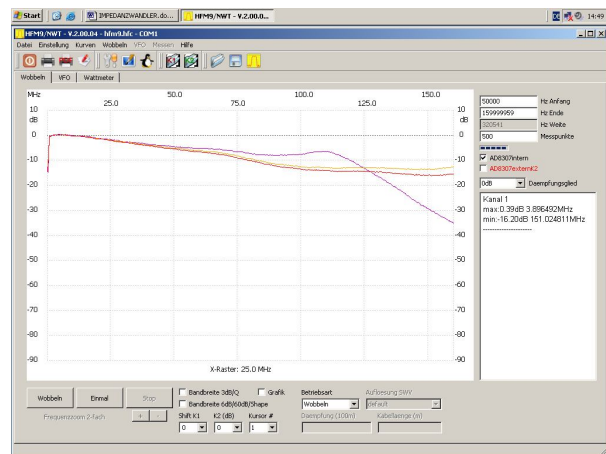


Abb. 5: Pegelverlauf in Abhängigkeit von der eingestellten Impedanz

Bandbreitenmessung von Quarzfiltern

Abb. 5 zeigt die Übertragungskennlinien für die drei einstellbaren Impedanzen. Die bei hohen Frequenzen stark nach unten gehende Kurve gilt für die 200-Ohm-Einstellung. Die Trimmerstellung hat auf den Verlauf der Kurven so gut wie keinen Einfluß.

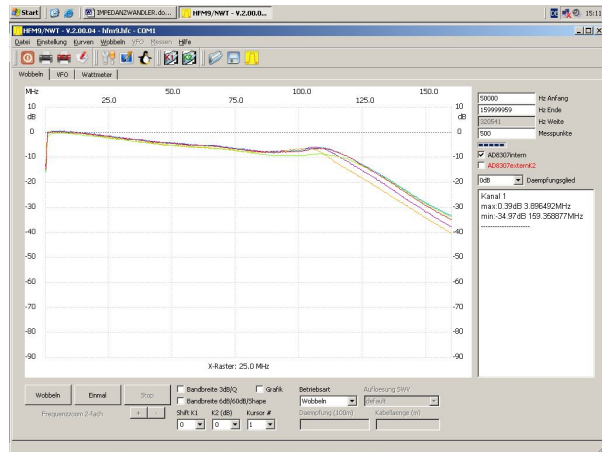
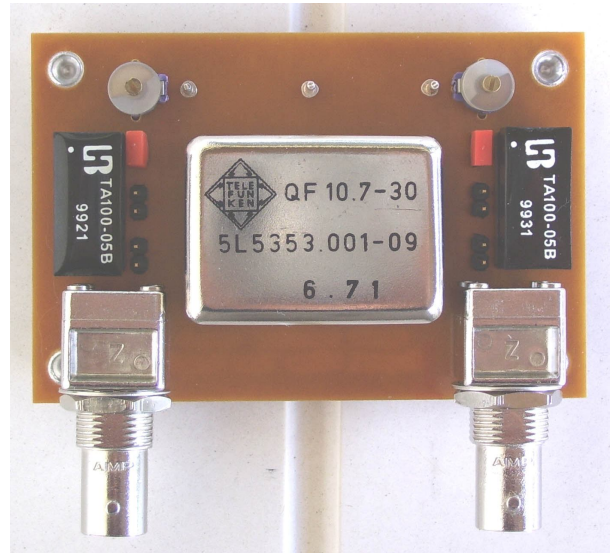


Abb. 6: Pegelverlauf in der 200-Ohm-Einstellung bei den unterschiedlichen Übertragerfabrikaten

Abb. 7 (rechts): Fertiger Impedanzwandler mit einem TELEFUNKEN-Filter



Quarz-, Keramik- und Mechanische Filter haben die unterschiedlichsten Bauformen, wobei nur die in Abb. 7 gezeigte Art direkt in den Meßbehelf eingebaut werden kann. Der Anschluß an die Lötstifte erfolgt bei den übrigen Bauformen mit kurzen Drahtstücken, wobei man darauf achten muß, daß das Übersprechen zwischen Ein- und Ausgang des Filters so gering wie möglich ist. Dabei hilft ein senkrecht stehendes Stückchen Weißblech, das mit dem mittleren Stift TP3 verlötet wird und so die beiden Anschlüsse des Filters gegeneinander abschirmt. Welchen Einfluß das Übersprechen haben kann, erkennt man leicht, wenn der Eingang des Filters mit dem Finger berührt wird: bei einem guten Filter nimmt die Weitabdämpfung sogleich um einige dB ab!

Einige Meßbeispiele

Zu Beginn einer Messung ist durch Umstecken der Brücken und Abgleich der Trimmer die geringste Welligkeit im Durchlaßbereich des Filters zu suchen. Diese Einstellung hat auch die geringste Durchgangsdämpfung zur Folge.

Noch deutlicher ist die bestmögliche Anpassung zu erkennen, wenn man die Rückflußdämpfung des Filters mit Hilfe des Reflexionsmeßkopfes darstellt. Abb. 8 zeigt die dazu notwendige Meßanordnung, es ist auf größte Rückflußdämpfung abzugleichen.

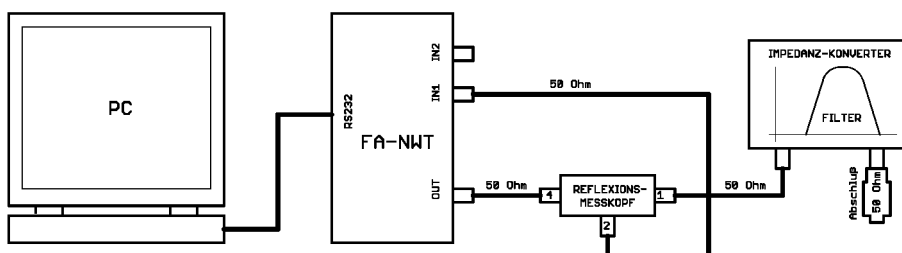


Abb. 8: Meßanordnung zur Bestimmung der Rücklaufdämpfung

Die NWT-Software von DL4JAL (derzeit in der Version 203 von seiner HomePage herunterzuladen) bietet die Möglichkeit, maximal 4 gespeicherte Kurven zusammen mit der aktuellen in einem Bild darzustellen. In den nachstehenden Meßbeispielen entspricht die violette Kurve der Durchgangsdämpfung des Meßbehelfes bei überbrücktem Filter, die rote Kurve stellt die Durchgangsdämpfung des Filters dar und

Bandbreitenmessung von Quarzfiltern

die blaue Kurve zeigt die Rückflußdämpfung. Beim Wechsel von Durchgangsmessung zur Reflexionsmessung und umgekehrt ist immer die passende Meßsonde auszuwählen!

Ist man nach dem Abgleich mit dem Verlauf der Durchlaßkurve zufrieden, lassen sich die eingestellten Kapazitäten nach Entfernen des Filters an TP1 und TP2 messen.

Nicht vergessen: Es ist die Kapazität zwischen Übertrager-Sekundärwicklungen und Primärwicklungen hinzuzuzählen! Die läßt sich nur feststellen, wenn die Übertrager ausgebaut sind; beim Mustergerät sind es 16,3 pF. Diese Kapazität ist auch der Grund, warum sich manche Filter nicht besser abgleichen lassen – man erreicht trotz geringster Trimmerkapazität nicht den für eine richtige Anpassung notwendigen Minimalwert. In den Bildkommentaren ist die Summe von Trimmer- und Übertragerkapazität angegeben. Die Weitabdämpfung ist besser als in den Diagrammen ersichtlich, denn sie wird durch den begrenzten Dynamikbereich des Detektors nicht richtig dargestellt.

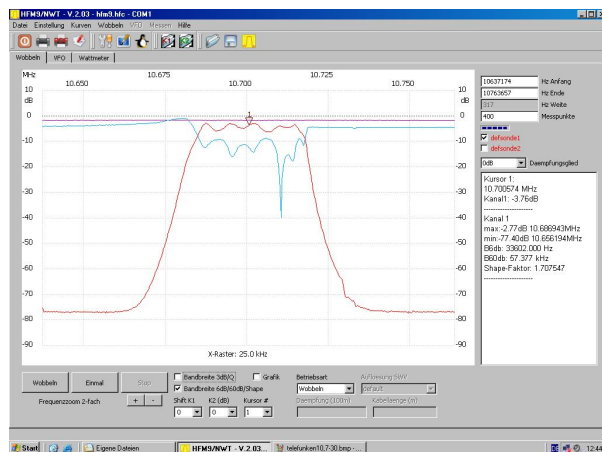


Abb. 9: Altes 10,7-MHz-FM-Filter mit 30 kHz Bandbreite von TELEFUNKEN (QF10,7-30). Beste Anpassung bei Stufe 800 Ohm mit je ca. 35 pF parallel zu Eingang und Ausgang

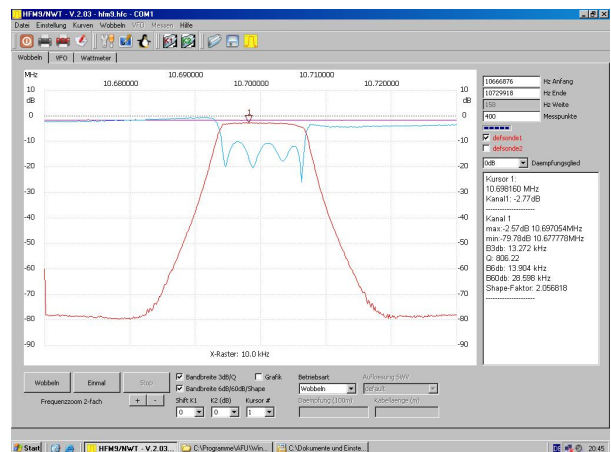


Abb. 10: Altes 10,7-MHz-FM-Filter von MEW (Japan) mit 15 kHz Bandbreite. Beste Anpassung bei Stufe 800 Ohm mit je ca. 35 pF parallel zu Eingang und Ausgang

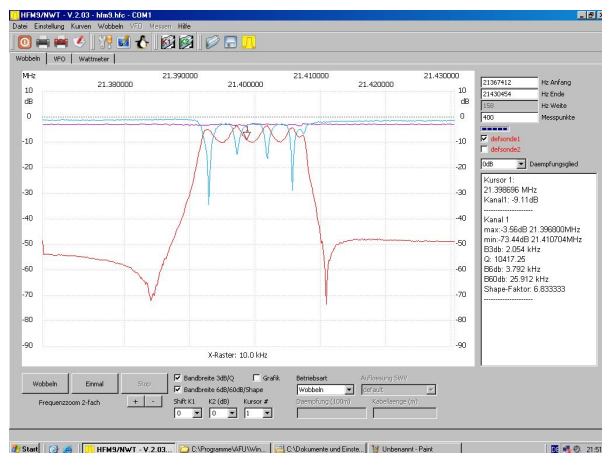


Abb. 11: 21,4-MHz-FM-Filter von TELEQUARTZ (21M12CH) aus einem C-Netz-Telefon. Das Filter ist bei 800 Ohm und kleinster Trimmerkapazität parallel zu Eingang und Ausgang noch immer grob fehlangepaßt



Abb. 12: 470-kHz-Keramikfilter von MURATA (CFR470C). Beste Anpassung bei Stufe 800 Ohm, die Trimmer haben keinen erkennbaren Einfluß auf die Durchlaßkurve

Will man CW-Filter messen, dann sollte man zur Software von DJ6EV greifen (derzeit Version 2.0.1), denn die erlaubt sowohl Wobbelschritte mit Bruchteilen von 1 Hz als auch die Vorgabe einer Zeitverzögerung für jeden Frequenzschritt. Stellt man die Verzögerung auf 10 oder gar 20 Millisekunden ein, dann lassen sich damit die Kurven von schmalsten Filtern und Quarzen mit höchster Güte einwandfrei darstellen.

Bandbreitenmessung von Quarzfiltern

Unterlagen

Alle zum Nachbau des Meßbehelfs notwendigen Unterlagen sind in der gepackten Datei *iconv01.zip* enthalten, die von [4] heruntergeladen werden kann:

- Datenblatt für TA100-05B der Firma BOTHHAND USA
- Bestückungsplan *iconv01d.pdf*
- Layout der Leiterplatte *iconv01b.ps* (83*54 mm) sowie die Datei *150mm.ps* als Vergleichsmaßstab

Das Platinen-Layout und der Vergleichsmaßstab haben zwecks Maßanpassung an den jeweiligen Drucker das POSTSCRIPT-Format. Wie man mit den *.ps-Dateien verfährt, ist unter [5] nachzulesen.

Helmut, OE5GPL

Verweise und Quellen:

- [1] Nußbaum, Hans, Ing., DJ1UGA: HF-Messungen mit dem Netzwerktester; Box 73 Amateurfunkservice GmbH, Berliner Straße 69, 13189 Berlin; ISBN-10: 3-910159-54-0
- [2] Erika Helpert, Oberer Kirchwiesenweg 7A, 60437 Frankfurt/Main
<http://www.helpert.de/Ubersicht/Quarzfilter/quarzfilter.html>
- [3] Neubig, Bernd, DK1AG; Briesse, Wolfgang: Das Grosse Quarzkochbuch, Kapitel 10, Prüfung von Quarzfiltern und SAW-Filtern. <http://www.axtal.com/info/buch.html>
- [4] OAFV-HomePage, TECHNIK/MESSEN/NETZWERKTESTER, Impedanzwandler zur Messung von Quarzfiltern: <http://www.oe5.oevsv.at/opencms/Technik/>
- [5] OAFV-HomePage, TECHNIK/WERKSTATT/TIPPS, Platinenentwurf: <http://www.oe5.oevsv.at/opencms/Technik/>