

Redaktion:

Bernhard Weiskopf
 UKW/TV-Arbeitskreis der AGDX e. V.
 E-Mail: technik2@ukwvtv.de

Keramikfilter – Quarzfilter

Zum Austausch von ZF-Filtern für den UKW-Bereich (ZF = 10,7 MHz) erreichen mich immer wieder Anfragen. Gerade um Enttäuschungen vorzubeugen, die man beim einfachen Austausch von Keramikfiltern gegen Quarzfilter erlebt, möchte ich das Verhalten kurz am Beispiel des Austauschs von SFE10.7MH gegen 10M50A erläutern.

Einleitung

Die Bandbreite eines üblichen UKW-Senders beträgt 150 kHz (± 75 kHz Hub). Wenn zwei Sender im Abstand von 100 kHz senden, kann man sie selbst theoretisch nicht völlig voneinander trennen, da sich ihre Frequenzspektren überlappen.

Mit geringer werdender Empfänger-Bandbreite steigt der Klirrfaktor des demodulierten FM-Signals. Ab etwa 100 kHz wird der Klirrfaktor auch bei einfachen Empfängern deutlich hörbar. Die RDS-Decodierung wird ebenfalls erschwert. (Tipp: Bei sehr schmaler Filterbandbreite und geringer Aussteuerung des Senders (ohne "Optimod") hilft manchmal leichtes Verstimmen des Empfängers, um wenigstens von einem Seitenband das RDS-Signal zu erhalten.)

Keramikfilter

Die Durchlass-Bandbreite (-3 dB) des Filters SFE10.7MH von muRata beträgt typisch 110 kHz. Dabei muss die Impedanz der Schaltungsteile auf beiden Seiten des Filters 330 Ω (Nennimpedanz) betragen. Wird die Nennimpedanz nicht eingehalten, verändern sich die Eigenschaften des Filters.

Diese Nennimpedanz ist bei 2-stufigen (SFE...) und bei 3-stufigen (SFT...) Keramikfiltern nicht besonders kritisch. Denn innerhalb des Filterbausteins stimmen die Impedanzverhältnisse zumindest zwischen den zwei bzw. drei in Reihe geschalteten Keramik-Resonatoren. Äußere Fehlanpassungen von 0,5- bis 2-facher Nennimpedanz (-50...+100 %) sind daher in der Regel oft noch tolerierbar.

Was geschieht wenn ...

Hier folgt eine grobe qualitative Übersicht über die Auswirkungen bei Fehlanpassungen von passiven Filtern:

| Eigenschaft | äußere Impedanz zu niedrig | äußere Impedanz zu hoch |
|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Durchlass-Bandbreite | geringer | höher |
| Symmetrie | wenig verändert | obere Flanke wesentlich flacher |
| Welligkeit im Durchlass-Bereich | etwas höher | etwas höher |
| Durchlass-Dämpfung | höher | etwas geringer |
| Sperr-Dämpfung | etwas höher | geringer |
| Flankensteilheit | kaum verändert | deutlich flacher |

Quarzfilter

Beim Quarzfilter 10M50A bedeutet der letzte Buchstabe „A“ einstufiges Filter (ein einzelner Serien-Resonator). Hier sind Fehlanpassungen deutlich kritischer als bei mehrstufigen Filtern. Die Nennimpedanz von Quarzfiltern ist aufgrund der wesentlich höheren Schwingkreis-Güte immer deutlich höher als bei Keramikfiltern.

Beim 10M50A beträgt die Nennimpedanz 7 k Ω . Beim Einbau in eine Schaltung, die für Keramikfilter (330 Ω) dimensioniert wurde, ist der einzelne Resonator auf beiden Seiten mit Faktor 1/20 (-95 %) falsch angepasst. Das führt zu einer drastischen Verringerung der Durchlass-Bandbreite!

Zum Einbau eines Quarzfilters müssen daher die Schaltungsteile auf beiden Seiten des Filters geändert werden, um Impedanzanpassung zu erreichen. Dazu sind meistens andere LC-Kopplfilter und geänderte Arbeitspunkt-Einstellungen der Transistoren notwendig.

Während bei 10,7-MHz-Keramikfiltern die Nennimpedanzen für fast alle Bandbreiten gleich sind (330 Ω), ist dies bei Quarzfiltern aufgrund der höheren Güte leider nicht der Fall.

Meine Empfehlung

Ich empfehle eher die Verwendung von Keramikfiltern mit geringerer Bandbreite (z. B. muRata SFE10.7MTE (82 kHz) oder SFE10.7MVE (56 kHz)) oder die Reihenschaltung von zwei Keramikfiltern, z. B. SFE10.7MHY. Zur Verbesserung der oberen Filterflanke kann man einen kleinen Keramik-kondensator der Klasse 1 (ca. 33 pF, CG/C0G/NP0) zwischen beiden Filtern nach Masse schalten (vgl. „Das Technik-Buch“ Seite 24; der dort beschriebene Widerstand ist nicht unbedingt erforderlich). 3-stufige Keramikfilter (SFT...) bietet muRata aktuell nur mit 280 kHz, 230 kHz und 180 kHz Bandbreite an.

Quellen:

- muRata: Ceramic Filter for FM Receivers (P61E-6)
- eigene Messungen an Keramikfiltern