

Anpassung mechanischer Filter

J. SCHWARZ, H. KÖGLER — DM 2 CGD

„Nachteile“ mechanischer Filter

Seit geraumer Zeit stehen den Amateuren aus dem breiten Sortiment der im VEB Elektronische Bauelemente Teltow produzierten magnetomechanischen Filter einige Typen zu niedrigen Preisen zur Verfügung. Obwohl diese Bauelemente gegenüber anderen Selektionsmitteln beachtliche Vorteile bieten und auch im Vergleich mit ausländi-

schen Erzeugnissen hinsichtlich ihrer technischen und ökonomischen Parameter eine Spitzenstellung einnehmen, werden sie von den OMs nur zögernd eingesetzt.

In Gesprächen begegnet man oft folgenden Argumenten, die gegen den Einsatz solcher Filter vorgebracht werden:

— zu niedrige Nennfrequenz,

— zu große Bandbreite,
— zu geringe Sperrdämpfung,
— eigenartige Modulationsverzerrungen.

Leider tragen einige „Rezepte“ [1], [2], [3] und [4] nicht in jeder Weise dazu bei, die Freude an der Arbeit mit mechanischen Filtern zu vergrößern. Im folgenden sollen einige grundlegende Hinweise zum Einsatz mechanischer Filter in Amateurgeräten gegeben werden.

Auswahl mechanischer Filter

Die Tabelle zeigt eine Auswahl der den Amateur interessierenden Filter aus dem Fertigungsspektrum des VEB Elektronische Bauelemente Teltow mit den wichtigsten technischen Parametern.

Anpassungsbedingungen

Jedes mechanische Filter ist unter den vom Hersteller angegebenen Abschlußbedingungen zu betreiben. Diese Abschlußbedingungen sind je nach Filtertyp und verwendetem Wandlerprinzip unterschiedlich. Wesentliche Unterschiede in der Schaltungstechnik ergeben sich zwischen magnetomechanischen und piezoelektrischen Wandlern und ebenso zwischen Serien- und Parallelwandlern. (Vorsicht beim Übernehmen von „todsicheren“ Schaltungen aus der Literatur.)

EBT bietet hauptsächlich Filter mit magnetomechanischen Parallelwandlern an. Die Normwerte der Abschlußwiderstände sind 600 Ω , 625 Ω , 1,2 Ω und 2,5 k Ω .

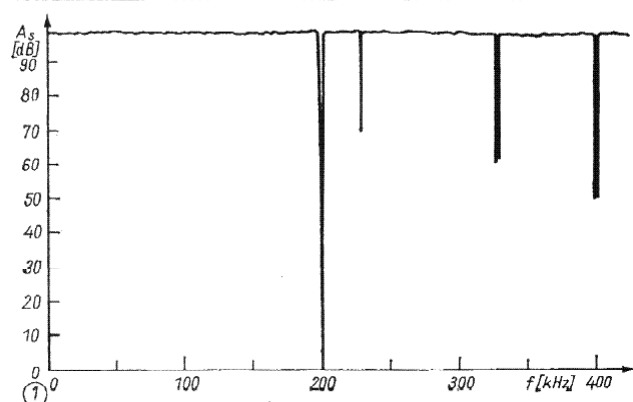


Bild 1:
Typische Sperrselektionskurve
der magnetomechanischen Filter
des VEB EBT

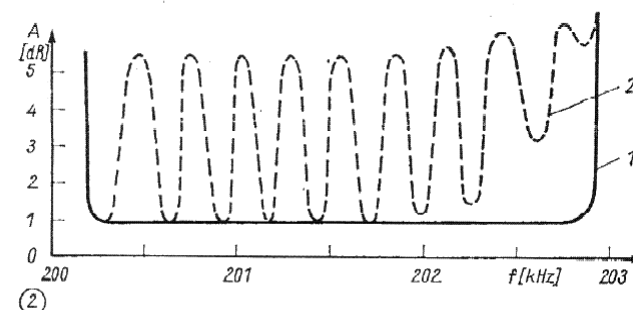


Bild 2:
Selektionsverhalten
eines magnetomechanischen Filters
MF 200+E-0235 richtig
(ausgezogene Kurve) und
fehlangepaßt
(gestrichelte Kurve)

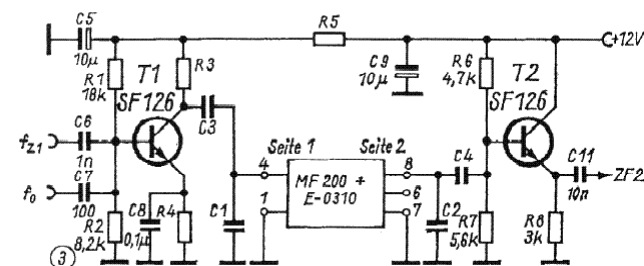


Bild 3: Ein magnetomechanisches Filter in einer transistorisierten Schaltung. C1 und C2 werden zusammen mit dem Filter geliefert. C3 und C4 müssen im Vergleich zu den Abschlußwiderständen des Filters vernachlässigbaren Blindwiderstand haben (z. B. 0,1 μ F). Die Parallelschaltung von R3 und dem Ausgangswiderstand des Transistors T1 muß dem Abschlußwiderstand des Filters (Seite 1: 1,5 k Ω) entsprechen. Entsprechendes gilt für R6, R7, Eingangswiderstand von T2 bezüglich des Abschlußwiderstandes der Filter-Seite 2 (2,5 k Ω). Die Schalt- und Transistorkapazitäten müssen ggf. durch Parallelschalter von Kondensatoren zu C1 und C2 auf die vom Hersteller vorgegebenen Werte (75 bzw. 40 pF) ergänzt werden.

Auswahl der im VEB EBT gefertigten magnetomechanischen Filter

Typ	MF 200-0011	MF 200-0050	MF 200-0140	MF 200 ± E-0235	MF 200 + E-0310	MF 200 - E-0310	MF 200 + E-0370	MF 200-0600	MF 450-1900
Bandmittelfrequenz f_M	200 kHz	195 ... 205 kHz	195 ... 205 kHz	200 kHz (Trägerfr.)	200 kHz (Trägerfr.)	200 kHz (Trägerfr.)	200 kHz (Trägerfr.)	195 ... 205 kHz	450 kHz
Nennbandbreite bei 3 dB	110 Hz	500 Hz	1,4 kHz	2,35 kHz	3,1 kHz	3,1 kHz	3,7 kHz	6 kHz	19 kHz
Bandbreite bei 60 dB	≈ 1 ... 1,5 kHz	≈ 1,5 ... 1,8 kHz	≈ 2,5 ... 2,8 kHz	≈ 3,5 kHz	≈ 5 kHz	≈ 5 kHz	≈ 5 kHz	≈ 8 kHz	≈ 30 ... 40 kHz
Welligkeit im Durchlaßbereich:	≤ 0,01 dB	≤ 1 dB	≤ 1 dB	≤ 2 dB	≤ 0,05 Np (0,44 dB)	≤ 0,1 Np (0,9 dB)	≤ 0,05 Np (0,44 dB)	≤ 3 dB	≤ 1,5 dB
Betriebsgrunddämpfung	2,8 dB ± 1,3 dB	≤ 3 dB	≤ 3 dB	≤ 3 dB	≤ 0,12 Np (1 dB)	≤ 0,34 Np (3 dB)	≤ 0,12 Np (1 dB)	≤ 3 dB	≤ 5 dB
Weitabselektion	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB	> 80 dB
Sperrdämpfung in den Bereichen:	$f_M \pm 250$ Hz ≥ 60 dB	$f_M \pm (1,0 ... 50)$ kHz ≥ 60 dB	$f_M \pm (1,5 ... 50)$ kHz ≥ 60 dB	$f_T \pm (3,5 ... 50)$ kHz ≥ 60 dB	$f_T - (0,8 ... 3,7)$ kHz ≥ 7,9 Np (60 dB) $f_T + (5 ... 196)$ kHz ≥ 6 Np (52 dB)	$f_T - (5 ... 50)$ kHz ≥ 6,9 Np (60 dB) $f_T + (0,8 ... 5)$ kHz ≥ 6,9 Np (60 dB)	$f_T - (0,8 ... 3,7)$ kHz ≥ 7,9 Np (69 dB) $f_T + (5 ... 196)$ kHz ≥ 6 Np (52 dB)	$f_M \pm (4,4 ... 50)$ kHz ≥ 60 dB	$f_M \pm (24 ... 70)$ kHz ≥ 70 dB
Abschlußwiderstände									
Seite 1	1,2 kΩ ± 3%	1,2 kΩ ± 3%	1,2 kΩ ± 3%	1,2 kΩ ± 3%	1,2 kΩ ± 3%	1,2 kΩ ± 3%	1,2 kΩ ± 3%	1,2 kΩ ± 3%	20 kΩ bzw. 600 Ω ± 3%
Seite 2	2,5 kΩ ± 3%	2,5 kΩ ± 3%	2,5 kΩ ± 3%	2,5 kΩ ± 3%	2,5 kΩ ± 3%	2,5 kΩ ± 3%	2,5 kΩ ± 3%	2,5 kΩ ± 3%	20 kΩ bzw. 600 Ω ± 3%
Schaltkapazitäten									
Seite 1	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF	30 pF	0 pF
Seite 2	75 pF	75 pF	75 pF	75 pF	75 pF	75 pF	75 pF	75 pF	0 pF

Neben dem mitgelieferten Abschlußkondensator wird — entsprechend der speziellen Schaltung des Hauptanwenders — eine zusätzliche Schaltkapazität eingemessen, die in der Amateurschaltung vom vorgesehenen Wert durchaus abweichen kann.

Ausführungsbeispiele

Im Bild 3 ist der Einsatz eines magnetomechanischen Filters in der 2. ZF für einen Empfänger dargestellt. Die Grunddämpfung der mechanischen Filter ist extrem klein. Beim Aufbau von zusätzlichen ZF-Verstärkerstufen im 200-kHz-Gebiet ist zu beachten, daß

- der Eingangswiderstand der nach dem Filter folgenden Stufe in bezug auf Aussteuerung und Temperatur konstant und gleich dem geforderten Filterabschlußwiderstand ist;
- Zusatzselektion durch LC-Kreise erwünscht ist, um breitbandiges ZF-Rauschen zu verhindern. Da sich allerdings die Übertragungsfaktoren von magnetomechanischem und LC-Filtern multiplizieren, kann ein LC-Einzelkreis mit einer Kreisgüte um 70 schon Vorrunden des Gesamtübertragungsverhaltens (beim MF 200+E-0310 z. B. von mehr als 3 dB) bewirken. Wer Wert auf minimale Rauschbandbreite legt, muß entweder solche Erscheinungen in Kauf nehmen, oder mit exakt berechneten LC-Bandfiltern arbeiten. Bild 4 zeigt den Einsatz des mechanischen Filters in einer Röhrenschaltung. Da die Abschlußbedingungen der Filter in der Regel für Halbleiterschaltungen ausgelegt sind, muß der hohe Eingangswiderstand der Röhre auf Seite 2 stark reduziert werden.

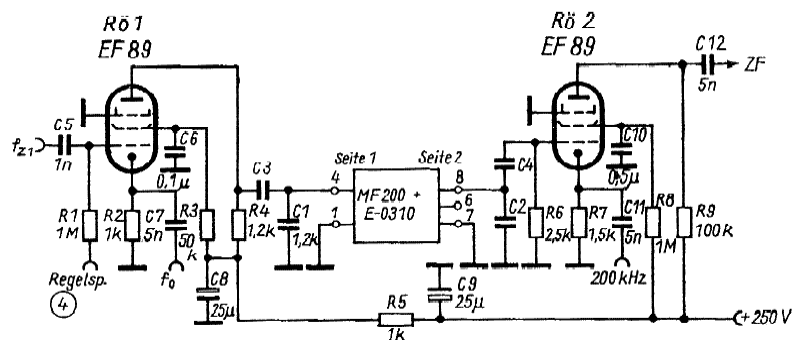


Bild 4: Ein magnetomechanisches Filter in einer Röhrenschaltung. Für C3, C4 und die Schalt- sowie Röhrenkapazitäten gilt das in Bild 3 gesagte. Röhrenausgangs- und Eingangswiderstand sind zu vernachlässigen.

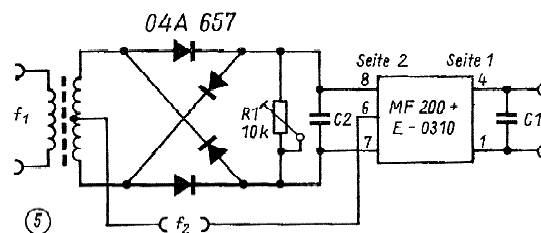


Bild 5: Anpassung eines Ringmodulators an ein magnetomechanisches Filter

Die meisten Filter sind mit einer exakt symmetrischen Wicklung zum Anschluß von Ringmodulatoren ausgelegt. Hier- von wurde in der Schaltung Bild 5 Gebrauch gemacht. Zu beachten ist noch, daß beim Umschalten von Filtern verschiedene Bandbreite durch die Schalter leicht Überkopplungen vom Ein- zum Ausgang stattfinden. Damit wird die hohe Sperrselektion herabgesetzt. Exakte Abschirmung ist erforderlich. Das Problem ist allerdings bei 200 kHz leichter zu beherrschen als bei einem höherfrequenten Quarzfilter. Beachtet man, daß der moderne KW-Empfänger mit hoher 1. ZF (Quarzfilter mittlerer Bandbreite) ausgerüstet wird, so ist zusätzlich ein umschalt-

barer Satz (SSB 1, SSB 2, CW) mechanischer Filter im 200-kHz-Gebiet wegen der besseren Selektion und des niedrigeren Preises gegenüber vergleichbaren, schmalbandigen Quarzfiltern zweckmäßig.

Literatur

- [1] Griessl, H. W.: ZF Baustein mit 200-kHz-Filter für einen SSB-Empfänger, FUNKAMATEUR 22 (1973), H. 4, S. 185 bis 188
- [2] Hertzsch, A.: Ein SSB-CW-Sender für 80 m. FUNKAMATEUR 22 (1973), H. 5, S. 245 bis 247
- [3] Lechner, D.: Das magnetomechanische Filter, Elektronisches Jahrbuch 1973, S. 91 ff., Deutscher Militärverlag, Berlin 1972
- [4] Pannasch, D.: 200-kHz-ZF-Verstärker mit mechanischem Filter, FUNKAMATEUR 23 (1974), H. 5, S. 239 bis 241

**Tabelle Magnetomechanische Filter des VEB Werk für Bauelemente der Nachrichtentechnik
„Carl von Ossietzky“, Teltow**

Typ	Durchlaßbereich									Sperrbereich			
	a_0	a_T	a_1	f_{u1}	f_{o1}	B_1	f_{u2}	f_{o2}	w_2	a_3	B_3	a_W	n
	in dB <	in dB >	in dB =	in kHz <	in kHz >	in kHz <	in kHz <	in kHz >	in dB ≤	in dB =	in kHz <	in dB >	
MF450-0010	20	—	6	—	—	0,2	(0,1)		6	60	0,5	60	8
MF450+E-0310	6	12	6	350	3,4	4	450	3,0	3	60	5,7	50	10
MF450-1900	5	—	3	—	—	21	(16)		1,5	70	48	50	9
MF450-3500B	5	—	1,5	—	—	32	(32)		1,5	70	80	80	9
MF200-0015	8	—	3	—	—	0,2	(0,1)		3	60	0,5	60	9
MF200-0050	3	—	3	—	—	1,0	(0,4)		1	60	2	60	8
MF200-0140	2	—	3	—	—	1,5	(0,9)		1	60	3,0	60	9
MF200+E-0235	3	20	3	350	2,7	2,8	600	2,4	2	60	3,8	60	12
MF200+E-0310	—	17	0,6	300	3,4	4,0	600	2,4	0,2	40	4,3	—	10
MF200+E-0770	—	17	0,6	300	4,0	4,2	600	3,0	0,2	40	4,7	—	10
MF200+E-0575	2,0	20	2,5	250	6,0	6,5	500	5,5	1,5	60	7,3	60	15
MF200-0600	—	—	3	—	—	—	(5,8)		3	60	8,8	60	10

a_0 Betriebsgrunddämpfung,

a_T — Trägerdämpfung.

f_{u1} untere, f_{o1} obere NF-Grenzfrequenz bei der Dämpfung a_1 ,

B_1 — maximale Bandbreite bei der Dämpfung a_1 .

In einem kleineren Frequenzbereich f_{u2} bis f_{o2} wird eine kleinere Welligkeit w_2 garantiert.

Die Klammerwerte geben die Mindestbandbreiten an, bei der diese Welligkeit garantiert ist.

B_2 — maximale Bandbreite bei der Dämpfung a_3 ,

a_W — garantierte Weitabselektion,

n — Kreiszahl.

Die angegebenen Werte sind garantiert.

Die tatsächlich erzielten Werte liegen z. T. erheblich besser (s. auch Bild 6 bis Bild 8).