

NF-Filter mit Digital Signal Processing – MFJ-784

Ing. grad. GERFRIED PALME – DC8AG

Die digitale Verarbeitung von niederfrequenten Signalen erhält eine immer größere Bedeutung, nicht nur wegen der im Vergleich zur Analogtechnik mit Digital Signal Processing (DSP) erzielbaren sehr guten Ergebnisse, sondern auch wegen des für den einzelnen attraktiver werdenden Preises solcher Geräte.

Mit dem DSP-Filter MFJ-784 erweitert die amerikanische Firma MFJ Enterprises Inc. das bisher eher spärliche Angebot von Niederfrequenz-Filtern einer höheren Ausstattungsklasse auf dem deutschen Markt. Herzstück des DSP-Filters und entscheidendes Element für seine Leistungsfähigkeit ist ein 16-Bit-Prozessor ADSP-2015.

■ Das Handbuch – heute wichtiger denn je

Wer ein Funkgerät üblicher Funktionsvielfalt kauft, wird nicht mehr ohne das zugehörige Handbuch auskommen, besonders kritisch, wenn das Gerät aus dem Ausland stammt. Dem Probanden lag ein Handbuch mit einer – leider englischsprachigen – 23seitigen Bedienungsanleitung im DIN-A4-ähnlichen Format bei. 12 Seiten davon enthalten Abbildungen, Tabellen und Diagramme, was sich beim späteren Gebrauch und in Ermangelung perfekter Englischkenntnisse als sehr nützlich erwies. Eine Schritt-für-Schritt-Methode mit reichlich Bildern stellt alles Wichtige anschaulich dar, offenbar hat man bei der Erarbeitung viel Mühe aufgewandt. Durchaus nicht selbstverständlich ist noch die Verfügbarkeit

praktischen Betrieb. Zur Lautstärke- und zur Rauschverminderungseinstellung sind zwei Potentiometer vorhanden, zwei weitere für die Einstellung individuell gestaltbarer Filterdurchlaßkurven.

Ein Betriebsartenschalter gestattet die Auswahl von zehn Modi, die in zwei Gruppen geteilt sind: Die rechte Seite macht fünf fest programmierte Filterkurven für RTTY, Packet, AMTOR, PACTOR und SSTV/Fax/WeFax zugänglich. Bei den rechten Schaltstellungen SSB, CW, 2BP, BP und LR/HR ist eine individuelle Bearbeitung der Filterkurven möglich.

Die weiteren sieben Druckschalter und ein Drucktaster werden durch ihre Beschriftungen ausreichend erklärt.

■ Anschlüsse

Die Rückseite des MFJ-784 enthält neben den Anschlußbuchsen eine Bohrung, hinter

der sich ein Einstellregler für die Pegeljustierung des Eingangssignals befindet. Wie NF-Filter generell, besitzt auch das MFJ-784 den großen Vorteil, einfach nur in die Lautsprecherleitung eingeschleift werden zu müssen. Die Eingangsimpedanz beträgt dabei 10 k Ω , es steht eine Ausgangsleistung von 1,2 W an 6 Ω zur Verfügung.

Zwei zusätzliche fünfpolige DIN-Diodenbuchsen (180°) an der Geräterückseite sind für Empfänger/Transceiver sowie digitale Hardware wie Modem/TNC gedacht. An diesen Buchsen sowie einer weiteren steht das gefilterte Ausgangssignal mit festem, nicht vom Lautstärkepotentiometer beeinflussten, Pegel zur Verfügung ($U_{SS} = 1,5$ V an 600 Ω).

Die Spannungsversorgung erfolgt mit 10 V bis 16 V bei einer Stromaufnahme von 0,35 A über eine 2,1-mm-Innenstiftbuchse.

■ Konstantes Signal mit AGC

Was manch anderem Filter in dieser Preisklasse fehlt, das MFJ-784 hat es: Ein fortwährend konstantes Ausgangssignal! Der Drucktaster AGC schaltet eine automatische Lautstärkeregelung ein, die das Ausgangssignal an den beiden rückwärtigen Buchsen *Headphones Out* und *Speaker Out* konstanthält, solange ein schwankendes NF-Eingangssignal – so die Beschreibung des Herstellers – zwischen $U_{SS} = 0,5$ V und $U_{SS} = 3,87$ V (das entspricht 17,8 dB) vorliegt. Beim Testgerät genügte bei 1 kHz schon $U_{SS} = 0,32$ V, um die AGC zur Wirkung zu bringen. Die Regelung schafft vor allem auch einen gleichbleibenden Pegel für die Rauschreduzierung, was deren Wirksamkeit verbessert.

■ Speicher

Lediglich bei der Nutzung der zwei Druckschalter *Custom* und *Program* dürfte der Gerätekäufer nicht um einen Blick in das Handbuch herumkommen. Sie bieten im Zusammenspiel mit einer Doppelfunktion des Drehschalters *Filters* die Möglichkeit, bis zu zehn individuelle Filtereinstellungen zu speichern: Zuerst *Custom* drücken, dann Schalterposition wählen und abschließend



Bild 1: Die Frontplatte des MFJ-784. Klar beschriftet und übersichtlich gegliedert. Viele Funktionen erklären sich so von selbst.

einer technischen Telefon-Hotline (in den USA).

■ Gehäuse

Die Frontansicht macht mit 236 mm \times 59 mm \times 150 mm (B \times H \times T) knapp 40 % eines Kenwood TS-790-Transceivers aus. Das Gehäuse ist aus zwei U-förmigen Blechen gefertigt, die 241 mm \times 61 mm große Frontplatte steht etwas über. Auf ihr befinden sich alle Bedienelemente für den



Bild 2: „Querbeet“ durch viele Buchsennormen. Auf der Rückseite finden sich alle Anschlüsse.

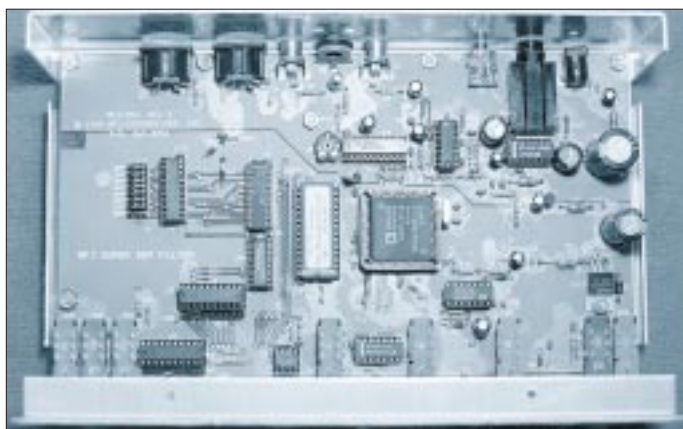


Bild 3: Innenansicht des MFJ-784

mit dem *Program*-Taster bestätigen. Nach Wahl der Schalterposition werden alle während des Speichervorgangs vorhandenen Einstellungen mit in den Speicher geschrieben, ausgenommen die von Lautstärke, AGC und Notch.

■ Rauschreduzierung

Der Druckschalter *Noise Reduction* aktiviert die Rauschverminderung, deren Unterdrückungsgrad mit dem *Potentiometer Noise Reduction* einstellbar ist. Diese Funktion habe ich im Satellitenbetrieb über OSCAR-10 und OSCAR-13 ausgiebig getestet – und genossen. Es entsteht zwar eine Art Halleffekt, an den man sich zunächst ein wenig gewöhnen muß – doch das ist ein Tribut, den man der digitalen Signalverarbeitung gern zollt! Die Stimmen der QSO-Partner haben etwas von einem „Space-Sound“ an sich; die Verständlichkeit steigt jedoch merklich, Rausch- und Störpegel verringern sich wesentlich. Insgesamt wird das Hören dadurch angenehmer und ist weniger anstrengend. Je weiter man im Uhrzeigersinn dreht und den Rauschpegel reduziert, desto (geringfügig) leiser wird aber auch das NF-Signal – besonders am Ende des Einstellbereichs.

■ Notchfilter

Diese Funktion ist per Druckschalter *Notch* hinzuschaltbar. Dabei kann der Nutzer wählen, ob er die Ausblendung des Signals selbst von Hand erledigen möchte oder ob eine Automatik diesen Vorgang übernehmen soll. Bei manueller Einstellung lassen sich mit den beiden Stellern *Tunable Filters* laut Handbuch zwei Störträger im Frequenzbereich von 150 Hz bis 3,4 kHz mit 40 dB unterdrücken, die Notch-Bandbreite beträgt bei -3 dB 275 Hz und bei -40 dB 85 Hz. Bei 1 kHz mit und ohne AGC (Automatic Gain Control, siehe unten) wurden Werte von 50 dB bis 55 dB gemessen. Benutzt man beide Steller von *Tunable Filters* als ein Doppelnotchfilter, stimmt also beide auf denselben Störträger ab, dämpfen sie

das Störsignal noch erheblich mehr, und man stößt an die Meßgrenzen. Die automatische Notch-Funktion dagegen löscht innerhalb 8 ms bis zu vier Interferenzen gleichzeitig aus. Dazu müssen die Störsignale allerdings sowohl in der Frequenz als auch in der Amplitude einigermaßen konstant sein, sonst würden sie das DSP-Filter als Sprachsignal interpretieren, das ja erhalten bleiben soll. Diese Automatikfunktion wäre bei den digitalen Betriebsarten und bei CW unsinnig und ist deshalb dann nicht verfügbar. Mit Automatik konnte ich mit und ohne AGC Dämpfungswerte um 50 dB ermitteln. Allerdings entscheidet der dem Filter zugeführte NF-Signalpegel bei eingeschalteter AGC über die Wirkung des Notchfilters. Je höher der NF-Pegel, desto besser die Unterdrückung. Wenn die zugeführte NF-Spannung gerade erst den AGC-Ansprechpegel erreicht, ergeben sich nur Werte zwischen 25 und 30 dB. Für den praktischen Betrieb bedeutet das: NF-Steller des Empfängers fast soweit aufdrehen, wie maximal erlaubt!

Das Notchfilter spricht (bei genügendem NF-Pegel) in der Automatik-Betriebsart sehr schnell und treffsicher auf Interferenztöne an. Das zeigt sich besonders,

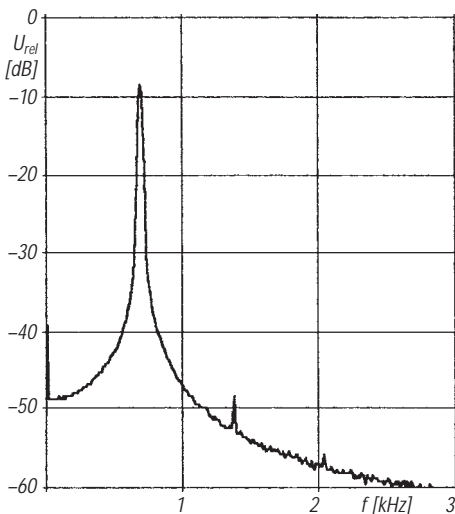


Bild 4: Telegrafie-Filterkurve mit minimal eingestellter Bandbreite

wenn der Störträger „jammert“, also etwas in der Frequenz leicht hin und her driftet, oder wenn man die Frequenzeinstellung leicht verändert. Die Notchregelung vermag dem Störsignal bis zu einem gewissen Maß an Drift sicher zu folgen, irgendwann wird es aber kritisch, was ja in der Natur der Sache liegt.

Obige Messungen erfolgten mit einer Eingangsspannung von $U_{SS} = 2 \text{ V}$. Das Handbuch warnt vor zu hoher Eingangsspannung und erklärt, daß man das am Aussetzen des wiedergegebenen NF-Signals erkennt, was sich im praktischen Betrieb auch bestätigte. Für den Benutzer wäre hier eine andere Kontrollmöglichkeit, z. B. die mit einer LED wünschenswert, wie sie auch von anderen Herstellern angewandt wird [1].

Im weiteren praktischen Test setzte ich dem MFJ-784 einen Träger mit $S 9 + 50 \text{ dB}$ vor, dazu eine eben gerade hörbare Interferenz: Die zwei Signale wurden völlig eliminiert – blankes Rauschen war das Ergebnis! In diesem Zusammenhang interessiert natürlich auch die Sprachverständlichkeit eines durch Interferenz gestörten QSOs.

Wer auf OSCAR-13 aktiv ist, weiß, daß nur allzuoft während eines laufenden QSOs auf dessen Frequenz „abgestimmt“ wird. Dagegen genügen zwei Tastenbetätigungen bei *Notch On* und *Notch Auto*, und die QRG ist ohne Einbuße der Verständlichkeit von allen „Tastendrückern“ gesäubert. Zum Schluß habe ich noch einen Tongenerator an das DSP-Filter angeschlossen und zwei Töne mit maximal erlaubter Amplitude innerhalb der Filterbandbreite eingespeist. In Stellung *Notch Auto* waren sie schlagartig verschwunden!

■ Feste und variable Filter

Wie erwähnt, verfügt das Gerät über fünf fest programmierte Filterkurven (rechte

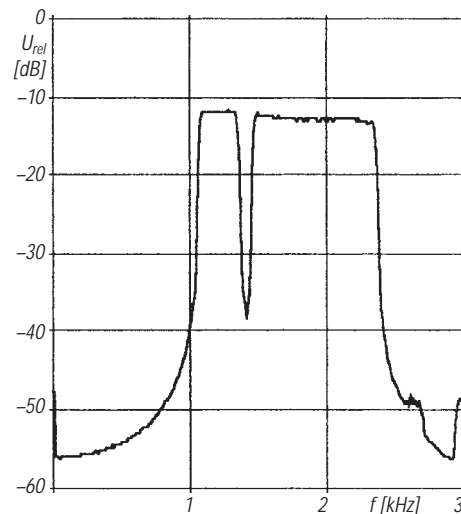


Bild 5: Doppelbandpaß-Filterkurve bei SSTV/Fax/WeFax

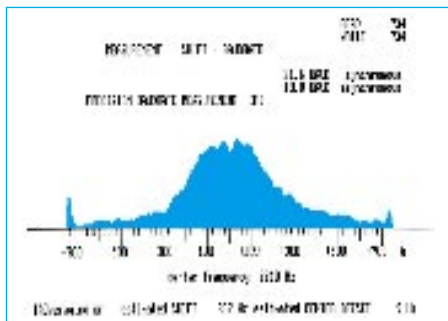


Bild 6: RTTY-Signal im QRM, direkt aus dem Empfänger

Stellungen des Schalters Filter) für RTTY, Packet Radio, AMTOR, PACTOR und SSTV/Fax/WeFax.

Die linken fünf Schaltstellungen heißen LR/HR, BP, 2BP, CW und SSB und beziehen sich auf die verschiedenen Bedürfnisse im praktischen Betrieb. Man kann sie sogar in dieser Konfiguration speichern, so daß der Benutzer blitzschnell darauf zurückgreifen kann, wenn er die Betriebsart wechselt. Sehr bequem; schon nach kurzer Nutzung des MFJ-784 mag man diese Funktion nicht mehr missen.

Je nach Position des Schalters erhalten die beiden zugehörigen Potentiometer andere Funktionen. Bei manuellem *Notch* bestimmen sie beispielsweise die beiden Notchfrequenzen.

Bei *LR/HR* (low/high reject = tief/hoch unterdrücken, d. h., Hoch- und Tiefpaß) legen sie die jeweilige Grenzfrequenz fest. Mit LR können alle Frequenzen unterhalb einer einstellbaren Frequenz von 200 bis 2200 Hz unterdrückt werden, mit HR alle oberhalb von 1400 bis 3400 Hz. Es handelt sich hier also vordergründig um ein variables Bandpaßfilter.

Dem aufmerksamen Leser wird es nicht entgangen sein: Beide Bereiche überlappen sich, so daß man bei Wahl einer LR-Frequenz, die größer ist als die aktuelle von HR, eine (ebenfalls variable) Bandsperre erhält, d. h., einen undurchlässigen Bereich im NF-Spektrum.

Die Stellungen *BP* (Bandpaß), *SSB* und *CW* unterscheiden sich nur durch die Dimensionierung. Man stellt dann mit den Potentiometern jeweils die Mittenfrequenz (300 ... 3400 Hz, 300 ... 1000 Hz, 600 ... 1700 Hz) bzw. die Bandbreite (30 ... 2400 Hz in 16 Schritten, 30...700 Hz, 1000 ... 2500 Hz) ein.

Eine Besonderheit, nützlich vor allem für die Freunde der digitalen Betriebsarten, stellt der Modus 2BP (zwei Bandpaßfilter) dar. Dabei handelt es sich um zwei parallelgeschaltete Bandfilter, deren Mittenfrequenzen man mit den Potentiometern verschieben kann. Zudem läßt sich noch die Bandbreite der beiden Filterkurven (gemeinsam) verändern.

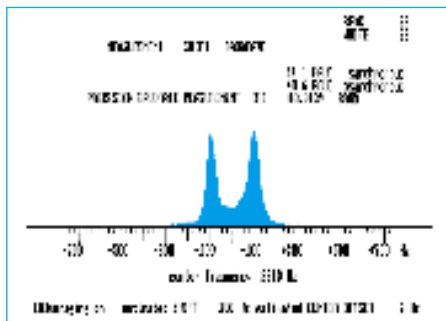


Bild 7: Das Signal von Bild 6 nach Zuschalten des Filters

■ SSB ohne Störungen

Für die Stellung SSB gibt der Hersteller, s. o., eine Mittenfrequenzwahl zwischen 600 und 1700 Hz bei einer veränderbaren Bandbreite von 1000 bis 2500 Hz an. Die niedrigste und höchste hörbare Frequenz sind lt. Beschreibung 175 Hz und 2950 Hz. Gemessen wurden Werte von 165 Hz und 2975 Hz bei -3 dB.

Im dichten Getümmel mancher Kurzwellenbänder oder auch auf OSCAR-13 schlug sich das SSB-Filter tapfer. Durch die Möglichkeit der Mittenfrequenzveränderung und besonders der Bandbreitenreduzierung konnte ich so manche kritische Situation „enger Nachbarschaft“ entschärfen. Bleibt nur zu hoffen, daß der Frequenz-Nachbar auch ein derartiges Digitalfilter benutzte ...!

■ Telegrafie mit 30 Hz

Wer frequenzmäßig noch ökonomischer wirtschaftet und deshalb Telegrafie bevorzugt, kommt mit dem MFJ-784 voll auf seine Kosten. Im Rausch- und QRM-Pegel kaum wahrnehmbare Signale stachen nach der Filter-Einschaltung hervor. Selbst bei der geringsten einstellbaren Bandbreite von 30 Hz klingt nichts (Bild 4). Allerdings müssen die Einstellungen der Bandbreite und der Mittenfrequenz (bzw. auch die Einstellung am BFO des Transceivers) sehr sorgfältig geschehen. Durch allzu ungestümes Hantieren an den Knöpfen verliert man – infolge der exzellenten Schmalbandigkeit und Flankensteilheit des Filters – schlagartig den QSO-Partner. Mit internen Jumpers auf der Leiterplatte können 15 verschiedene CW-Frequenzen von 300 Hz bis 1000 Hz gesteckt werden.

■ Digitale Betriebsarten

Ebenso eindrucksvoll beweist sich das DSP-Filter beim *RTTY*-Empfang. Zunächst wurde ein 80-m-Signal mit einem NRD-525 solo empfangen. Die Mark- und Space-Töne lagen im Störpegel, zwar akustisch wahrnehmbar, doch ohne Dekodierungserfolg. Bild 6 zeigt das herrschende Signal-

spektrum direkt am Empfängerausgang. Nach dem Einschalten des MFJ-784 in Stellung *RTTY* präsentierte sich ein Ergebnis nach Bild 7. Das Mitlesen gelang danach einwandfrei.

Bemerkenswert ist auch die Filtercharakteristik in Position *SSTV/Fax/WeFax* (Bild 5), die ein Doppelbandpaßfilter mit den Durchlaßbereichen 1050 bis 1350 Hz und 1450 Hz bis 2350 Hz darstellt.

Für die digitalen Betriebsarten des MFJ-784 sind folgende Bandbreiten vorgesehen: *RTTY*: 250 Hz, *HF-Packet*: 540 Hz, *AMTOR*: 340 Hz und *PACTOR*: 440 Hz. Mit Hilfe intern steckbarer Jumper lassen sich außerdem 13 unterschiedliche Einstellungen für die Mark-, Space- und Shift-Frequenzen auswählen.

■ Gesamteindruck

Nicht alle Funktionen konnten erprobt, gemessen und erläutert werden, dafür bietet das DSP-Filter MFJ-784 einfach zu viele Möglichkeiten. Sowohl im praktischen Funkbetrieb auf den UKW-Bändern in SSB und in Telegrafie als auch beim Hören auf Kurzwelle, dem Mitlesen von Fax-, Wetterfax- und *RTTY*-Signalen, in *AMTOR*, *PACTOR* und *Packet-Radio* hinterläßt es einen faszinierenden Eindruck. Sehr viele Signale, die im Stör- und Rauschpegel liegen, werden lesbar. Extrem starke Bandbegrenzungen mit dem dabei notgedrungenen „enger Aneinanderrücken“ werden durch die steilflankigen und bandbreitenveränderlichen Filter erträglich und garantieren auf diese Weise einen angenehmeren Funkbetrieb. Was will man mehr?

Durch die digitale Signalverarbeitung kann heute wohl vieles „gezaubert“ werden – aber auf „Wunder“ wird man ewig warten müssen! Denn irgendwo sind jeglicher Technologie immer Grenzen gesetzt!

Das MFJ-784 ist nicht nur allein für den Amateurfunkdienst ein nützliches Equipment, sondern auch bei den SWLs und den BC-DXern wird der Empfangshorizont mit diesem DSP-Filter stark erweitert. Preis: 549 DM.

Das Testgerät wurde freundlicherweise von der Firma Kombi Elektronik zur Verfügung gestellt.

Hersteller: MFJ Enterprises, Inc., P.O.Box 494, Mississippi State, Mississippi 39762, USA, Tel. ++1-601-323-5869

Bezugsquelle: Kombi Elektronik, Am Mühlberg 22, 61279 Grävenwiesbach, Tel. (0 60 86) 18 79, Fax (0 60 86) 32 46.

Literatur

[1] Perner, M., DL7UMO: Das NF-Filter DSP-59+ in der Praxis, FUNKAMATEUR 44 (1995), H. 3, S. 240