

Mikrofonadapter

***Adapter zwischen Line-out und
Mikrofoneingang von
Smartphones/Tablets mit
galvanischer Trennung und
Bandfilter***

*Christoph Schwärzler, OE1CGS
Jänner 2014*

Abstract

Especially for digimodes (like PSK 31/63, RTTY, Fax and CW) a direct connection between receiver and the external mikrophone connector of smartphones or tablet PCs is favourable. Preferrably the receiver supports a line-out connection but in this case the signal level has to be adjusted. Accordingly the adapter which is described in this article offers 4 functions:

- 1) Connecting the receiver and the smartphone/tablet PC using the appropriate connectors
- 2) DC-isolation between receiver and smartphone/tablet PC
- 3) Adjusting the signal level between line-out and microphone-in level
- 4.) Increasing SNR due to an integrated bandpass filter

The device was tested using a Degen DE (Kaito KA) 1103 receiver and a Sony Xperia Z tablet PC running several apps by Wolphi LLC¹. Initial design goal was the optimization of the reception of the German marine weather service (DWD).

Zusammenfassung

Speziell im Zusammenhang mit digitalen Betriebsarten (u.a. PSK31/63, RTTY, Fax auch CW) ist oftmals eine direkte Verbindung des Mikrofoneingangs von Smartphones oder Tablet-PC's mit einem Empfänger empfehlenswert. Vorzugsweise verfügt der Empfänger über einen speziellen Line-out Ausgang, wobei dann jedoch der Signalpegel abgesenkt werden muss. Der hier beschriebene Adapter hat daher 4 Funktionen:

- 1) Verbindung des Empfängers und des Smartphones/Tablets mittels passender Stecker und Aktivierung des Mikrofoneingangs.
- 2) Potentialtrennung zwischen Empfänger und Smartphone/Tablet.
- 3) Signalpegelanpassung.
- 4) Verbesserung des S/N-Verhältnisses durch einen integrierten Bandpassfilter.

Der Adapter wurde mit einem Degen Empfänger DE 1103 und einem Sony Xperia Z Tablet-PC getestet. Beim Test kamen mehrere Produkte von Wolphi LLC zum Einsatz¹. Unmittelbares Designziel des Adapters war die Optimierung des mobilen Empfangs der Aussendungen des Deutschen

Wetterdienstes (DWD) für die Schifffahrt über RTTY und Fax.

1.) Motivation

Viele Empfangsgeräte verfügen heutzutage über einen Audio-Ausgang mit line-out Signalpegel von rund 0,6 bis 0,9 V_{pp}. Der Mikrofoneingang von Smartphones und Tablet-PC's hingegen ist wesentlich empfindlicher und erwartet Signalpegel in der Größenordnung von 0,2 V_{pp}. Erstens muss also der Adapter das Signal entsprechend abschwächen.

Die meisten Tablet-PC's aktivieren den Mikrofoneingang erst, wenn daran ein Gerät angeschlossen wird und stellen dies durch Widerstandsmessung fest. Dieser muss in einem bestimmten Bereich liegen; eine weitere Anforderung an den Adapter.

Um beim Betrieb der Geräte mit Netzversorgung Probleme durch Potentialunterschiede hintanzuhalten, sollten Empfänger und Smartphone/Tablet galvanisch entkoppelt sein. Diese Funktion übernimmt der NF-Übertrager im Adapter.

Bei digitalen Betriebsarten wird meist nur ein eingeschränkter Frequenzraum von wenigen zehn bis einigen hundert Hertz benötigt. Audiosignale außerhalb dieser Bandbreite jedoch noch innerhalb der Filterbreite des Empfangsgeräts verschlechtern das SNR und sollten so weit wie möglich unterdrückt werden. In der hier beschriebenen Schaltung erfolgt dies mit einfachsten Mitteln in Form eines RC-Bandfilters, das gleichzeitig auch den Großteil der oben beschriebenen Pegelanpassung übernimmt. Natürlich kann damit kein hochwertiges Filter mit großer Flankensteilheit realisiert werden, dennoch wird so fast ohne Mehraufwand eine mess- und sichtbare Verbesserung der Empfangsqualität erreicht.

2.) Systembeschreibung

Die Realisierung des hier beschriebenen Adapters erfolgte für ein konkretes Empfangssystem bestehend aus einem Radio Degen DE 1103² und einem Android Tablet-PC Sony Xperia Z. Der Empfänger ist in SWL-Kreisen weit verbreitet und das Tablet bietet sich aufgrund seiner Wasserresistenz vor allem bei Wassersportfans für den mobilen Einsatz an. Im Folgenden sind daher Impedanzwerte und Charakteristika für diese Geräte beschrieben und optimiert. Die grundlegende Idee, v.a. der SNR-Verbesserung durch den Einsatz eines einfachen RC-Bandpasses

im Adapter lässt sich aber leicht auf andere Konstellationen übertragen. Gegebenenfalls muss die Mittenfrequenz etwas angepasst werden. Die dafür notwendige Berechnung für die Werte von R und C findet sich in Gleichung 1.

Durch Einstellung der 2. ZF bei 450 kHz kann im Degen leicht ein NF-Sinussignal erzeugt werden und dessen Pegel in Abhängigkeit von der Audiofrequenz gemessen werden. Durch die Wahl des Filterschalters zwischen „narrow“ (empfohlen für SSB) und „wide“ (UKW, Musik) kann zwischen 2 Filterverläufen gewählt werden. In Bild 1 ist die so gemessene Filtercharakteristik dargestellt.

Der für SSB, und damit für die digitalen Betriebsarten maßgebliche Filter „narrow“ besitzt eine Mittenfrequenz bei rund 600 Hz.

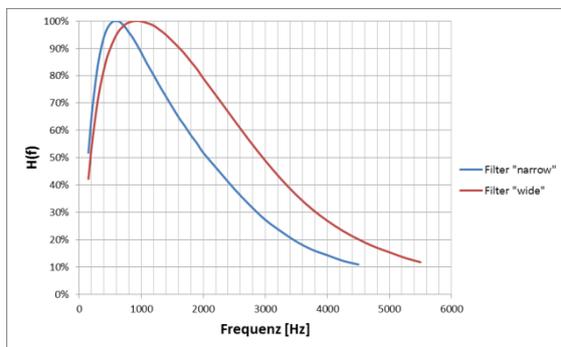


Bild 1: Normierte Filterfunktionen des Empfängers Degen DE 1103

Bereits aus dieser Erkenntnis kann abgeleitet werden, dass es für ein gutes SNR empfehlenswert ist - und wenn die verwendete Software dies erlaubt - das gewünschte Signal bei Anwendung des „narrow“ Filters in den Bereich um ca. 600 Hz zu bringen und dann im Programm diese Frequenz auszuwählen. Leider geht dies nicht in allen Fällen (z.B. bei „HF Weather Fax“).

Für die Entwicklung der Adapterschaltung ist noch die Kenntnis der Ausgangs- und Eingangs-impedanzen der angeschlossenen Geräte wünschenswert. Für den Line-out des Degen liegt diese bei rund 900 Ω, für den Kopfhörerausgang bei ca. 100 Ω. Der Pegel des Kopfhörerausgangs bei meinem Gerät ist übrigens bei einer Volumeneinstellung von 13 in etwa so hoch wie beim Line-out Ausgang.

Der Mikrofoneingang des Tablets weist eine Impedanz von gut 5 kΩ auf. Wie bei den meisten derartigen Geräten üblich, wird dieser erst aktiviert, sobald vom Gerät am Mikrofoneingang ein Widerstand in der Höhe von einigen kΩ festgestellt wird. Beim Sony Xperia Z genügt 1,0 kΩ, sollte dies nicht ausreichen, kann in der unten beschriebenen Schaltung dieser Widerstand problemlos gegen z.B. 3,3 kΩ ausgetauscht werden.

3.) Aufbau

Zum Anschluss an den Line-out Ausgang des Empfängers befindet sich eingangsseitig ein 3,5 mm Mono Klinenstecker. Mit Mantel an den hinteren (GND) Kontakt des Steckers und Innenleiter an das Signal wird ein RG-174 Koaxialkabel angelötet, welches zu einem Kleingehäuse führt. Darin ist die eigentliche Schaltung aufgebaut. Ich habe diese zum Schutz vor Umwelteinflüssen auch mit Epoxy vergossen. Auf der anderen Seite des Gehäuses führt wiederum ein RG-174 Kabel zum Mikrofonstecker für das Smartphone/Tablet. Dieser ist ein 4-poliger Klinenstecker 3,5 mm. Der Mantel des Kabels wird dabei an den Masseanschluss des Steckers gelötet, der Innenleiter an den Mikrofoneingang. Bei den meisten modernen Geräten ist der vorletzte Anschluss die Masse und der letzte Anschluss der Mikrofoneingang. Es ist aber auch die umgekehrte Beschriftung zu finden, hier bitte für das eigene Gerät recherchieren.

Bild 2 zeigt die Schaltung selbst, hier am Beispiel für den Bandpass um 600 Hz für PSK31/63, CW und RTTY. Das vom Empfänger kommende Signal passiert als erstes den Bandpassfilter bestehend aus zwei Widerständen mit 4,7 kΩ und zwei Kondensatoren von 47 nF. Dessen Mittenfrequenz mit seiner Pegelabschwächung auf 33% ist laut Gleichung 1 bei 720 Hz gewählt. Zusammen mit der größten Empfindlichkeit des Radios bei 600 Hz kann damit auch eine digitale Betriebsart mit größerem Hub, wie der RTTY Betrieb des DWD bei 450 Hz gut abgedeckt werden.

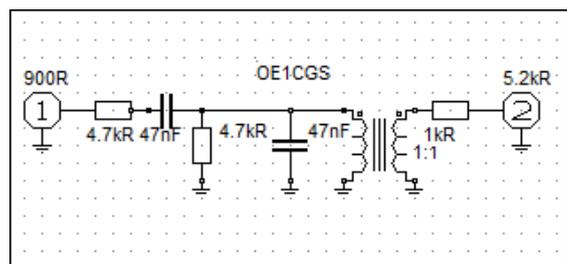


Bild 2: Schaltbild des Adapters mit Bandfilter für 720 Hz

Soll der Adapter für den Empfang der DWD Wetterfaxe bei ± 425 Hz konzipiert werden, so ist es (zumindest bei der Software „HF Weather Fax“) erforderlich das Audiofrequenzspektrum in den Bereich 1500 Hz bis 2350 Hz zu bringen. Leider sind dafür die im Degen eingebauten Filter nicht optimal dimensioniert (siehe Bild 1). Um hier die oftmals störenden Signale im unteren Frequenzbereich zumindest etwas zu dämpfen, sollte das Bandfilter für diesen Zweck auf eine Nutzfrequenz von über 3000 Hz dimensioniert

werden. Mit $R = 4,7 \text{ k}\Omega$ und $C = 10 \text{ nF}$ ergibt sich nach Gleichung 1 eine Mittenfrequenz von rund 3400 Hz. Zusammen mit dem Filterverlauf „wide“ aus Bild 1 kann damit der gewünschte Audiobereich betont werden.

Um mehrere Betriebsarten mit einem Adapter optimieren zu können, habe ich in meinem Gerät beide beschriebenen Bandpassfilter eingebaut. Mit einem 2-poligen Kippschalter (ein Pol am Eingang, der andere vor dem Übertrager) wird das jeweils erforderliche Filter ausgewählt.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C}$$

Gleichung 1: Mittenfrequenz eines RC-Bandpassfilters

An das Bandpassfilter ist ein NF-Übertrager mit einem Übertragungsverhältnis von 1:1 und einer Nennimpedanz von 600Ω angeschlossen. Er sorgt für die galvanische Trennung der Kreise.

Auf der Sekundärseite des Übertragers wird nach dem Serienwiderstand von $1 \text{ k}\Omega$ das Kabel zum Mikrofoneingang mit beliebiger Polarität angelötet. Damit erfolgt die Aktivierung des Mikrofoneingangs im Smartphone/Tablet. Gegebenenfalls muss der Wert dieses Widerstands abhängig vom Endgerät auch leicht erhöht werden.

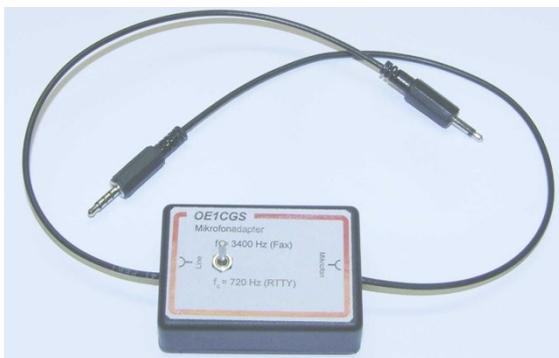


Bild 3: Fertig aufgebauter Adapter

Bild 3 zeigt den fertig aufgebauten Adapter. Zu erkennen ist auch der Kippschalter mit welchem zwischen den beiden Bandpassfiltern umgeschaltet wird.

4.) Modifizierte Filterverläufe

Durch den Einbau der Bandpassfilter in den Audio-Signaltransport verändern sich die Frequenzverläufe für das Endgerät. Das Bandpassfilter um 720 Hz sollte zusammen mit dem „narrow“ Filter im Degen aktiviert werden und sorgt für steilere Flanken außerhalb des gewünschten Signalbereichs von rund 500 bis 900 Hz. Die derart modifizierte und normierte Übertragungsfunktion ist in Bild 4 zusammen mit dem

ursprünglichen Verlauf und der Übertragungsfunktion des Adapterfilters dargestellt.

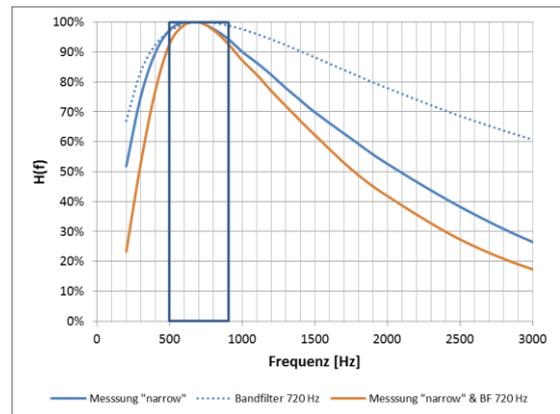


Bild 4: Modifikation des Filterverlaufs durch das 720 Hz Filter

Das Bandpassfilter um 3400 Hz betont gemeinsam mit der Einstellung „wide“ des Radios die mittleren NF um 1500 bis 2000 Hz. In Bild 5 ist der modifizierte Filterverlauf dargestellt. Aus der Grafik ist auch zu entnehmen, dass die Mittenfrequenz sogar noch etwas höher gewählt werden könnte, um den Durchlassbereich noch besser an die Nutzfrequenzen anzupassen.

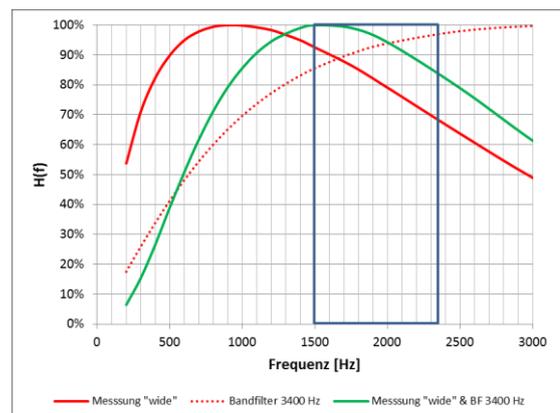


Bild 5: Modifikation des Filterverlaufs durch das 3400 Hz Filter zum Empfang von HF-Faxen

5.) Praktischer Einsatz

Der Eingang des Mikrofonadapters (3,5 mm Monostecker) wird mit dem Empfänger verbunden. Sobald der Ausgang (3,5 mm 4-fach Stecker) am betriebsbereiten Smartphone/Tablet eingesteckt wird, schaltet dieses auf externen Mikrofonbetrieb. Ohne Empfangssignal sollte die Signalstärkeanzeige der jeweiligen Applikation augenblicklich komplett auf Null zurückgehen. Nun werden nach Tabelle 1 die Filter auf dem Mikrofonadapter und am Empfänger gewählt. Wird nun der Empfänger eingeschaltet und die gewünschte Empfangsfrequenz eingestellt, so werden vorhandene Nutzschnale in den Wasserfalldarstellungen angezeigt. Für die Betriebsarten PSK31/63, RTTY, Sitor und

CW sollte jetzt das gewünschte Audiosignal in den Bereich zwischen 500 und 1000 Hz gebracht

Betriebsart	Nautischer Dienst	Filter Radio	Filter Adapter	Anmerkung
PSK31/63, RTTY, Sitor, CW	Navtex, RTTY	„narrow“	720 Hz	Signal zwischen 600 und 1000 Hz bringen
Fax	Wetterfax	„wide“	3400 Hz	-

werden.

Table 1: Filtereinstellungen für die Betriebsarten

Die Signalpegel sind nun in einem günstigen Bereich für die Endgeräte. Ohne zu übersteuern nutzen die Pegel in den getesteten Applikationen einen großen Bereich aus und gestatten daher auch gut den Einsatz des softwaregesteuerten Thresholds der Empfangsapplikationen. Eine optische Kontrolle der Wasserfalldiagramme zeigt nun deutlich den abnehmenden Signalpegel, sobald eine Quelle durch Änderung der Abstimmfrequenz außerhalb dieses optimalen Bereichs gebracht wird.

Der Empfang von HF-Fax wird beim Degen DE 1103 bei Verwendung der App „HF Weather Fax“ von Wolphi LLC bereits durch die Wahl der Filtereinstellung „wide“ statt „narrow“ deutlich verbessert. Wird nun zusätzlich der Bandpass um 3400 Hz im Mikrofonadapter aktiviert, so darf man sich zwar keine Wunder erwarten, eine Bildverbesserung ist aber gerade bei schlechten Empfangsverhältnissen feststellbar. Für die Aufnahme der Testübertragung des DWD in Bild 6 unter schlechten Rahmenbedingungen wurde in Höhe der roten Linie das Filter im Mikrofonadapter aktiviert. Damit konnten einige Störungen unterdrückt werden.

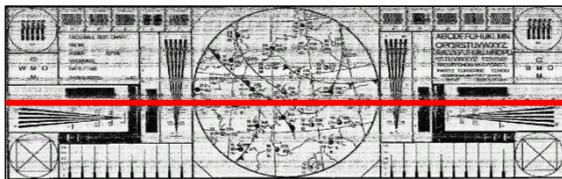


Bild 6: Testbild des DWD-Wetterfaxdienstes ohne (obere Hälfte) und mit (unten) 3400 Hz Bandfilter

Insgesamt erfüllt der Adapter die Kriterien der Verbindung, Signalanpassung und galvanischen Trennung vollumfänglich und bietet zusätzlich „fast gratis“ eine kleine Verbesserung des SNR.

Anhang: Bauteileliste

Bezeichnung	Art.Nr. Conrad	Art. Nr. Reichelt
Klinkenstecker Mono 3,5 mm	731471	KS 35
Klinkenstecker 4-pol. 3,5 mm	738866	KS K4-35
Koaxialkabel RG-174	607447	RG 174-5
NF-Übertrager 1:1 600 Ohm	516686	
Widerstand 4k7 (4 Stück)	418331	METALL 4,70K
Widerstand 1k	418250	METALL 1,00K
Kondensator 10 nF (2 Stück)	453064	X7R-5 10N
Kondensator 47 nF (2 Stück)	453080	X7R-5 47N
Umschalter	701159	MS 500H
Gehäuse	522635	GEH KS 28

¹ Apps für Android: DroidPSK, DroidRTTY, Morse Decoder und HF Weather Fax
www.wolphi.com

² Zur Optimierung des Antennenanschlusses siehe auch: „Degen DE 1103: Messung der Eingangsimpedanz und optimiertes Antennenkabel“; Christoph Schwärzler OE1CGS, Jänner 2014; www.oe1cgs.at/Degen_Impedanz