

Rumpelfilter

Aktive Filter mit der Software AktivFilter 3 entwerfen – ein Beispiel



1 Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis.....	2
2 Aufgabe.....	3
3 Spezifikation.....	3
4 Design.....	3
5 Das Ergebnis speichern.....	6
6 Die Spezifikation speichern.....	8
7 Die Spezifikation laden.....	8

2 Aufgabe

Es soll ein **Hochpassfilter** entworfen werden, um Frequenzen unterhalb des Hörbereichs (unterhalb von 20 Hz) zu unterdrücken. Ein solches Filter wird z.B. am Ausgang eines Schallplattenspielers benötigt oder zur Unterdrückung von Trittschall bei der Schallaufnahme mit einem Mikrofon eingesetzt.

Der Hörbereich reicht von etwa 20 Hz bis 20 kHz. Frequenzen unterhalb von 20 Hz sind nicht hörbar, belasten jedoch Endverstärker und Lautsprecher und können diese u.U. sogar beschädigen. Daher werden solche subsonischen Frequenzen üblicherweise mit Hilfe eines Hochpassfilters entfernt. Ein solches Hochpassfilter soll hier mit Hilfe der Software AktivFilter 3 von [SoftwareDidaktik](#) dimensioniert werden.

3 Spezifikation

Der zu entwerfende Hochpass soll folgende Anforderungen erfüllen:

- Die **Grenzfrequenz** soll **20 Hz** betragen.
- Die **Verstärkung** soll **0 dB** betragen damit der Signalpegel im Durchlassbereich durch das Filter nicht verändert wird.
- Die **Charakteristik** des Filters soll **Butterworth** sein, damit der Amplitudenfrequenzgang im Durchlassbereich möglichst flach verläuft.
- Die **Ordnung** des Filters soll **zwei** betragen, um eine einfache Realisierung zu ermöglichen. Dadurch ist die Berechnung auch mit der Demo Edition von AktivFilter 3 möglich.
- Die **Eingangsimpedanz** soll größenordnungsmäßig etwa **10 kOhm** betragen, jedoch darf der Wert auch niedriger sein.
- Die **Widerstandswerte** sollen aus der Reihe **E24** stammen.
- Es soll der **Operationsverstärker uA741** eingesetzt werden, weil er im gesamten zu nutzenden Frequenzbereich, dem Hörbereich eine ausreichende Verstärkung bietet, überall verfügbar ist und sehr preiswert ist.
- Die **Struktur** der Filterschaltung soll **Sallen-Key** sein, weil diese Schaltung für die geforderte Verstärkung die minimale Anzahl Bauteile hat.

4 Design

Sie starten AktivFilter 3 und rufen den Menüpunkt **DATEI, NEUES FILTER, HOCHPASS MIT SALLEN-KEY-STRUKTUR** auf. Im Dialog machen Sie folgende Eingaben:

Sallen-Key-Hochpass

Charakteristik

Bessel

Butterworth

Tschebyscheff
Welligkeit [dB]:
(0,01 .. 20)

Individuell

Ordnung (1..30):

Grenzfrequenz [Hz]:

Impedanzniveau [Ohm]:

Verstärkung [dB]:

Stufenfolge (falls Ordnung >= 3)

größte Aussteuerbarkeit

geringstes Rauschen

Widerstandswerte

E12-Reihe

E24-Reihe

E48-Reihe

E96-Reihe

Verteilung der Verstärkung

Alle Stufen mit gleicher Verstärkung

Stufenverstärkung abhängig von Q

Verstärkung der Stufen eingeben...

Kapazitätswerte

vorgeben

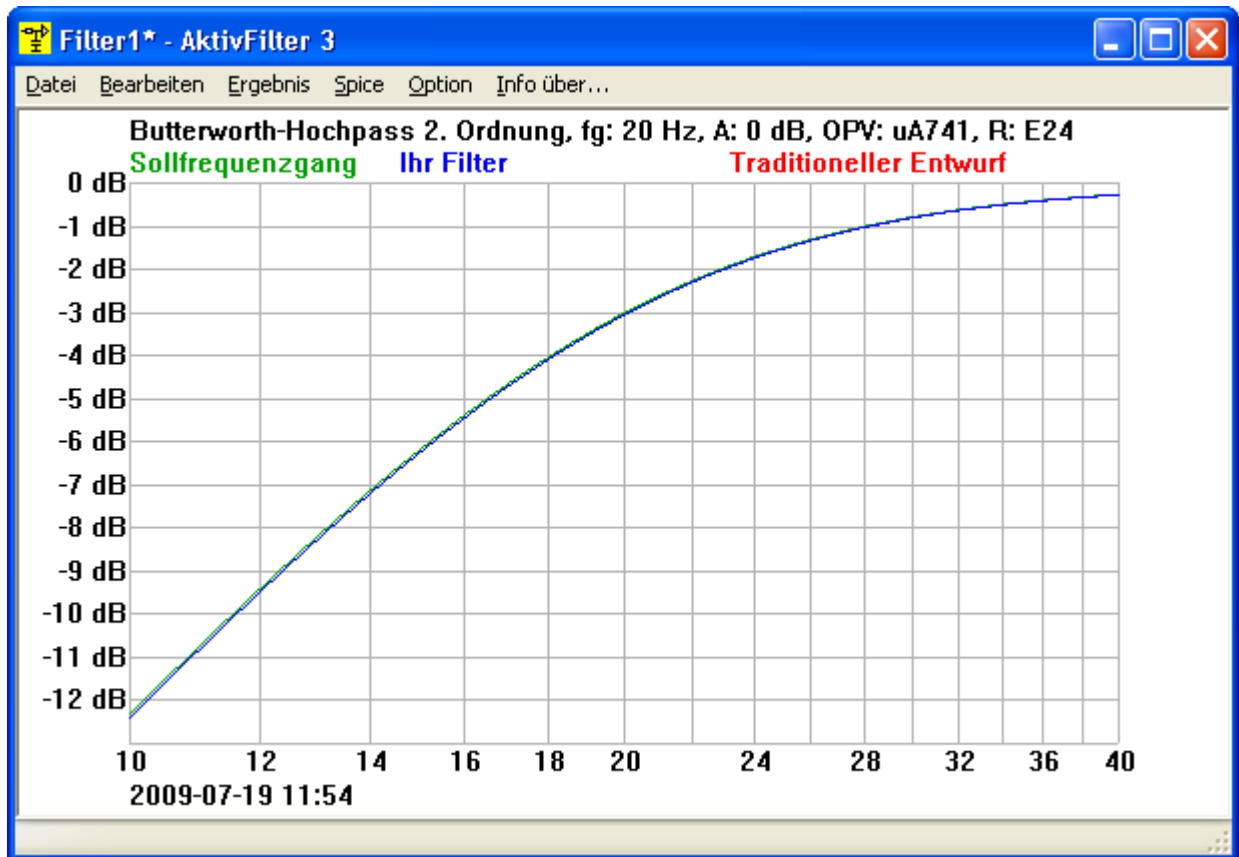
optimieren

Operationsverstärker

TL062
TL064
TL071
TL072
TL074
TL081
TL082
TL084
TLC2201
TLC2202
TLC2272
TLC2274
TLE2071
TLE2072
TLE2074
TLE2081
TLE2082
TLE2084
TS902
TS904
TS912
TS914
TS924
TS951
TS952
TS954
uA741

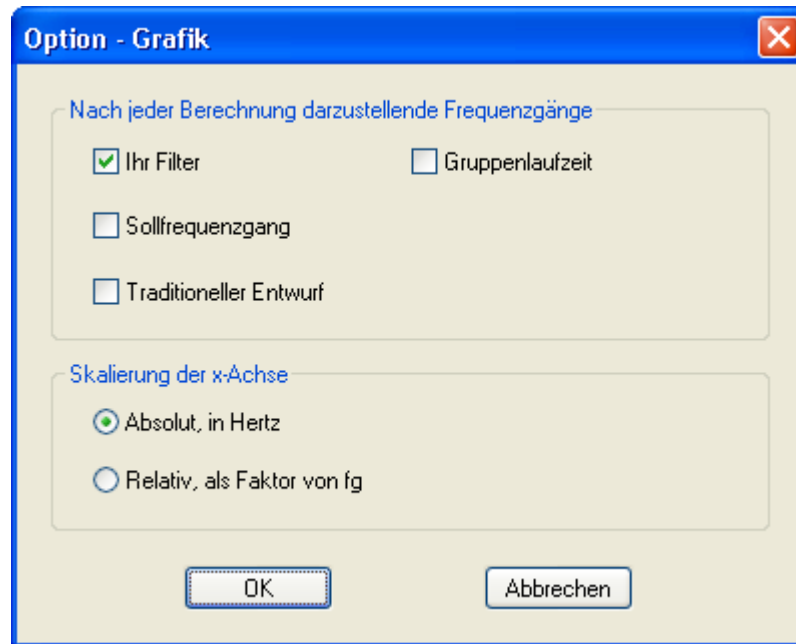
Die Kapazitätswerte sollen vorerst vom Programm optimiert werden, daher wählen Sie in diesem Dialog **KAPAZITÄTSWERTE OPTIMIEREN**.

Wenn Sie alles wie dargestellt eingegeben haben, klicken Sie auf **OK**. Die Berechnung wird gestartet und nach einiger Zeit sehen Sie den Amplituden-Frequenzgang Ihres Ergebnisses:

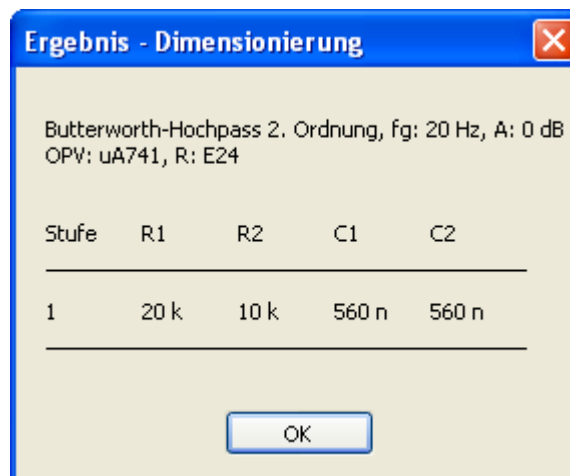


Der Sollfrequenzgang ist im Bild grün dargestellt. Der im Bild rot dargestellte traditionelle Entwurf berücksichtigt den Einfluss der OPV-Eigenschaften nicht. Blau dargestellt ist das Ergebnis der Rechenarbeit von AktivFilter 3: Das auf den Operationsverstärker abgestimmte Filter. Sie erkennen, dass in diesem Fall alle drei Kurven praktisch übereinstimmen. Die Realisierung entspricht also sehr genau dem Sollfrequenzgang.

Der Übersichtlichkeit halber wollen wir jetzt die Darstellung des traditionellen Entwurfs und des Sollfrequenzgangs abschalten. Wählen Sie hierzu den Menüpunkt **OPTION, GRAFIK**. Entfernen Sie die Häkchen an den Feldern **SOLLFREQUENZGANG** und **TRADITIONELLER ENTWURF**. Schließen Sie den Dialog mit **OK**. Jetzt sehen Sie nur noch die blaue Kurve, die Ihr entworfenes Filter darstellt.



Öffnen Sie jetzt den Menüpunkt **ERGEBNIS, DIMENSIONIERUNG**, um das Berechnungsergebnis zu inspizieren:



C1 und C2 haben beide den gleichen Wert. Alle Widerstände stammen aus der E24-Normreihe. Diese Bauteile sind überall erhältlich. Das Ergebnis sollte Ihnen also gefallen. Schließen Sie jetzt den Ergebnis-Dialog mit **OK**.

5 Das Ergebnis speichern

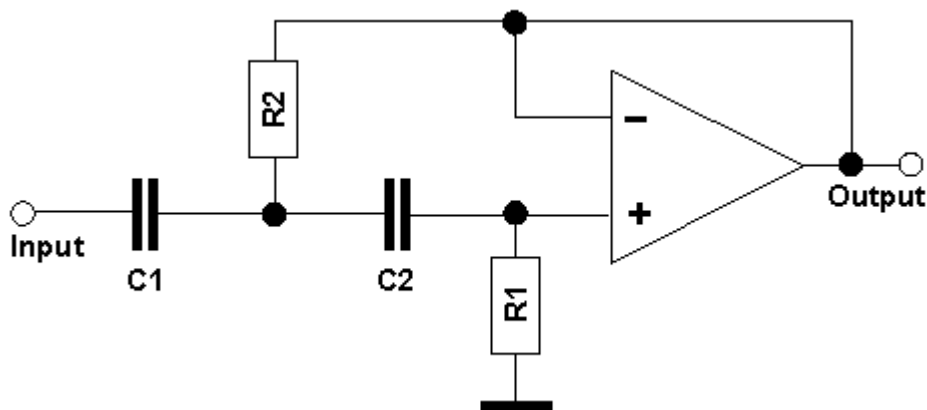
Sie sind mit Ihrem Design zufrieden und wollen Ihr Ergebnis abspeichern. Klicken Sie hierzu auf **ERGEBNIS, SPEICHERN**. Das Entwurfsergebnis wird als HTML-Datei gespeichert; als Dateinamen geben Sie z.B. **Rumpelfilter** ein. Die nächste Seite zeigt das Aussehen der abgespeicherten HTML-Seite.

Filterdesign "Rumpelfilter"

Spezifikation

Typ: Hochpass
Charakteristik: Butterworth
Ordnung: 2
Struktur: Sallen-Key
Grenzfrequenz: 20 Hz
Verstärkung: 0 dB
Operationsverstärker: uA741
Alle Widerstände: E24

Schaltung einer Stufe



Bauteilwerte

Stufe	R1	R2	C1	C2
1	20 k	10 k	560 n	560 n

Datum: 2009-07-19 11:54, Designer: Stefan Bayer

Erstellt mit AktivFilter 3, © 2001-2009 Stefan Bayer, SoftwareDidaktik www.softwaredidaktik.de

6 Die Spezifikation speichern

Jetzt sollten Sie Ihre Spezifikation abspeichern, also Ihre Vorgaben, die zu Ihrem Design geführt haben. Wählen Sie hierzu den Menüpunkt **DATEI, SPEZIFIKATION SPEICHERN**. Die Spezifikationsdatei hat immer die Dateinamenserweiterung AFS (AktivFilter-Spezifikation). Beenden Sie jetzt AktivFilter 3.

7 Die Spezifikation laden

Suchen Sie die Spezifikationsdatei im Explorer oder gehen Sie über das Windows-Startmenü in „Zuletzt verwendete Dokumente“ (in Windows XP) oder „Dokumente“ (z.B. in Windows 2000). Klicken Sie dort Ihre Spezifikationsdatei an (Doppelklick im Explorer). Sofort wird AktivFilter gestartet und berechnet wieder Ihr Filter. Sie könnten jetzt an Ihrem Filterentwurf weiterarbeiten, Kapazitäten ändern oder Änderungen an Ihrer Spezifikation vornehmen – und schließlich eine neue Spezifikationsdatei abspeichern. Das ist die professionelle Arbeitsweise, die mit AktivFilter 3 möglich ist. Die von Ihnen abgespeicherte Spezifikationsdatei kann von jedem geladen werden, der über AktivFilter 3 verfügt. Auf diese Weise können Sie z.B. Ihre Arbeitsergebnisse an andere Mitarbeiter weiter geben.