

Im Applikator werden interessante, meist neue Bauteile und ihre Anwendungen vorgestellt. Die Erhältlichkeit ist nicht garantiert. Der Inhalt basiert auf Herstellerangaben und ist nicht vom Elektor-Labor auf Praxistauglichkeit überprüft!

Notchfilter hoher Güte

ohne selektierte Bauteile

Von Klaus-Jürgen Thiesler

Ein Sperrfilter für ein enges Frequenzband benötigt normalerweise sehr eng tolerierte Bauteile. Nicht so, wenn man diese Schaltung mit einem speziellen Opamp-IC von Maxim einsetzt.

In steilflankigen Filterschaltungen beeinflussen sich die Bauteiltoleranzen in dem komplexen Frequenzverhalten gegenseitig, so dass mit Standardbauteilen kein befriedigendes Ergebnis zu erzielen ist. Die hier vorgestellte Schaltung verlagert die empfindlichen Widerstände für die Filteramplitude in ICs, die leicht erhältlich sind und das Layout drastisch vereinfachen. Die Operationsverstärker sind mit internen laserabgeglichenen Widerständen ausgestattet, die den Nominalwert besser auf als 1 % einhalten. Müssten dagegen einzelne Präzisions-Widerstände mit absoluten Toleranzwerten auf relative Toleranzen zueinander abgeglichen werden, wäre dies erheblich teurer und umständlicher. Die gewünschte Sperrfrequenz lässt sich für die beiden RC-Glieder in **Bild 1** schnell berechnen.

Arbeitsteilung

Die Schaltung trennt Amplitude und Frequenz in zwei frequenz-bestimmende RC-Netzwerke und in die zwei signalstärkebestimmenden Rückkopplungs-Netzwerke des Summenverstärkers IC2, der die zu sperrende Frequenz durch einfache Phasenverschiebung aus dem Eingangssignal eliminiert.

IC1 enthält zwei Operationsverstärker mit samt Rückkopplungsnetzwerk. Den MAX4075 gibt es mit 54 verschiedenen Verstärkungsverhältnissen von -0,25...100 V/V bezie-

hungsweise nichtinvertierend +1,25...101 V/V (Datenblatt!). Das Suffix AD deutet darauf hin, dass hier

die Version als Inverter ($G = -1$) eingesetzt ist. Sie arbeiten als getrennte Allpassfilter mit der Phasenverschie-

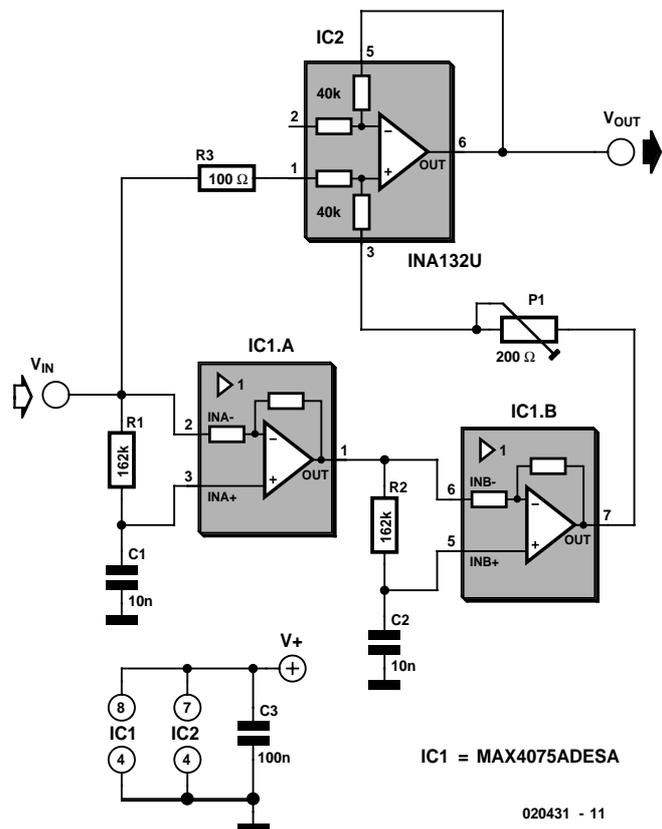


Bild 1. Spezielle Opamps mit laserabgeglichenen Widerständen.

bung von zusammen genau 180° an der Eckfrequenz f_0 . Die integrierten Verstärkungs-Widerstände verursachen eine Verstärkungsabweichung von weniger als 0,1 %. Sie sind verantwortlich für die Höhe der Signalamplitude (bei der Sperrfrequenz), die von IC2 zum Eingangssignal summiert wird. Sie beeinflussen dagegen nicht die Sperrfrequenz selbst. Dafür sind die beiden externen RC-Glieder zuständig, die dafür auf die Signalunterdrückung keinen Einfluss haben.

SMD-Bauteile sind allgemein wesentlich enger toleriert erhältlich als bedrahtete. Da die beiden ICs ohnehin nur im SOIC-8-Gehäuse hergestellt werden, sind die sechs passiven Bauteile im SMD-Gehäuse nur von Vorteil. Mit dem Trimmer P1 kann auf maximale Frequenzunterdrückung justiert werden.

RC-Saugkreis

Mit Standard-Toleranzwerten für R1 und R2 von 1% (0806) und für C1/C2 mit 10 % (X7R-Keramik) lassen sich Unterdrückungseigenschaften besser als in **Bild 2** erzielen. Mit sele-

tierten RC-Gliedern kann eine genauere Sperrfrequenz erreicht werden.

An Pin 3 von IC 2 gelangt das bei der Kerbfrequenz zweimal um 90° gedrehte Signal, an Pin 1 liegt das Eingangssignal. Über die beiden integrierten Widerstände werden beide Signale gemischt.

IC2 ist ein differentieller Präzisions-Operationsverstärker, der ebenfalls mit Laser auf einen Fehler von maximal ±0,2 ‰ abgeglichenen hochgenauen Widerstands-Netzwerke besitzt. Er ist als angepasster Summiervverstärker beschaltet, wobei der invertierte Eingang an Pin 2 offen bleibt.

Für wesentlich niedrigere Frequenzen als der Resonanzfrequenz

$$f_0 = 1 / (2 \cdot \pi \cdot R \cdot C)$$

haben die Kondensatoren eine hohe Impedanz, so dass die invertierenden Spannungsfolger das Signal nicht verschieben. Bei wesentlich höheren Frequenzen als f_0 verschiebt jeder invertierende Spannungsfolger sein Eingangssignal um 180° und somit insgesamt um 360° = 0°. Die Phasen

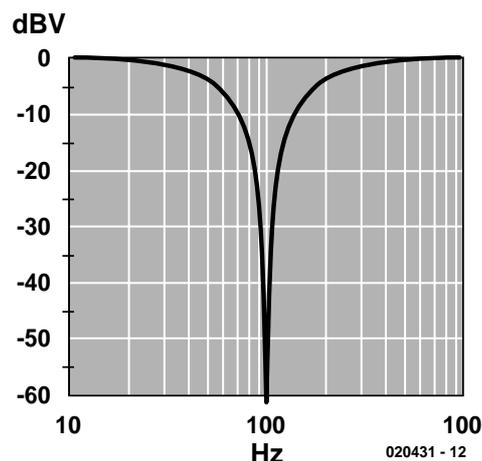


Bild 2. Dieses hervorragende Sperrverhalten ist mit unkalibrierten ±5%-Widerständen und ±20%-Kondensatoren erzielbar.

jedes Allpassfilters verhalten sich wie ein einfacher RC-Pol, verschieben also das Signal an der Resonanzfrequenz um jeweils 90°. Die drei Präzisions-Verstärker-ICs können Signale bis 100 kHz verarbeiten, die Verzerrungen sind ausgesprochen niedrig. Die Versorgungsspannung darf zwischen 2,7...5,5 V betragen, der Versorgungsstrom liegt bei 250 µA.

(020431)rg

Auswahl von Standard-SMD-Bauteilen

Gewünschte Sperrfrequenz f_0 in Hz	R1 / R2 Nächster Wert (E12, ±5%) in kΩ	C1 / C2 Gewählter Wert (±20 %) in nF	Erzielte Sperrfrequenz f_0 (bei ±0,1 % R + C)	Theoretisch maximale Toleranzbreite von f_0 in Hz (mit ±5 % R und ±20 % C)
50	300	10	53	42...70
60	270	10	59	47...77
100	150	10	106	85...140
120	56	22	128	100...170
400	18	22	401	320...530

Anzeige