

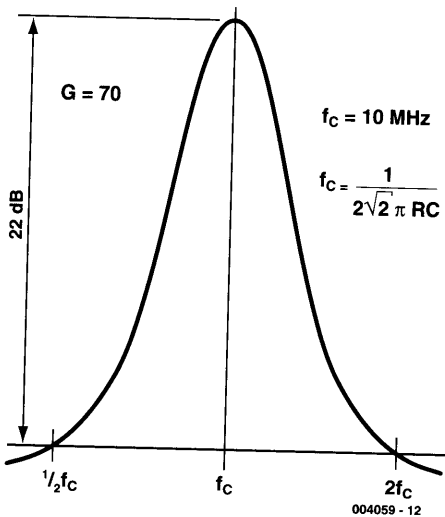
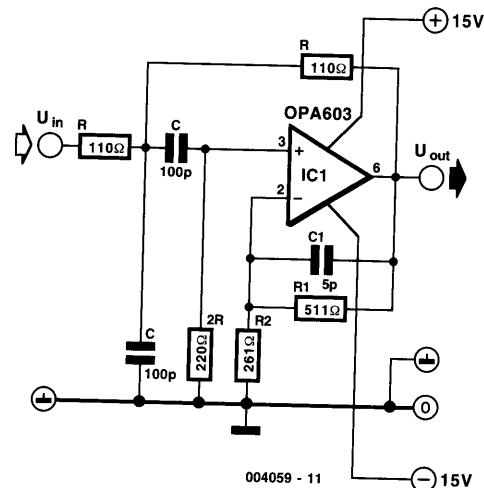
+5,5 V und +11,5 V. Die Ausgangsspannung lässt sich an andere Werte anpassen, wenn man eine einfache Rückkopplung hinzufügt. In der Schaltung bestimmen die Widerstände R3 und R4 die Spannung am Ausgang. Es gilt die Beziehung  $R3 = R4 \cdot ((U_{aus}/1,28) - 1)$ . Der Wert von R4 kann zwischen 10 k und 10 M liegen, für die meisten Anwendun-

gen ist 100 k der richtige Wert. Der maximale Ausgangsstrom beträgt 100 mA. Für D1 (eine 1N5817) kann auch eine andere Schottky-Diode mit vergleichbaren Eigenschaften verwendet werden. Spule L1 muss mindestens einem Strom von 500 mA gewachsen sein.

(004061)gd

## 065 10-MHz-Bandfilter mit nur einem Opamp

In der HF-Technik werden normalerweise Bandfilter verwendet, wenn man einen (Teil-)Frequenzbereich verstärken und den Rest unterdrücken möchte. Mit einem leistungsfähigen Opamp kann ein Bandfilter ohne Induktivitäten auch für vergleichsweise hohe Frequenzen aufgebaut werden. Hier fiel die Wahl auf den OPA603, einen schnellen Current-Feedback-Opamp mit einer Bandbreite von 100 MHz bei einer Verstärkung von 1...10 (0...20 dB). Wenn die Schaltung nur für eine niedrige Bandbreite ausgelegt sein muss, wie es hier der Fall ist, kann eine höhere Verstärkung eingestellt werden. Auch bei einem Current-Feedback-Opamp hängt die Verstärkung von der Rückkopplung zwischen dem Ausgang und dem inver-



tierenden Eingang ab. Ferner bestimmt die Impedanz des Rückkopplungs-Netzwerks die Offene-Schleifen-Verstärkung und das Sprungantwort-Verhalten. Bei der im Bild angegebenen Dimensionierung beträgt die Dämpfung außerhalb des Durchlassbereichs etwa 22 dB, die Mittenfrequenz des Filters liegt bei 10 MHz. Die Schaltung kann an Hand der angegebenen Formel an andere Mittenfrequenzen angepasst werden. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass die Frequenz, bei der die Schaltung noch zufriedenstellend arbeitet, nicht viel höher als 10 MHz ist. Als Stromversorgung wird eine symmetrische Betriebsspannung von ±15 V empfohlen.

(004059)gd

## 066 Präziser Spannungs-/Strom-Wandler

In Mess- und Regelsystemen wird für die Übertragung des Mess- oder Steuersignals häufig eine so genannte Stromschleife verwendet. Dabei wird der Messwert als eingprägter Strom auf einer 2-Draht-Leitung übertragen. Dadurch können ohne Probleme lange Leitungen verwendet werden. Voraussetzung für die Stromsteuerung ist eine präzise Umwandlung des Messwerts (der meist als Spannungswert vorliegt) in einen Strom auf der Leitung. Dafür verwendet man eine Stromquelle, die durch eine Spannung gesteuert werden kann.

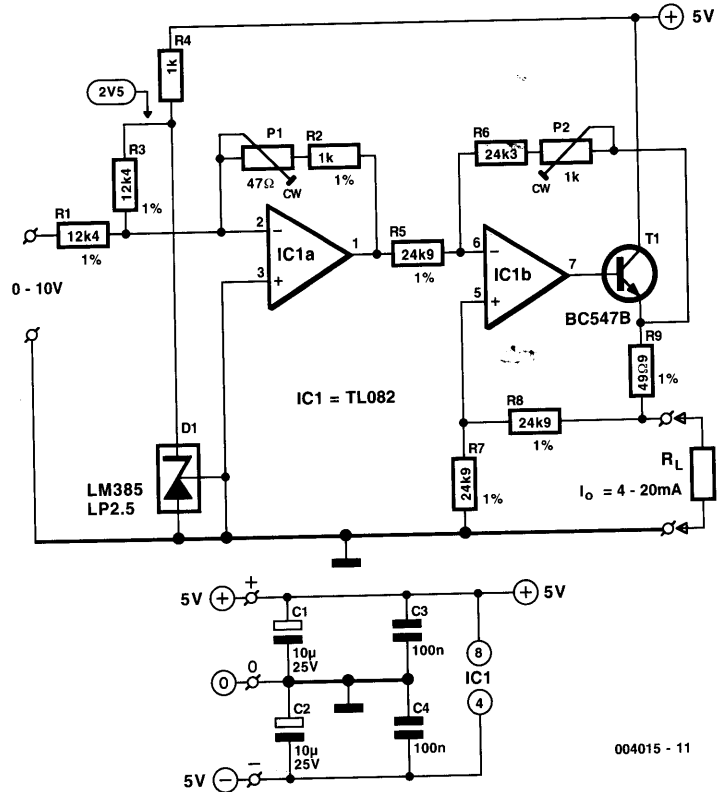
Diese spannungsgesteuerte Stromquelle ist hier mit dem Operationsverstärker IC1b realisiert, der zusammen mit T1 und R5-R8 und P2 einen Instrumentenverstärker (instrumentation amplifier) bildet. Dabei regelt der Verstärker die Spannung an R9 so, dass sie genau der Eingangsspannung entspricht. Dadurch ist auch der Strom durch den Widerstand exakt proportional zur Eingangsspannung. Bei konstanter Spannung ist auch der Strom durch den Widerstand konstant - wir erhalten somit die gewünschte spannungsgesteuerte Konstantstromquelle.

Mit P2 wird die Gleichtaktunterdrückung des Verstärkers abgeglichen. Das Trimpotentiometer gleicht sowohl ungleiche Widerstandswerte als auch die durch R9 verursachte Unsymmetrie aus. Der Eingangsverstärker mit IC1a hat die Aufgabe, die Eingangsspannung an den an den Aussteuerbereich des nachfolgenden Instrumentenverstärkers anzupassen. Außerdem wird über R1, R3 und R4 noch ein Offset hinzugefügt, der dafür sorgt, dass der Ausgangsbereich für die Stromschleife nicht bei 0, sondern bei 4 mA beginnt. Der maximale Strom beträgt 20 mA, daher spricht man in der Regeltechnik auch von einer 20-mA-Stromschleife. Der Verstärkungsfaktor der gesamten Schaltung wird durch den Eingangsverstärker festgelegt und kann mit P1 eingestellt werden. Die Schaltung wird wie folgt abgeglichen:

1. Abgleich der Gleichtaktunterdrückung mit P2: DMM in Reihe mit einem Widerstand von 47 Ω an den Ausgang anschließen und den Stromwert ablesen. Den Widerstand anschließend kurzschließen. Wenn P2 richtig abgeglichen ist, wird der Strom konstant bleiben. Wenn nicht, ist P2 auf den vorherigen Stromwert einzustellen. Jetzt den Kurzschluss wieder aufheben. Wahrscheinlich ändert sich der Strom wieder etwas. P2 wird so lange nachjustiert, bis der Strom mit und ohne Kurzschluss des 47-Ω-Widerstands konstant bleibt.

2. Abgleich des Spannungsbereichs: Mit dem DMM die Spannung an R9 messen, den Ausgang kurzschließen und mit P1 die Spannung auf 200 mV abgleichen.

0014015e



004015 - 11

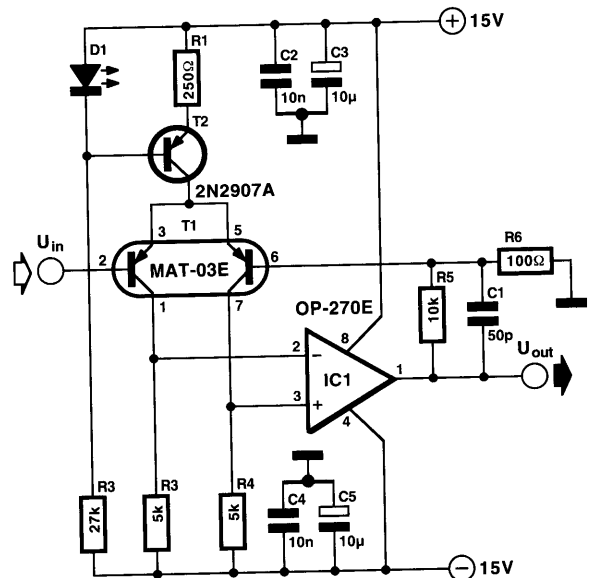
## 067

# Rauscharmer Mikrofonvorverstärker

Text: Hans Steeman

Es gibt kaum Verstärker, die über einen serienmäßigen Mikrofoneingang verfügen – abgesehen von speziellen PA-Verstärkern. An einen Line-Eingang kann man ein Mikrofon natürlich nicht anschließen, dafür ist der Pegel viel zu niedrig. Also wird ein Vor-Vorverstärker benötigt, der das Mikrofonsignal nicht nur ausreichend anhebt, sondern das auch möglichst ohne Rauschen. Die hier vorgestellte Schaltung stellt einen sehr guten Kompromiss zwischen relativ geringem Aufwand und recht hohem Rauschabstand dar. Die Rauschmut eines ohnehin rauscharmen Operationsverstärkers wird durch eine zusätzliche, diskret aufgebaute Differenz-Eingangsstufe mit einem sehr rauscharmen Doppeltransistor vom Typ MAT-03E nochmals deutlich verbessert. Als gemeinsamer Emitterwiderstand dient die mit der LED D1 und Transistor T2 aufgebaute Stromquelle, die für eine hohe Emitter-Impedanz sorgt. Der Mikrofonvorverstärker ist nicht nur rausch-, sondern auch verzerrungsarm. Im Bereich zwischen 20 Hz und 20 kHz bleibt der Klirrfaktor unter 0,005 %. Der Übertragungsbereich reicht von 1 Hz bis 20 kHz.

Da der OP-270E ein Doppelopamp ist, kann man mit einem einzigen IC und zwei Doppeltransistoren einen Mikrofonvorverstärker für zwei Kanäle aufbauen. Zur Stromversorgung genügt ein Kleinnetzteil mit Spannungsreglern für ±12 V bis ±15 V bei einem Strom von unter 100 mA. Die Schaltung eignet sich



004057 - 11

nur für dynamische Mikrofone, die zwischen dem eingang (Uin) und Masse angeschlossen werden. (004057e)