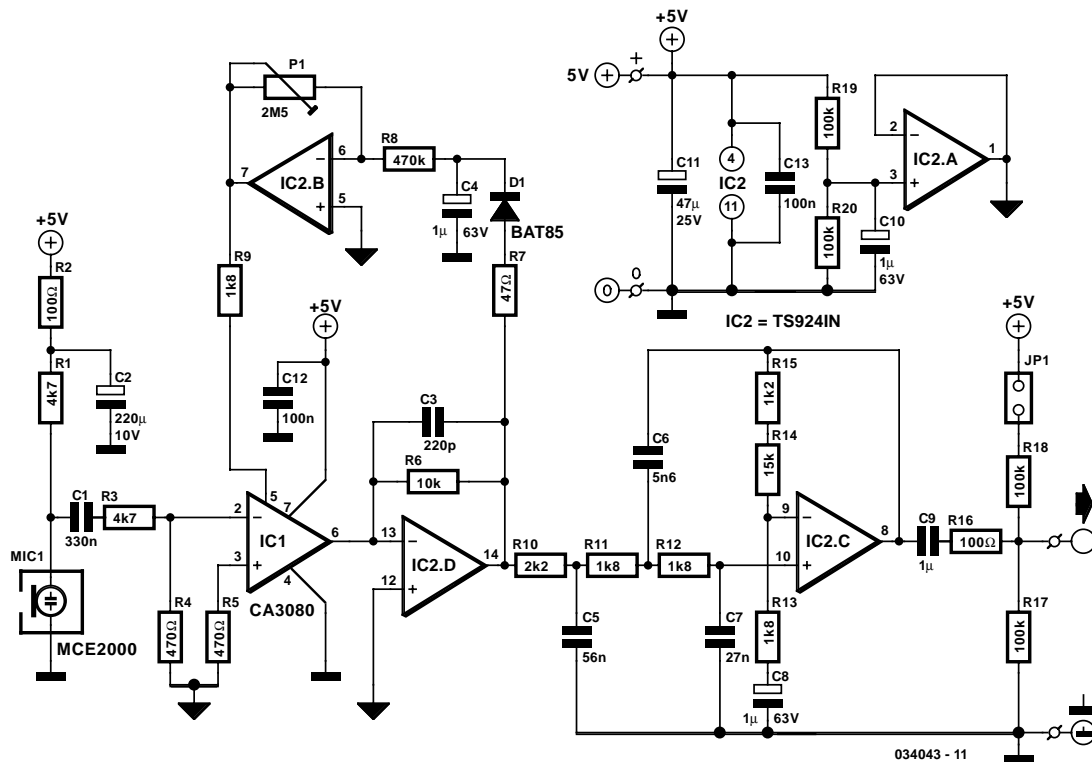


# Kompressor für Electret-Mikrofon



Das Empfänger-Modul der an anderer Stelle in dieser Elektor-Doppelausgabe beschriebenen "FM-Fernbedienung" hat einen Anschluss, an dem auch ein analoges Ausgangssignal zur Verfügung steht. Eine einfache Wechselsprech- oder Rufanlage lässt sich realisieren, indem man den zugehörigen Sender mit einem passenden Mikrofonverstärker ergänzt. Die hier vorgestellte Mikrofonverstärker-Schaltung ist für diesen Zweck besonders geeignet. Der Entwurf basiert zum Teil auf dem "AM-Modulator für Netz-Fernsteuerung" aus der Juli/August-Ausgabe des vorigen Jahres (Schaltung 065, S. 86). Es wurden diverse Details angepasst, unter anderem auch, weil das Sender-Modul der FM-Fernbedienung mit der Betriebsspannung +5 V arbeitet.

Als OTA (IC1) wird hier die Single-Ausführung CA3080 eingesetzt, deren Daten von der Dual-Version CA3280 teilweise abweichen. Als Vierfach-Opamp wird jedoch der gleiche Rail-to-Rail-Opamp, der TS924IN von SGS-Thomson verwendet. Die Eckfrequenz des Filters (Tschebyschew, 3. Ordnung, 1 dB Welligkeit) wurde zugunsten der Verständlichkeit auf ungefähr 5,5 kHz angehoben. Im Gegensatz zur ursprünglichen Schaltung wird das Signal nun vom Filter verstärkt, die Verstärkung wurde auf 10 festgelegt. In der Praxis kann es infolge von Bauteile-Toleranzen und nicht idealem Verhalten des Opamp vorkommen, dass die Filter-Charakteristik von den Sollwerten abweicht. Beim Labor-Aufbau der Schaltung musste zum Beispiel der Wert von R15 auf 2,7 kΩ erhöht werden, um der Filter-Charakteristik die gewünschte Form zu geben.

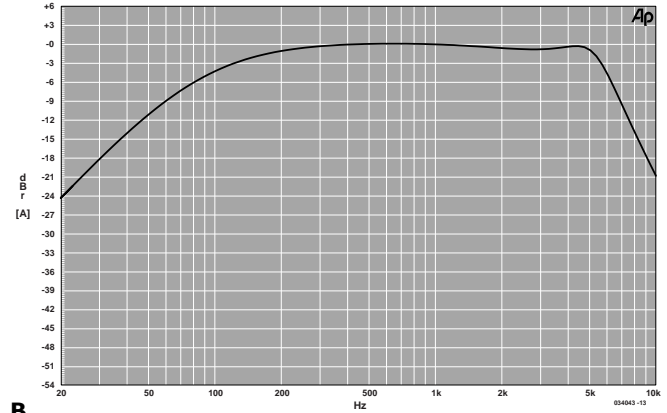
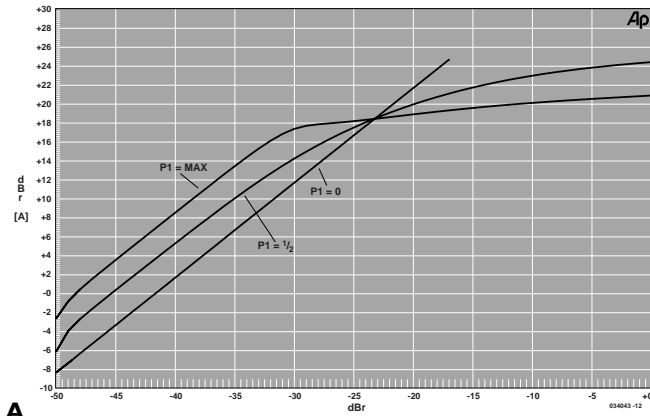
Die Gleichstrom-Änderungen am Ausgang des OTA und die daraus resultierenden Offset-Änderungen am Ausgang des

Strom-nach-Spannung-Umsetzers IC2d infolge der Regelung von  $I_{ABC}$  erfordern eine beträchtlich niedrigere Verstärkung von IC2d, verglichen mit dem Entwurf aus dem Vorjahr. Das ist notwendig, damit das Ausgangssignal nicht bereits ohne Aussteuerung gegen die Betriebsspannung fest läuft. Der Wert von Widerstand R6 ist deshalb um den Faktor 10 niedriger als im ursprünglichen Entwurf. Das hat zur Folge, dass die Durchgangsverstärkung um 20 dB niedriger liegt. Die niedrigere Verstärkung wird durch die höhere Verstärkung des Filters ausgeglichen.

Der Amplituden-Wert des Ausgangssignals von IC2d wird über Spitzen-Gleichrichter D1/C3 und den regelbaren invertierenden Verstärker IC2b als Regelstrom zum OTA zurückgeführt. Widerstand R7 hat die Aufgabe, den Ladestrom zu begrenzen. Der Kompressionsgrad lässt sich mit P1 zwischen maximaler Kompression und konstanter Verstärkung einstellen.

**Diagramm A** veranschaulicht die Wirkungsweise der Schaltung. Der Wert 0 dBr entspricht dort der Spannung 100 mV. Wenn P1 auf maximale Kompression eingestellt ist, beträgt die Verstärkung bei kleinen Signalen etwa 48 dB, was dem Faktor 250 entspricht. Die niedrigste Verstärkung liegt bei 20 dB (Faktor 10). Der OTA ist dann einigermaßen übersteuert, so dass die Verzerrungen im Prozent-Bereich liegen. Ist die Verstärkung konstant eingestellt (P1 kurz geschlossen), beträgt die Verstärkung ca. 42 dB (Faktor 125).

Die mittlere Kurve in Diagramm A wurde mit P1 in Mittelstellung aufgenommen. Die Kurve, die bei konstanter Verstärkung aufgenommen wurde (rechte Kurve), endet nicht am Rand des Diagramms, weil am Kurven-Ende die maximale Ausgangs-



spannung erreicht ist ( $25 \text{ dBr} \approx 1,76 \text{ V}$  oder  $5 / 2 \sqrt{2}$ ).

**Diagramm B** gibt die Amplituden-Charakteristik wieder. Die untere Eckfrequenz wird hauptsächlich von C8 und in geringerem Maß von C1 bestimmt, sie liegt bei ungefähr 120 Hz. Die Stromaufnahme der Mikrofonverstärker-Schaltung beträgt ca. 7 mA. Für den Batterie-Betrieb sind zum Beispiel drei in Reihe geschaltete Mignon-Zellen geeignet, die Arbeitsweise wird durch die niedrigere Betriebsspannung 4,5 V nicht beeinträchtigt. Höhere Betriebsspannungen (maximal 12 V für den TS924IN und maximal 30 V für den CA3080) sind ebenfalls möglich. Dabei muss natürlich dafür gesorgt werden, dass auch das Elektret-Mikrofon die vorgeschriebene Betriebsspannung erhält. Außerdem ist zu beachten, dass der maximale Strom durch R9 (das ist  $I_{ABC}$ ) höchstens 2 mA betragen darf. Wenn der hier gewählte maximale Strom (1 mA) und die maximale Ausgangsspannung von IC2b ( $2,5 \text{ V} = \text{halbe Betriebsspannung}$ ) zu Grunde gelegt werden, ergibt sich der Wert von R9 aus  $(2,5 \text{ V} - 0,7 \text{ V}) / 1 \text{ mA} = 1,8 \text{ k}\Omega$ . Die Spannung 0,7 V ist hier die Spannung zwischen Anschluss 5 und Masse.

Noch weiter auf der sicheren Seite bewegt man sich, wenn man von der vollen Betriebsspannung und dem Strom 2 mA ausgeht:  $(5 \text{ V} - 0,7 \text{ V}) / 2 \text{ mA} = 2,2 \text{ k}\Omega$  (Zahlenwert nach oben gerundet). Mit diesem Wert zeigt die Regelung natürlich ein etwas anderes Verhalten, denn die Verstärkung liegt niedriger. Die Mikrofonverstärker-Schaltung und das Sender-Modul können an der gleichen 5-V-Stromversorgung betrieben werden. Da am Eingang des Sender-Moduls ein Gleichspannungs-Offset liegen muss, bietet es sich an, für diese Anwendung einen Widerstand (R18) vom Ausgang über einen Jumper nach +5 V zu schalten. Dadurch liefert der Ausgang eine Offset-Spannung, die der halben Betriebsspannung entspricht. Ohne diese Maßnahme würde R17 als Null-Last wirken, denn C9 wird auch ohne angeschlossene Last aufgeladen. Wenn man für die Mikrofonverstärker-Schaltung eine Platine entwirft, kann man die Schaltung des Sender-Moduls in das Layout integrieren. Die Stromaufnahme beider Schaltungen beträgt insgesamt ca. 10 mA.