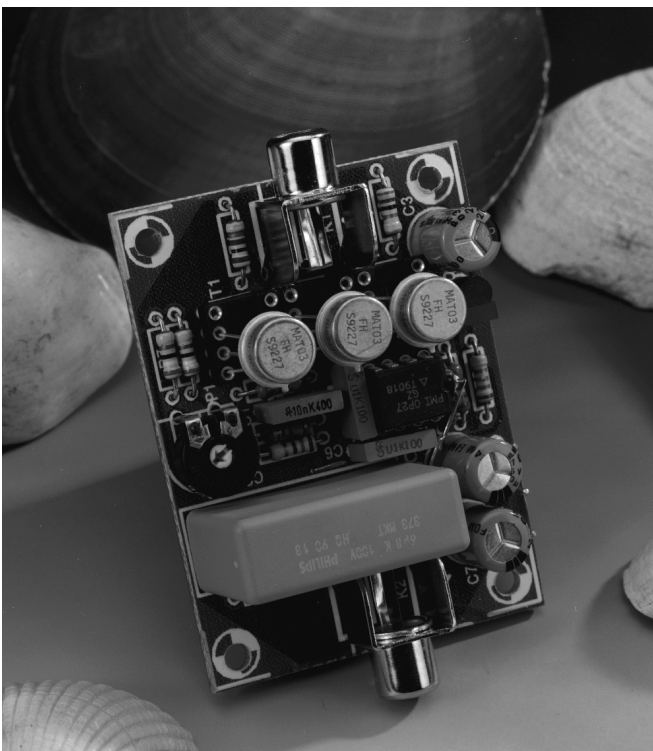


072

## Ultra-Low-noise-MC-Vorverstärker



Dieser Vorverstärker ist speziell für niederohmige Signalquellen ausgelegt, wie sie ein Moving-coil-Tonabnehmersystem in hochwertigen Plattenspielern darstellt. Eigentlich handelt es sich um einen Vor-Vorverstärker, der einen linearen Frequenzgang aufweist, also selbst keine RIAA-Entzerrung vornimmt. Bei

Verwendung als MC-Preamp wird sein Ausgang mit dem normalen Tonabnehmereingang (für dynamische Tonabnehmer) des Verstärkers verbunden. Der Vorverstärker kann auch zur Anpassung sehr niederohmiger Mikrofone an einen normalen Mikrofoneingang (für dynamische Mikrofone) verwendet werden.

### Stückliste

#### Widerstände:

R1,R12 = 100  $\Omega$

R2 = 15 k

R3 = 82  $\Omega$

R4,R5 = 1k50

R6 = 150  $\Omega$

R7,R8 = 39  $\Omega$

R9 = 5 $\Omega$ 62

R10 = 82 $\Omega$ 5

R11 = 511  $\Omega$

R13 = 100 k

P1 = 50- $\Omega$ -Trimpoti

#### Kondensatoren:

C1 = 10 n

C2 = 10  $\mu$ /MKT (Siemens),

Raster 22,5 mm oder 27,5 mm

C3,C5,C7 = 220  $\mu$ /25 V stehend

C4,C6 = 100 n

Halbleiter:

Halbleiter:

D1 = LED, rot, flach

T1,T2,T3 = SSM2220 oder

MAT03 (Analog Devices)

T4 = BC560C

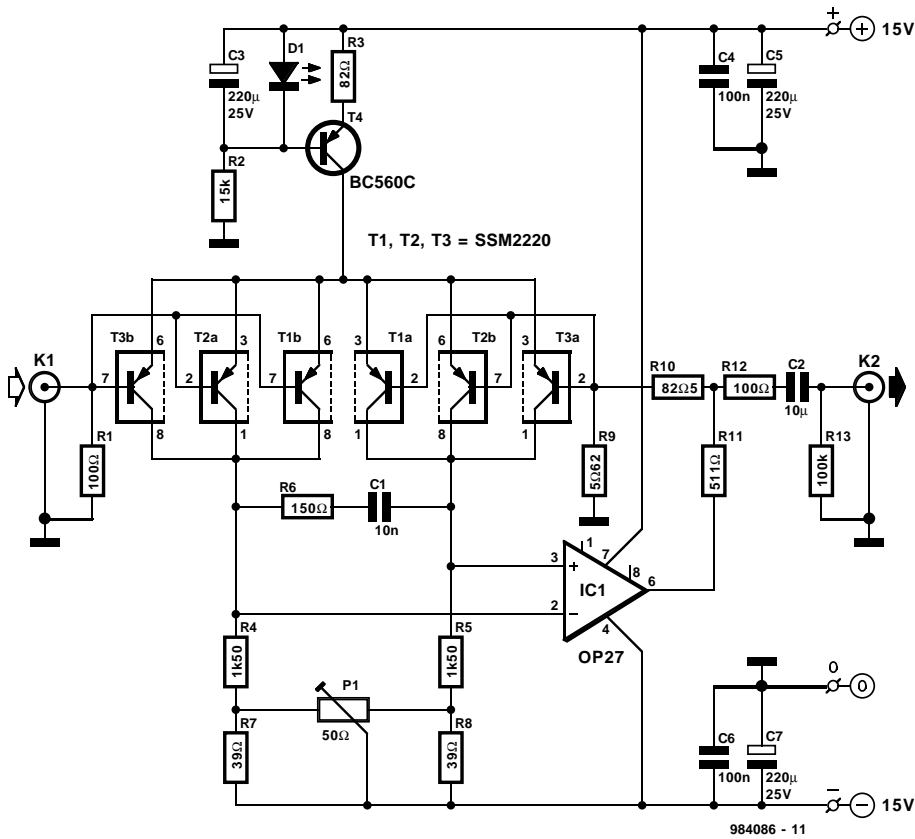
IC1 = OP27GP (Analog Devices)

#### Außerdem:

K1,K2 = Cinchbuchse für Platinenmontage z.B. T-709G (Monacor)

Die Eingangsimpedanz des Preamps beträgt etwa 100  $\Omega$ . Um das Eingangsrauschen so klein wie möglich zu halten, wurden drei Doppeltransistoren vom Typ SSM2220 oder MAT03 parallel geschaltet. Da diese Doppeltransistoren einem Opamp vom Typ OP27 vorgeschaltet werden, ist das Rauschen der Eingangstransistoren des Opamps praktisch eliminiert. Die Basisanschlüsse der diskreten Eingangsstufe stellen die Eingänge eines Superopamps mit extrem niedrigem Rauschpegel dar. Der Vorteil der verwendeten PNP-Transistoren gegenüber den komplementären NPN-Typen liegt in dem sehr viel geringeren tieffrequenten Stör-

pegel. Dem steht allerdings ein relativ hoher Eingangs-Biasstrom von etwa 5,5  $\mu$ A für die Gleichspannungseinstellung gegenüber, der sich aus der Einstellung des Kollektorstroms auf 2 mA pro Transistor in Verbindung mit einer relativ niedrigen Stromverstärkung der PNP-Typen ergibt. Um einen möglichen Ausgangs-Offset durch Toleranzen der Widerstände R4 und R5 auszugleichen, wurde ein Abgleich mit P1 und den Widerständen R7/R8 vorgesehen. Transistor T4 und LED D1 sorgen für eine stabile Stromeinrichtung des Differenzverstärkers. D1 sollte eine flache, rote LED sein, deren breite Seite für



## Meßwerte

### A. Bestückung mit 3 x SSM2220/MAT03

	Eingangssignal: 0,5 mV/25 Ω	Eingang kurzgeschlossen
S/N (BW = 22 kHz)	71,2 dB	74 dB
	74 dBA	76,2 dBA

### B. Bestückung mit 1 x MAT03 (R3 = 249 Ω)

S/N (BW = 22 kHz)	69,5 dB	71 dB
	72,3 dBA	73,7 dBA

nV/√Hz erhöht, was gemessen einen Rauschpegel von 0,52 nV/√Hz ergibt. Wenn man mehr Verstärkung benötigt, kann R9 nochmals kleiner werden, was einen Rauschpegel von 0,4 nV/√Hz ermöglicht.

Ein Nachteil der Lösung mit dem zusätzlichen Widerstand R1 ist, daß sich die interne Verstärkung erhöht, was die Bandbreite und die Aussteuerungsmarge etwas reduziert. Allerdings spielt das bei der Verwendung von Moving-coil-Tonabnehmern nur eine untergeordnete Rolle.

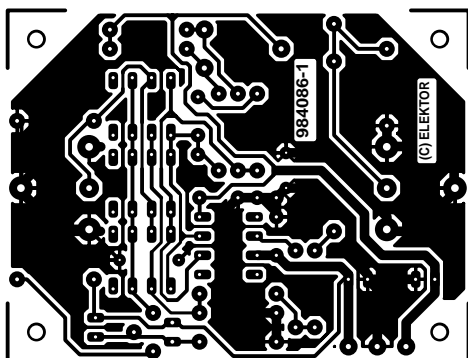
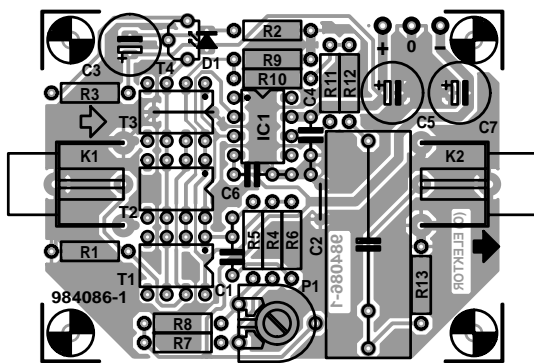
Für den Abgleich von P1 gibt es zwei Möglichkeiten. Die erste besteht darin, die am Ausgang von IC1 (Pin 6) gemessene Gleichspannung auf Minimum (0 V) einzustellen. Bei der zweiten Methode wird die Eingangs-Offsetspannung gemessen, zum Beispiel 0,55 mV an 100 Ω. Von der Annahme ausgehend, daß der Beitrag von T1, T2 und T3 zum Offset zu vernachlässigen ist, sollte die Ausgangsspannung für perfekte Symmetrie 15,68 x 0,55 mV betragen. Das bedeutet, die Spannung am Knotenpunkt R10/R11/R12 sollte gemessen nach Masse 8,62 mV betragen.

Wer versuchs halber die Anzahl der Doppeltransistoren am Eingang von drei auf eins reduzieren möchte, der braucht nur den Wert von R3 auf 249 Ω zu ändern. Dabei nimmt der Eingangsrauschpegel aber um 2,5 dB zu.

Am Ausgang befindet sich ein immerhin 10 μF großer Folienkondensator, für den wir einen MKT-Kondensator von Siemens verwendet haben. Wenn der MC-Vorverstärker an den normalen Tonabnehmereingang (für dynamische Tonabnehmer) eines Verstärkers angeschlossen wird, sorgt der Kondensator für das Abblocken einer Gleichspannung.

Für die Stromversorgung benötigt man ein kleines symmetrisches Netzteil, das stabilisierte ±15 V zur Verfügung stellt. Die Stromaufnahme des MC-Preamps ist mit etwa 16 mA so klein, daß das an anderer Stelle in dieser Ausgabe beschriebene, symmetrische Kleinnetzteil sehr gut geeignet ist.

Der Aufbau auf der abgebildeten Platine ist unkritisch, nicht vergessen sollte man aber die Drahtbrücken unter Transistor T3 und bei C2.



eine gute thermische Kopplung an die flache Seite von T4 gepreßt wird (mit Draht zusammenbinden). Da der Eingangsrauschpegel mit 0,4 nV/√Hz so gering ist wie der eines 10-Ω-Widerstands, ist es wichtig, daß die Rückkopplung so wenig wie möglich daran ändert. Daraus ergibt sich die Konsequenz, daß die Impedanz der Rückkopplungsschaltung viel niedriger als 10 Ω sein muß. Andererseits kann der OP27 nicht zu niederohmig belastet werden, so daß die Rückkopplungsimpedanz nicht weniger als 600 Ω sein darf. Um einen niedrigen Wert für R9 verwenden zu können, galt es einen Kompromiß zu finden zwischen maximaler Verstärkung (hier 15,7fach bzw. 24 dB) und dem Wert von R9. Durch einen zusätzlichen Widerstand (R11) vor der eigentlichen Gegenkopplung wird ein ausreichend hoher Abschluß für den Opamp erreicht, während R9 den Eingangsrauschpegel nur um 0,3