

3 Sekunden. Diese Zeitdauer läßt sich durch Vergrößern von C6 verlängern. Daß die Schaltung nicht arbeitet, wenn das Licht ausgeschaltet ist, hat einen sehr einfaches Grund: Sie erhält ihre Betriebsspannung vom Standlichtschalter.

J. Glauser

## 299 Beta-Tester

Mit diesem Tester kann man die Stromverstärkung  $\beta$  von NPN- und PNP-Transistoren auf einfache Art messen, wobei die Messung unabhängig von der Betriebsspannung ist. Aus der Schaltung sieht man, daß der Basisstrom über den Widerstand R1 fließt. Er errechnet sich nach der Formel

$$I_b = \frac{U_{XY} - U_{BE}}{R1}$$

Für den Spannungsabfall über dem Kollektorwiderstand gilt:

$$U_{R2} = I_c \cdot R2 = \beta \cdot I_b \cdot R2$$

Mit dem Poti P1 wird eine Referenzspannung eingestellt, wobei D1 (bei NPN) beziehungsweise D2 (bei PNP) diese Spannung praktisch um die Basis-Emitter-Spannung des Prüflings "verschieben". Dadurch steht die Einstellung des Potis in direktem Zusammenhang mit dem Stromverstärkungs-Faktor des gemessenen Transistors.

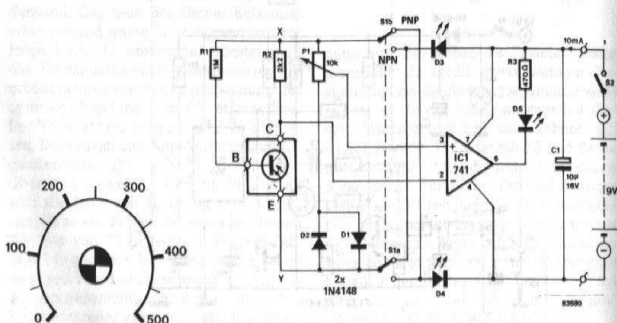
Der OpAmp IC1 ist als Komparator geschaltet, er vergleicht den Spannungsabfall über R2 mit der am Schleifer von P1 abgegriffenen Spannung. Das Poti P1 wird bei der Messung so eingestellt, daß die LED

D5 bei der kleinsten Bewegung aufleuchtet beziehungsweise verlöscht. Will man die abgebildete Skala verwenden, benötigt man ein Standard-Poti (270°).

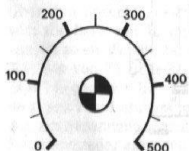
Mit dem Schalter S1 wird — durch Umpolen der Spannung  $U_{XY}$  — zwischen NPN- und PNP-Transistoren umgeschaltet. Die LEDs D3 und D4 haben hier keine Anzeigefunktion, sondern begrenzen durch einen Spannungsabfall von etwa 0,6 V "pro Stück" die Spannung  $U_{XY}$  so, daß die Eingangsspannungen am OpAmp IC1 immer in dem Bereich liegen, den der OpAmp sicher verarbeiten kann.

Die Schaltung kann mit einer 9-V-Blockbatterie versorgt werden, die Stromaufnahme beträgt etwa 10 mA, wenn die LED D5 leuchtet, und etwa 1,1 mA im anderen Fall.

Mit einem Transistor mit bekanntem  $\beta$  kann man die Skala so justieren, daß die Anzeige stimmt. Ein Präzisionsmeßgerät mit 1% Genauigkeit ist sie natürlich nicht, ihre Hauptanwendung liegt sowieso nicht im Ausmessen unbekannter, sondern im Testen möglicherweise defekter Transistoren (deren normale Stromverstärkung man kennt oder einem Datenblatt entnimmt).



358



## 300 Mikrofon-Vorverstärker mit Klangeinstellung

Die "Aktivisten" der Schaltung (Bild 1) sitzen in einem 8-Pin-DIL-Gehäuse: Das LM 387 enthält zwei Verstärker.

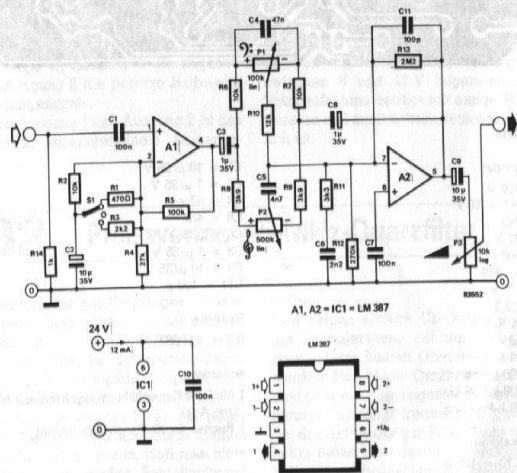
Der LM 387 enthält zwei Verstärker. A1 ist als nicht-invertierender Verstärker geschaltet. Über den Koppelkondensator C1 gelangt das Mikro-Signal an den nicht-invertierenden Eingang von A1. Der Verstärkungsfaktor dieser Eingangsstufe wird durch das Verhältnis von R5 zum jeweils eingestellten Gesamtwiderstand aus R1...R3 parallel R4 festgelegt. Das Verhältnis R5/R4 bestimmt die Gleichspannungsverstärkung der Stufe. Befindet sich Schalter S1 in Mittelstellung, liegt die Reihenschaltung aus R2 und C2 parallel zu R4. Der Wechselstrom-Widerstand von C2 ist vernachlässigbar. Er wird mit steigender Frequenz immer kleiner, so daß der Gesamtwiderstand sich dem Wert "R2 parallel zu R4" annähert, aber der Einfluß ist in der Praxis ohne Bedeutung.

Durch S1 kann zusätzlich R1 oder R3 parallel zu R2 geschaltet und damit der Schaltungseingang an verschiedene Signalquellen oder Mikros angepaßt werden. Der Verstärkungsfaktor beträgt bei Zuschaltung von R1

etwa 225, bei Zuschaltung von R3 etwa 60 und bei der Mittelstellung von S1 etwa 14. Mit C3 wird die Eingangsstufe an die Klangeinstellstufe gekoppelt. Das Verhältnis R13/R12 legt die Gleichspannungsverstärkung dieser Stufe (ungefähr 8-fach) fest. Die Wirkung von R11 und C6 ist prinzipiell die gleiche wie bei R2 und C2; durch den kleineren Wert von C6 findet jedoch eine deutliche Höhenanhebung statt.

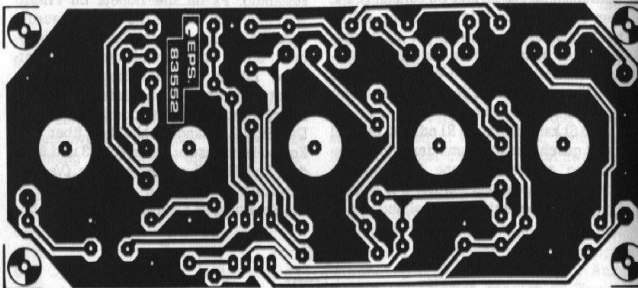
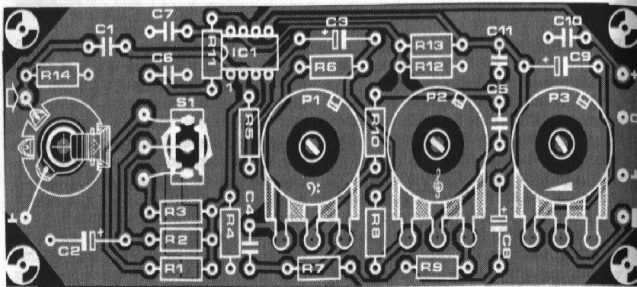
Zwischen dem Ausgang von A1 und dem Eingang von A2 liegt ein R/C-Netzwerk, mit dem die eigentliche Klangbeeinflussung vorgenommen wird. P1 ist für die Bässe zuständig, P2 für die Höhen. Im Prinzip wird auch hier wieder die Tatsache ausgenutzt, daß Kondensatoren bei Wechselströmen einen frequenzabhängigen Widerstand bilden. Soll das Signal klanglich "neutral" bleiben, dann werden die beiden Potis P1 und P2 in Mittelposition gestellt. Das Signal gelangt schließlich über den Koppelkondensator C9 an Poti P3 und über den Poti-Abgriff an die nächste (Verstärker-)Stufe.

Die Schaltung ist nicht nur im Elektor-Labor



359

erprobt, sondern auch vom Entwickler unter praxisnahen Bedingungen (bei einer Band-Probe) einem harten Belastungstest unterworfen worden.



**Stückliste**

**Widerstände:**

- R1 = 470 Ω
- R2, R6, R7 = 10 k
- R3 = 2k2
- R4 = 27 k
- R5 = 100 k
- R8, R9 = 3k9
- R10 = 12 k
- R11 = 3k3
- R12 = 270 k
- R13 = 2M2
- R14 = 1 k
- P1 = 100-k-Poti Lin.
- P2 = 500-k-Poti Lin.
- P3 = 10 k-Poti Log.

- Kondensatoren:**  
 C1, C7, C10 = 100 n  
 360

- C2 = 10 μ/35 V
- C3 = 1 μ/35 V
- C4 = 47 n
- C5 = 4n7
- C6 = 2n2
- C8 = 1 μ/35 V
- C9 = 10 μ/35 V
- C11 = 100 p

- Halbleiter:**  
 IC1 = LM 387

- außerdem:  
 1 Miniatur-Kippschalter (Umschalter mit Mittelstellung Aus)  
 1 Buchse für Klinkenstecker (Mono)

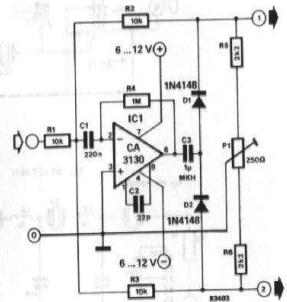
## 301 Aktiver Gleichrichter ohne Offset

Bei einem aktiven Gleichrichter kann der Offset des eingesetzten OpAmps zu Fehlern bei der gleichgerichteten Ausgangsspannung führen. Das ist vor allem bei exakten Messungen sehr störend. Zwar kann man den Offset ausgleichen, aber zum Beispiel durch Temperaturschwankungen oder Schwankungen der Betriebsspannung kann der Offset beim Messen kleiner Spannungen ein Problem werden.

Bei der hier gezeigten Gleichrichterschaltung gibt es diese Probleme nicht, da Ein- und Ausgang des OpAmps durch zwei Kondensatoren (C1 und C3) gleichspannungsmäßig entkoppelt sind. Denkt man sich diese beiden Kondensatoren weg, bleibt eine "normale", aktive Gleichrichterschaltung übrig.

Die Gegenkopplung für die negative Periodenhälfte der Eingangsspannung besteht aus D1 und R2, für die positive Periodenhälfte sind es D2 und R3. R4 sorgt für die DC-Einstellung des OpAmps. An den Ausgängen erscheint die gleichgerichtete Wechselspannungskomponente der Eingangsspannung. An jedem der Ausgänge liegt – gegen Masse gemessen – eine Halbwellen des gleichgerichteten Signals, bedingt durch die invertierende Wirkung des OpAmps an Ausgang 1 die negative und an Ausgang 2 die positive Halbwellen des Eingangssignals.

Zwischen Ausgang 1 und Ausgang 2 ist das doppelseitig gleichgerichtete Eingangssignal abgreifbar.



In diesem Falle müssen die Betriebsspannungen des Meßgerätes und des OpAmps galvanisch getrennt sein. Mit Poti P1 kann die Symmetrie zwischen der "positiven" und der "negativen" Halbwellen des gleichgerichteten Signals eingestellt werden. Um präzise zu arbeiten, benötigt die Schaltung Widerstände mit 1% Toleranz. Die Dioden müssen auf gleichen Spannungsabfall hin ausgemessen werden. Die maximale Eingangsspannung beträgt 4 V<sub>eff</sub>, die maximale Frequenz beträgt etwa 20 kHz. Der OpAmp wird mit einer symmetrischen Betriebsspannung versorgt, die zwischen 6 und 12 V liegen muß. Die Stromaufnahme beträgt nur einige Milliampere, so daß auch Batterieversorgung möglich ist.

## 302 Preiswertes 45-MHz-Quarzfilter

Unbestreitbar hat ein Empfänger, dessen Zwischenfrequenz höher ist als die höchste Frequenz, die er noch empfangen kann, den Vorteil, daß die Spiegelfrequenzen ( $f_a + 2f_m$ ) und die Empfangsfrequenz sehr weit auseinanderliegen. Um nun ein für SSB-Empfang geeignetes Filter mit hoher Zwischenfrequenz und mit einem kleinen Durchlaßbereich zu bauen, muß man nicht unbedingt einen großen Bauteilaufwand

treiben. Man nehme einfach CB-Quarze (27 MHz), die normalerweise auf der dritten, hier aber auf der fünften Oberwelle betrieben werden. Nun haben Oszillatorquarze meist eine oder mehrere sogenannte Nebenresonanzen ("spurious frequencies"), was sich bei der Anwendung in Filtern sehr unangenehm bemerkbar macht. Es entsteht nämlich eine unerwünschte Durchlaßbandbreite.