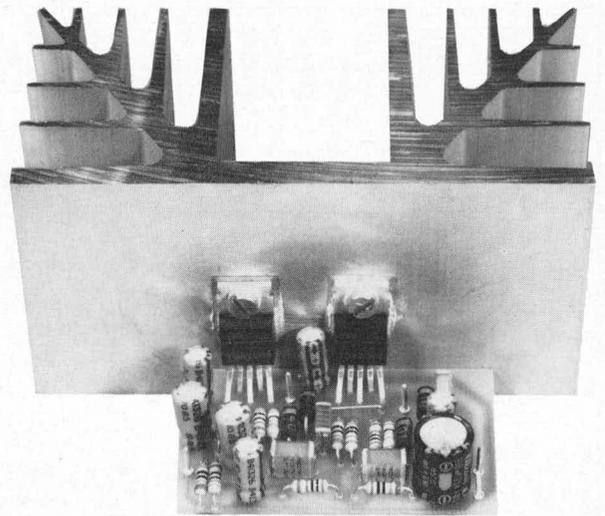


Low-Cost NF-Verstärker



Wie mit wenigen preiswerten Bauelementen ein durchaus leistungsfähiger HiFi-NF-Verstärker zu erstellen ist, zeigt diese kleine Schaltung.

Durch den weiten Versorgungsspannungsbereich von 12 V bis 30 V und die hohe Ausgangsleistung von maximal 35 W, erschließt sich diesem kompakt aufgebauten Verstärker ein weites Anwendungsfeld, so auch z. B. der Einsatz im Kfz.

Allgemeines

Anhand der technischen Daten läßt sich erkennen, daß der hier vorgestellte HiFi-Verstärker für die verschiedensten Anwendungsfälle einsetzbar ist.

Neben dem großen Versorgungsspannungsbereich zeichnet sich die Schaltung durch verschiedene elektronische Schutzmaßnahmen, wie Überhitzungsschutz und Kurzschlußschutz aus.

Durch die sehr kompakte Bauweise ist ein platzsparender Einbau auch in kleine Gehäuse möglich. Je nach gewünschter Verstärkerleistung ist ein entsprechend dimensionierter Kühlkörper vorzusehen. Hierauf gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher ein.

Zur Schaltung

Kernstück der Schaltung sind die beiden integrierten Leistungsverstärker-ICs OP1 und OP2 des Typs TDA 2006 der Firma TELEFUNKEN electronic. Alle wesentlichen aktiven Funktionseinheiten zum Aufbau eines NF-Verstärkers sind in diesen ICs integriert.

Da die Schaltung mit einer einfachen, d. h. unsymmetrischen Versorgungsspannung betrieben wird, die ICs jedoch eine symmetrische (positive und negative) Versorgungsspannung benötigen, wird mit Hilfe des Spannungsteilers R2/R3 und des Pufferkondensators C3 ein künstlicher Bezugspunkt erzeugt, der genau auf der halben Betriebsspannung liegt. Dieses Bezugspotential wird über R1 dem nichtinvertierenden (+) Eingang des OP1 und über R7 dem entsprechenden Eingang des OP2 zugeführt. Hierdurch wird gleichzeitig der Gleichspannungsarbeitspunkt festgelegt.

Über C2 gelangt das NF-Eingangssignal auf den nichtinvertierenden (+) Eingang (Pin 1) des OP1. Am Ausgang (Pin 4) steht das verstärkte und gepufferte Signal zur Verfügung.

Der Verstärkungsfaktor wird mit den Widerständen R4 und R5 festgelegt. Die Rückkopplung erfolgt auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des OP1 in der gleichen Weise wie bei der bekannten Beschaltung eines „normalen“ Operationsverstärkers.

C6 dient lediglich der gleichspannungsmäßigen Entkopplung, d. h. auf die Wechselspannungsverstärkung hat er im interessierenden Frequenzbereich keinen Einfluß.

OP2 ist als invertierender Verstärker geschaltet. Die Verstärkung wird mit den beiden Widerständen R8 (Eingangswiderstand) und R9 (Rückkoppelwiderstand) festgelegt und beträgt in unserem Fall genau 1.

Die Verstärkung wurde deshalb so gewählt, da OP2 sein Steuersignal vom Ausgang des OP1 (über R8) erhält. Dieses Signal ist bereits, wie bekannt, mit dem Verhältnis R4 : R5 verstärkt.

Am Ausgang des OP2 (Pin 4) steht dann ein fast identisches Signal wie am Ausgang des OP1 an, das jedoch in der Phasenlage genau um 180 Grad verschoben ist, d. h.

das Vorzeichen ist jeweils umgekehrt. Strebt der Ausgang des OP1 in Richtung höherer Spannung, so geht die Spannung am Ausgang des OP2 in gleichem Maße in Richtung kleinerer Werte und umgekehrt. Hierdurch ergibt sich im Hinblick auf die zur Verfügung stehende Versorgungsspannung eine Verdoppelung der maximal möglichen NF-Ausgangs-Wechselspannung.

R10/C10, D1 bis D4, R6, R11 sowie C5, C7, C9 und C11 dienen zur allgemeinen Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung.

Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die Widerstände, dann die Dioden und anschließend die Lötstifte, Folienkondensatoren und Elkos in gewohnter Weise auf die Platine gesetzt und verlötet.

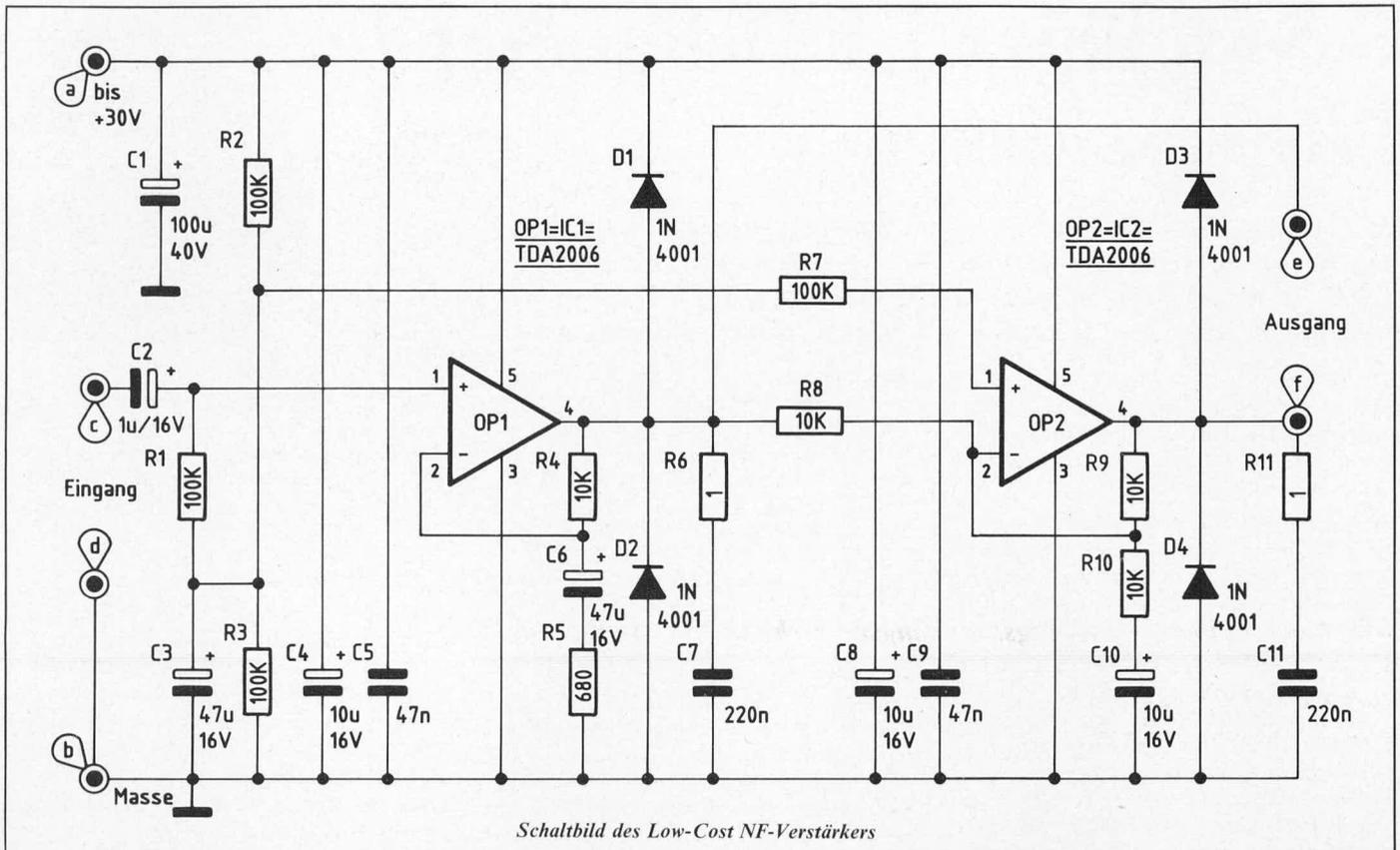
Als letztes werden die beiden ICs 1 und 2 mit ihren 5 Anschlußbeinchen eingelötet.

Ohne zusätzliche Kühlmaßnahmen können die eingesetzten ICs ca. 1 Watt Verlustleistung verarbeiten — zusammen also ca. 2 Watt.

Technische Daten (typ.)						
U_B (V)	R (Ω)	P_{ges} (W)	P_{out} (W)	P_V (W)	η (%)	K_{ges} (%)
12 V	4	12,6	4,8	7,8	38	0,3
12 V	8	6,1	3,3	2,8	54	0,3
12 V	16	4,4	2,0	2,4	45	0,25
15 V	4	21,5	8,7	12,8	40	0,3
15 V	8	11,4	6,2	5,2	54	0,3
15 V	16	7,2	3,6	3,6	50	0,25
30 V	4	91,8	35,0	56,8*	38	0,5
30 V	8	58,2	30,7	27,5	53	0,25
30 V	16	31,5	20,0	11,5	64	0,22

U_B (V) = Versorgungsspannung
 R (Ω) = Lautsprecherimpedanz
 P_{ges} (W) = Gesamtaufnahmeleistung
 P_{out} (W) = Ausgangsleistung
 P_V (W) = Verlustleistung
 η (%) = Wirkungsgrad
 K_{ges} (%) = Klirrfaktor bei 80 % der Nennleistung/1 kHz

* Dauerverlustleistung: max. 40 W bei IC-Gehäusetemperatur von 25°C



Unter Verlustleistung verstehen wir im vorliegenden Fall die Differenz zwischen abgegebener Ausgangsleistung und Gesamtaufnahmeleistung. Bei einem mittleren Wirkungsgrad von ca. 50 % ergibt sich daraus eine Abgabeleistung von ebenfalls ca. 2 Watt (ohne Kühlung).

Für höhere Ausgangsleistungen sind entsprechend große (oder kleine) Kühlkörper erforderlich.

Bei einer Ausgangsleistung von ca. 6 Watt, die an einen 8 Ω Lautsprecher abgegeben wird ($U_B = 15 \text{ V}$), liegt die Aufnahmeleistung bei ca. 11 Watt, so daß von den beiden ICs zusammen 5 Watt Verlustleistung zu verarbeiten sind. Hierfür genügt ein mittlerer Kühlkörper mit einem Wärmewiderstand von ca. 10 K/W.

Möchte man hingegen bei einer Versorgungsspannung von 30 V eine Ausgangsleistung von 30 W an einen 8 Ω Lautsprecher abgeben, beträgt die Aufnahmeleistung ca. 58 W, d. h. es sind 28 W Verlustleistung von den beiden ICs zu verarbeiten. Hier empfiehlt sich bereits ein großer Kühlkörper, wie zum Beispiel der SK 88, der auch im ELV-Supernetzgerät SNT 7000 eingesetzt wird.

Noch größere Leistungen in Verbindung mit verhältnismäßig niederohmigen 4 Ω Lautsprechern können nicht mehr im Dauerbetrieb, sondern nur noch kurzzeitig den ICs abverlangt werden.

Aufgrund der umfangreichen Schutzschaltungen innerhalb der ICs ist eine Zerstörung durch Überlastung, Überhitzung oder Kurzschluß kaum möglich, so daß man diesen Verstärker verhältnismäßig unbesorgt betreiben kann.

Abschließend wollen wir noch auf ein wichtiges Detail hinweisen: Sofern beide Verstärker-ICs auf einem Kühlkörper montiert werden sollen, so ist die elektrische Isolierung des metallischen IC-Gehäuses gegenüber dem Kühlkörper wichtig. Hierzu verwendet man Isoliernippel und Glimmerscheiben, die zwischen Kühlkörper und IC eingefügt werden. Mit Hilfe eines Ohmmeters überprüft man vor der Inbetriebnahme die mechanische Verbindung, um sicher zu gehen, daß die IC-Gehäuse auch tatsächlich elektrisch gegenüber dem Kühlkörper isoliert sind.

Damit ist der Nachbau dieser kleinen und doch leistungsfähigen Verstärkerschaltung bereits beendet.

Stückliste: Low-Cost NF-Verstärker

Halbleiter

IC 1, IC 2	.....	TDA 2006
D 1-D 4	.....	1 N 4001

Kondensatoren

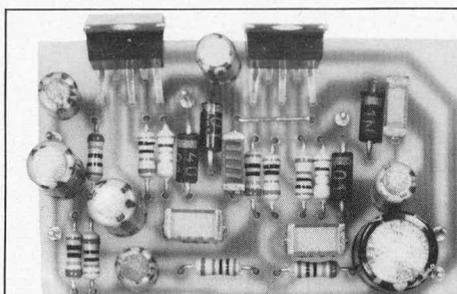
C 1	.....	100 µF/40 V
C 2	.....	1 µF/16 V
C 3, C 6	.....	47 µF/16 V
C 4, C 8, C 10	.....	10 µF/16 V
C 5, C 9	.....	47 nF
C 7, C 11	.....	220 nF

Widerstände

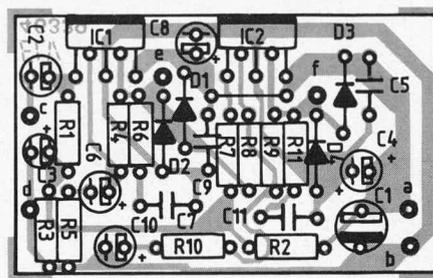
R 1-R 3, R 7	.....	100 kΩ
R 4, R 8-R 10	.....	10 kΩ
R 5	.....	680 Ω
R 6, R 11	.....	1 Ω

Sonstiges

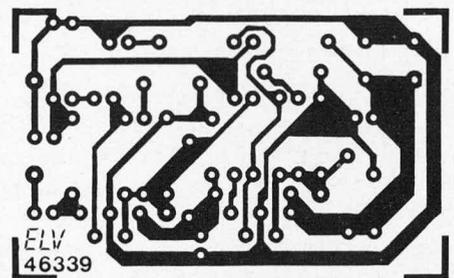
- 6 Lötstifte
- 2 Glimmerscheiben
- 2 Isoliernippel
- 2 Schrauben M 3 x 10
- 2 Muttern M 3



Ansicht der fertig aufgebauten Platine des Low-Cost NF-Verstärkers



Bestückungsseite der Platine des Low-Cost NF-Verstärkers



Leiterbahnseite der Platine des Low-Cost NF-Verstärkers