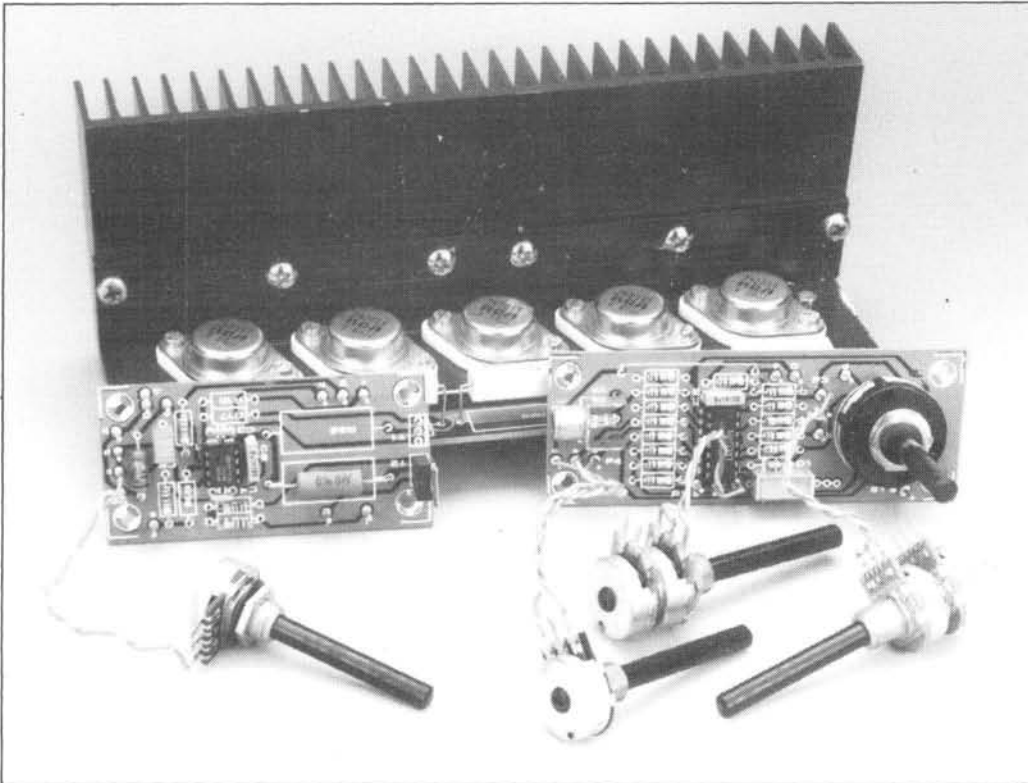


Elektronische Last



**Bis 1 kW
alles im
Griff**

Zum Testen einer Stromversorgung braucht man einen entsprechend belastbaren, und am besten auch noch einstellbaren Verbraucher. Ein Drahtverhau aus zusammengelöteten Hochlastwiderständen hilft auch nicht unbedingt weiter, mit anderen Worten: ein elektronischer Lastwiderstand muß her.

Zum (Dauer-) Test von Trafos, Netzteilen oder Netzgeräten, die mehr als nur ein paar Ampere liefern können, braucht man einen entsprechend belastbaren und stabilen Verbraucher. In der Praxis führt das meistens zu einem aus mehreren Hochlastwiderständen zusammengebauten Gebilde, das den Anforderungen (hoffentlich) einige Minuten standhält. Das ist aber nicht nur ziemlich unhandlich, sondern auch recht unbefriedigend. Aufgrund der relativ großen Temperaturabhängigkeit einer solchen Konstruktion muß man nämlich ständig die anliegende Spannung und den Strom durch die Widerstände messen.

Um beispielsweise den dynamischen Innenwiderstand eines Netzgeräts messen zu können, braucht man sogar einen einstellbaren oder in seiner Größe umschaltbaren Wi-

derstand. Das wirft wiederum Probleme bei der Beschaffung von ausreichend stabilen Umschaltern auf.

Das Prinzip . . .

Die Lösung besteht darin, den Lastwiderstand mit einem oder mehreren Leistungstransistoren nachzubauen. Der Laststrom fließt dann als Kollektorstrom durch den Transistor, wird in Wärme umgesetzt und mit einem Kühlkörper abgestrahlt.

Mit dem Basisstrom läßt sich der Transistor so einstellen, daß der Kollektorstrom den gewünschten Wert annimmt. Da die Emitter/Basis-Spannung, die den Basisstrom eines Transistors bestimmt, temperaturabhängig ist (U_{BE} -Drift $\approx -2 \dots -8$ mV/°C), braucht man noch einen Operationsverstär-

ker, der die Schwankungen ausregelt. Am zweiten Opamp-Eingang gibt man den Sollwert vor. Im Endeffekt bekommt man einen einstellbaren Verbraucher mit einem Widerstandswert im Bereich von beinahe Null bis zu einigen 100 k Ω und einer Belastbarkeit, die nur von den Leistungstransistoren und den Kühlmaßnahmen abhängt. Da sowieso geregelt werden muß,

- Verlustleistung 300W, mit Lüfter und entsprechenden Kühlkörpern bis 1000 W.
- einstellbar von $0,25 \Omega \dots \infty$
- Spannungsbereich 4 V \dots 60 V
- Strom maximal 20 A
- verschiedene Betriebsarten wählbar:
 - Konstantstromsenke *I-Modus*,
 - Ohmscher Widerstand, *R-Modus*.
- Intern/extern modulierbar.
- Eingebauter Rechteck/Dreieck-Generator.

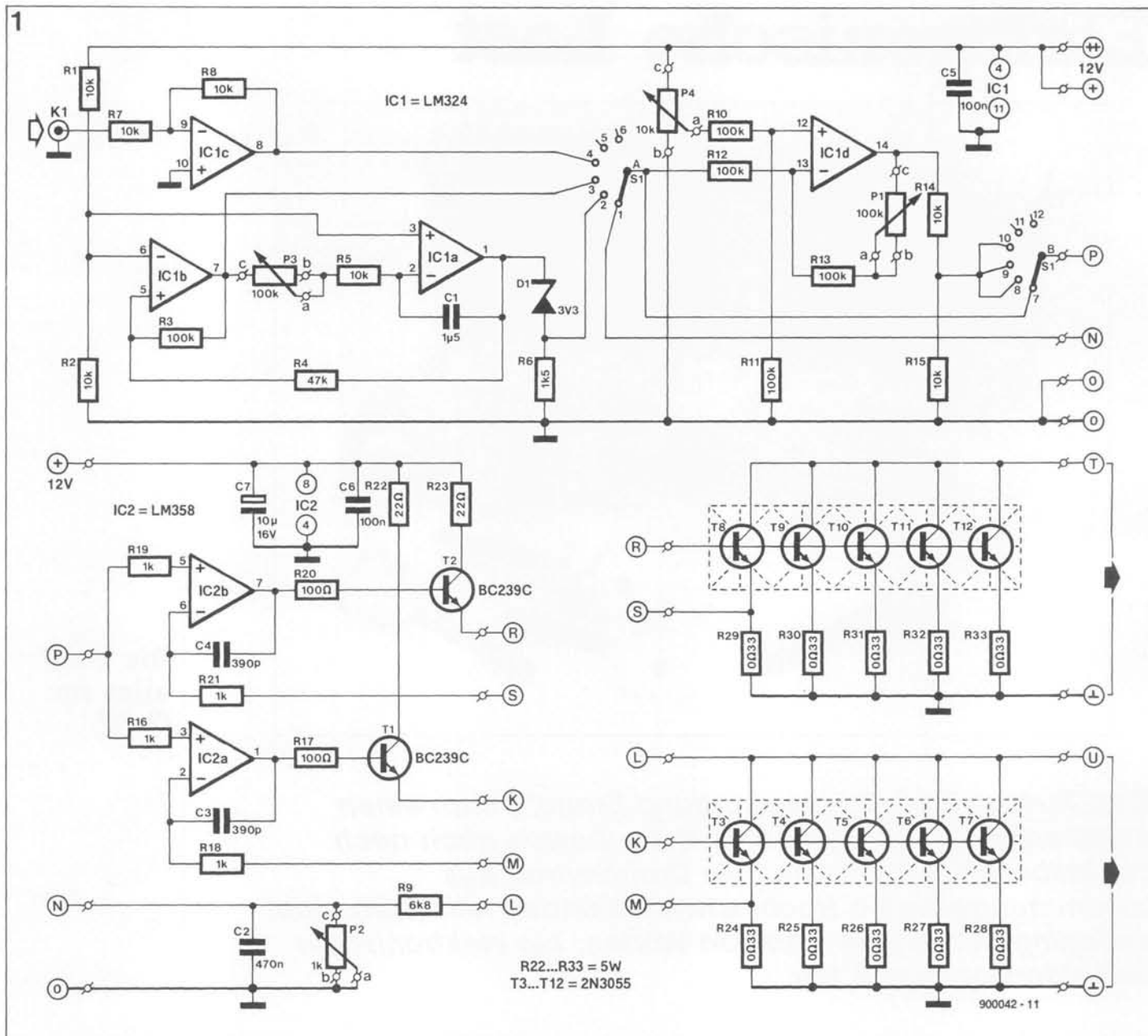


Bild 1. Das Schaltbild zeigt schon, wo's langgeht: jede Menge Leistungstransistoren.

kann man der Schaltung gleich verschiedene Betriebsarten mit auf den Weg geben: einstellbarer Widerstand oder einstellbare Konstantstromsenke. Im ersten Fall fließt ein höherer Strom, wenn die anliegende Spannung größer wird, im zweiten Fall bleibt der Strom unabhängig von der Spannung konstant.

Wenn man dann noch das Einstellpoti durch einen Generator (Sinus, Dreieck oder Rechteck) ersetzt, wird das Widerstandsverhalten darüber hinaus auch noch modulierbar.

... und die Schaltung

Die Funktionsweise lässt sich am besten ausgehend von den Leistungstransistoren im unteren rechten Teil des Schaltbilds (Bild 1) erklären. Hier sind zwei Gruppen mit je fünf parallelgeschalteten Lei-

stungstransistoren eingezeichnet. Diese Transistorgruppen werden parallel und gleichsinnig gesteuert und stellen damit zwei Lastwiderstände dar, die parallelgeschaltet werden ("U und "T" sind verbunden) und an einer Seite gemeinsam an Masse der Schaltung liegen. Ordentlich gekühlt kann jeder Transistor etwa 2 A Dauerstrom vertragen. Um die unterschiedlichen Emitter/Basis-Spannungen der verwendeten 2N3055 auszugleichen, sind die Widerstände R24...R33 eingesetzt. Sie bewirken eine Stromgegenkopplung, die für eine gleichmäßige Stromverteilung zwischen den einzelnen Transistoren sorgt.

Widerstandseinstellung

Die Ansteuerung der Leistungstransistoren übernimmt je eine Hälfte des Doppel-Operationsverstärkers LM 358 (IC2a und IC2b). Zwischen

den Opamps und dem Leistungsteil ist eine einfache Treiberstufe (T1, T2) zwischengeschaltet, da der Ausgangsstrom der Opamps allein als Basisstrom für T3...T7 beziehungsweise T9...T12 nicht ausreicht. Die invertierenden Eingänge sind jeweils mit den Emitterwiderständen (R24, R29) der ersten Leistungstransistoren verbunden. Die nicht-invertierenden Eingänge sind parallelgeschaltet und mit dem Mutterkontakt von S1B (Schaltungspunkt "P") verbunden. Hier liegt das Steuersignal an, wobei mit dem Drehschalter S1 die Auswahl zwischen vier verschiedenen Quellen besteht.

In der gezeichneten Schalterstellung (S1A an Kontakt 1, S1B an 7) liegt am Punkt "P" die über R9/P2 heruntergeteilte Spannung zwischen Eingang U des Lastwiderstands und Masse. Das Durch-

schleifen erfolgt von "U" aus über die Schaltungspunkte "L" und "N" (gleichnamige Punkte sind miteinander verbunden). Als gegengekoppelter Differenzverstärker versucht jeder Opamp, die Spannungsdifferenz zwischen seinen Eingängen auf Null zu regeln. Dazu erhöhen IC2a und IC2b solange den Basisstrom für die angeschlossenen Leistungstristoren (und damit den Laststrom), bis der Spannungsabfall über R24 (bzw. R29 bei IC2b) mit der Spannung am Knotenpunkt P2/R9 übereinstimmt. An diesem Schaltungspunkt ("N", über S1 verbunden mit "P") liegt die über P2/R9 geteilte Eingangsspannung (= Spannung am elektronischen Lastwiderstand, Punkt "U"). Wenn die Eingangsspannung steigt, steigt auch die Spannung an den nichtinvertierenden Opampeingängen und damit der Laststrom. Die Schaltung verhält sich also wie ein **ohmscher Widerstand**, wobei der Widerstandswert mit P2 eingestellt werden kann.

Modulation und Konstantstrom

Die Operationsverstärker IC1a und b bilden einen einfachen Funktionsgenerator. In Stellung 2 des Umschalters S1a kann ein Rechteck-, in Stellung 3 ein Dreieck-Signal abgegriffen werden. Für die Frequenzeinstellung im Bereich von 5 Hz bis 50 Hz ist P3 zuständig. Die Signalspannung wird von IC1d verstärkt und mit S2B den Regel-Opamps IC2a/b als Sollwert zugeführt. Da die Signalspannung jetzt nicht mehr von der Eingangsspannung des elektronischen Lastwiderstands abhängt, führt eine Eingangsspannungserhöhung auch nicht zu höherem Laststrom. Im Gegenteil: Wenn eine der beiden Kurvenformen als Ansteuersignal dient, arbeitet die Schaltung als **modulierte Konstantstromsenke**. Die Laststrom-Modulation entspricht der Kurvenform des Steuersignals. Die Modulationsamplitude legt P1 fest, mit diesem Poti wird die Verstärkung von IC1d eingestellt. Über das Potentiometer P4 läßt sich zur Steuerspannung eine

Offsetspannung addieren. Hiermit kann man die Lage der Modulationsamplitude gegenüber der Nulllinie verschieben. Mit anderen Worten: Um wieviel der Laststrom sich ändert, beispielsweise um 0,5 A, bestimmt P1. In welchem Bereich die Modulation stattfindet, etwa zwischen 2,5 und 3 A oder zwischen 9,5 und 10 A, bestimmt die Stellung von P4. Selbstverständlich immer unter der Voraussetzung, daß die zu testende Schaltung den Strom auch liefern kann.

Externe Modulation

Das verbleibende Viertel des LM324, IC1c, ist als invertierender 1-mal-Verstärker geschaltet. Sein Ausgangssignal liegt in Stellung 4 von S1A am invertierenden Eingang von IC1d. Über diesen Opamp kann man am Eingang K1 eine Steuerspannung zur **externen Modulation** anschließen, der Steuerbereich liegt zwischen 0 V und 10 V, wobei eine maximale Eingangsspannung von + 12 V nicht überschritten werden darf, negative Werte sind ebenfalls nicht zulässig. Die Steu-

Bild 2. Im Bestückungsplan ist die Unterteilung der Platine gut zu erkennen: Vor dem Bestücken muß die Säge ran.

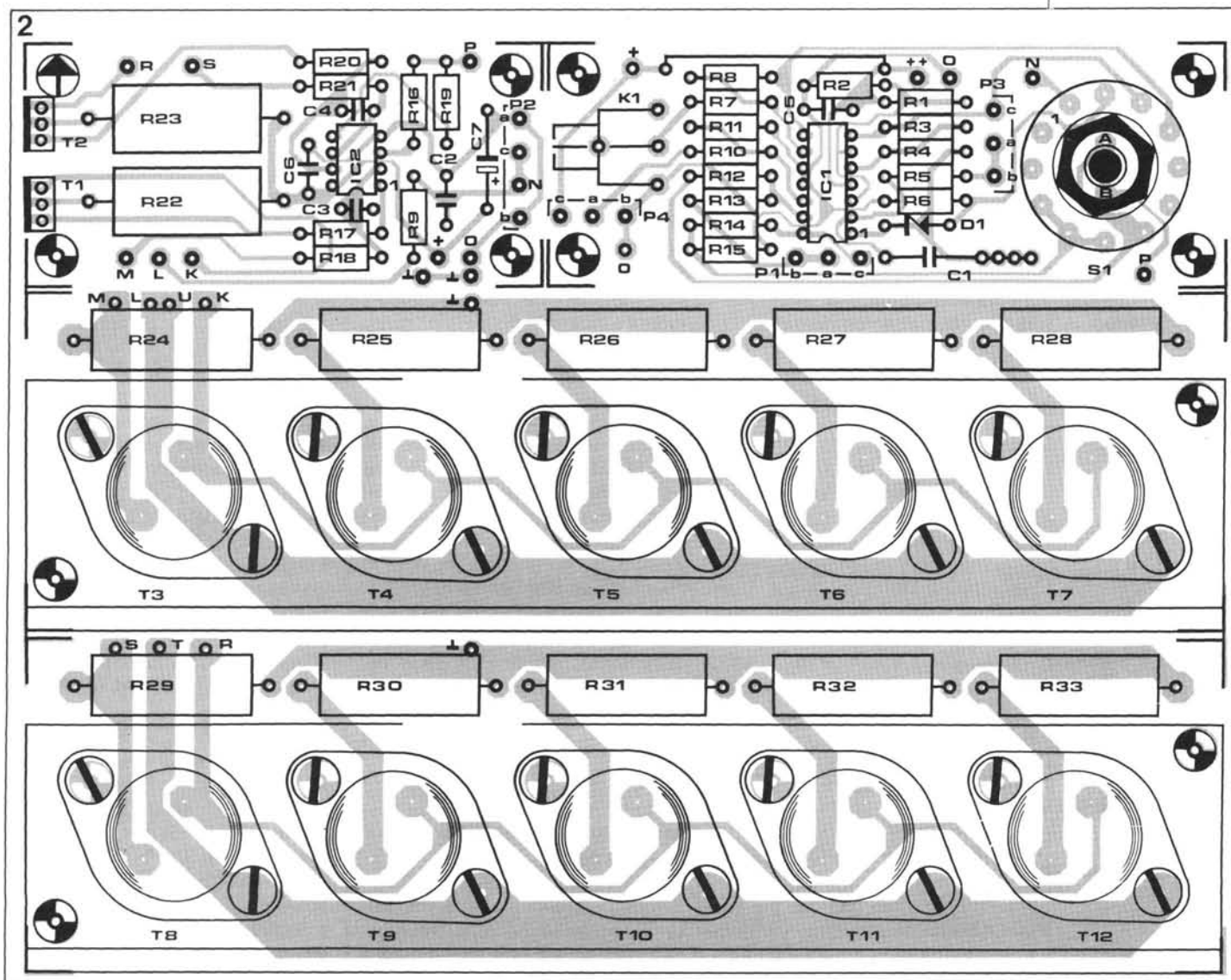
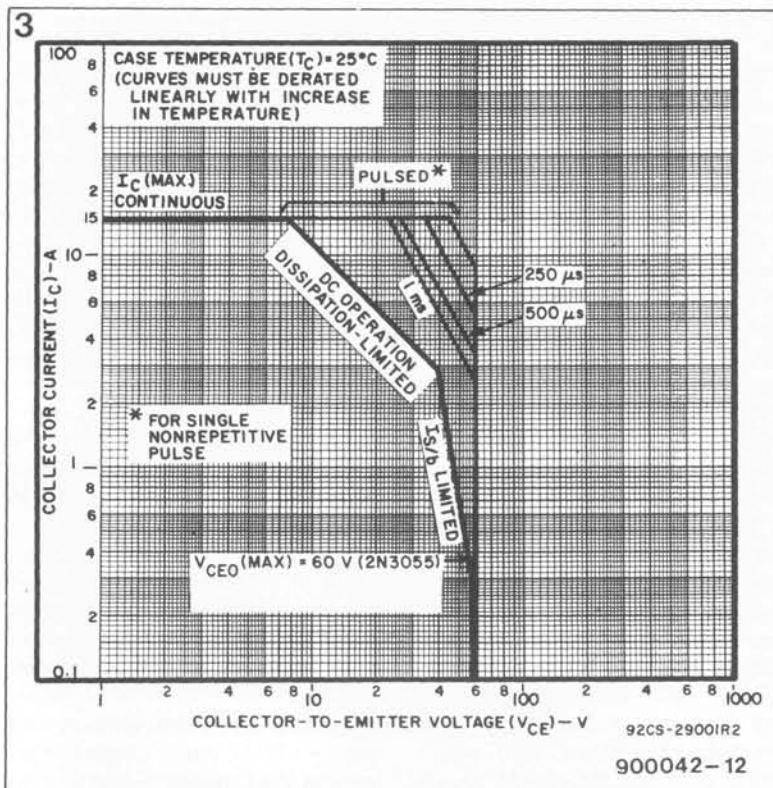


Bild 3. Der Arbeitsbereich eines 2N3055. Der Schnittpunkt der beiden Linien durch U_{CE} und I_C muß innerhalb der umrahmten Fläche liegen.



Stückliste

Widerstände:

R1, R2, R5, R7, R8, R14, R15 = 10k
 R3, R10...13 = 100k
 R4 = 47k
 R6 = 1k5
 R9 = 6k8
 R16, R18, R19, R21 = 1k
 R17, R20 = 100Ω
 R22, R23 = 22Ω/5W
 R24...33 = 0,33Ω/5W
 P1, P3 = 100-k-lin-Poti
 P2 = 1-k-lin-Poti

Kondensatoren:

C1 = 1µ5
 C2 = 470n
 C3, C4 = 390p
 C5, C6 = 100n
 C7 = 10µ/16 V

Halbleiter:

D1 = 3V3/400 mW
 T1, T2 = BD 239C
 T3...T12 = 2N3055
 IC1 = LM 324
 IC2 = LM 358

Außerdem:

K1 = Cinchbuchse für Platinenmontage
 S1 = Drehschalter mit 6 Stellungen/2 Ebenen
 2 Aluwinkel, 40·30·mm², 5 mm dick
 2 Kühlkörper SK 42, 75 mm, (1,5 K/W)

ercharakteristik läßt sich mit P1 zwischen 3 A/Volt und 1,5 A/V *pro Transistor* einstellen. Zum Beispiel: Bei einer Spannungsänderung von 100 mV an K1 erhält man eine Änderung des Stroms um 3 A bei P1 auf Maximum und um 1,5 A bei P1 auf Minimum (Vollbestückung mit zehn 2N3055 vorausgesetzt).

Konstantstromeinstellung

Wenn keine externe Spannung angeschlossen ist (K1 auf Masse = 0 V), kann man mit P4 einen **konstanten Strom** durch die Transistoren einstellen.

Weniger Leistung

Es müssen nicht unbedingt alle zehn Leistungstransistoren eingesetzt werden, die Schaltung funktioniert auch mit weniger Transistoren, als Minimalbestückung genügt schon T3. Allerdings verringert sich dann die Belastbarkeit entsprechend auf 1/10 gegenüber dem Vollausbau mit 10 Transistoren. Läßt man die ganze Gruppe T8...T12 weg, dann können T2 und die Widerstände R29...R33, R19...R23 sowie C4 ebenfalls unbestückt bleiben. In dieser kleineren 5-Transistor-Version kann die elektronische Last maximal 10 A verarbeiten, vollausgebaut sind es 20 A.

Aufbau und Abgleich

Wir haben für die Schaltung eine Platine entworfen (Bild 2), die aus vier Abschnitten besteht. Vor dem Bestücken muß man sie zuerst auseinanderlegen. Die beiden länge-

ren Teile kommen auf die Unterseite eines mindestens fünf Millimeter dicken Alu-Winkels, auf den die Leistungstransistoren geschraubt werden. Da die Kollektoren von T3...T7 und T8...T12 auf dem gleichen Potential liegen, kann man auf Glimmerscheiben und Isolierpinnen verzichten. Das geht aber nur, wenn der Kühlwinkel beziehungsweise der Kühlkörper vom Gehäuse isoliert eingebaut wird. Die Emitterwiderstände dürfen nicht zu dicht auf der Platine sitzen, da sie im Dauerbetrieb ziemlich warm werden. Das gleiche gilt auch für die beiden 5-Watt-Widerstände R22 und R23.

Die Wahl eines geeigneten Gehäuses hängt in erster Linie von den verwendeten Kühlkörpern ab. Die Anforderungen an die Kühlung sind nicht gerade gering, schließlich sind in der Grundversion mit 10 Transistoren 300 W im Dauerbetrieb zu verheizen! Falls man sich für eine Zwangskühlung mit Lüfter entscheidet, erhöht sich die maximale Verlustleistung bis auf 1 kW. Der einzige *Abgleich* nach der Inbetriebnahme der Schaltung besteht in der Anfertigung einer Skala für das Poti P2. Dazu braucht man ein Labornetzteil mit einstellbarer Ausgangsspannung und einigen Amperes Ausgangsstrom. Bei verschiedenen Stellungen von P2 müssen Strom und Spannung gemessen und der zugehörige Widerstand berechnet werden. Die resultierende Skala für P2 ist für Eingangsspan-

nungen über etwa 4 Volt linear.

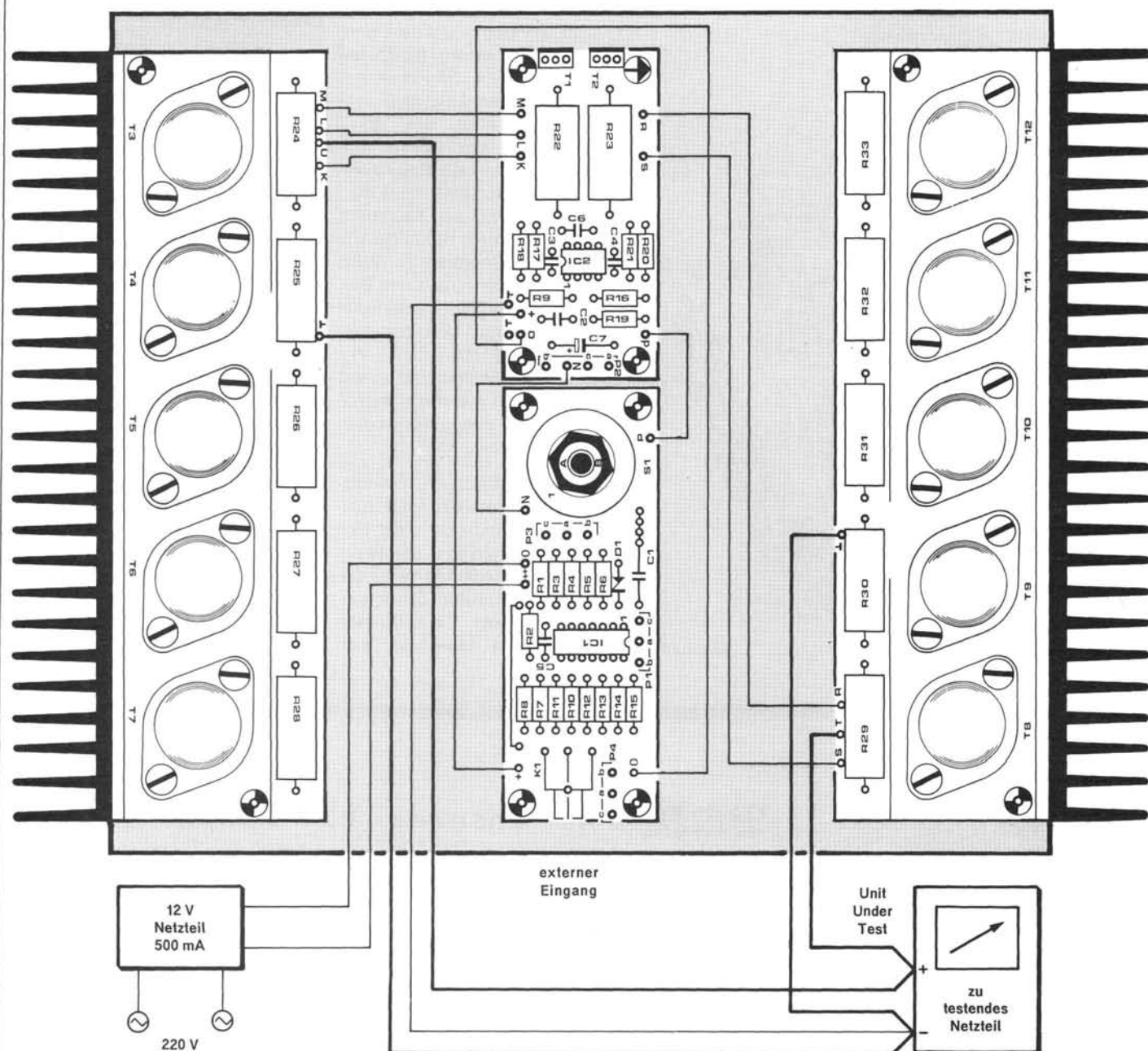
Die Verdrahtung der einzelnen Platinen geht aus Bild 4 hervor. Auf die Frontplatte des Gehäuses kommen die Potentiometer P1 bis P4, zwei stabile Polklemmen und der Drehschalter S1. Die mit U und T bezeichneten Anschlüsse der Leistungstransistorplatinen werden mit der Plus-Klemme (+), die beiden Masse-Anschlüsse mit der Minus-Klemme (-) verbunden. Obwohl im Betrieb sicher reichlich Strom durch die Endtransistoren fließt, braucht die elektronische Last eine separate Stromversorgung: Ein Standard-12-V-Netzteil mit Spannungsregler 7812 und Trafo für 500 mA reicht aus.

Grenzwerte

Wie alle anderen Leistungstransistoren, haben die 2N3055 natürlich auch ihre Grenzen der Belastbarkeit. Entscheidend sind nicht die Grenzwerte aus dem Datenbuch (60 V, 15 A, 115 W), sondern die maximale Verlustleistung, die durch die SOA (safe operating area) beschrieben wird. Im I_C/U_{CE} -Diagramm in Bild 3 ist die SOA für den 2N3055 abgebildet. Hier ist zu sehen, daß der maximale Kollektorstrom von 15 A bei höheren Kollektor/Emitter-Spannungen immer geringer wird. Umgekehrt gilt das gleiche: Wenn durch den Transistor 15 A Kollektorstrom fließen, dürfen **maximal 8 V** zwischen Kollektor und Emitter liegen. Man darf also keinesfalls die Grenzdaten zur Ermittlung der zulässigen Spannungen und Ströme zugrunde legen, sondern muß je nach angelegter Spannung den dabei zulässigen Strom aus dem Diagramm ablesen. Aber damit nicht genug: Die SOA-Kurve in Bild 3 ist auf die maximale Verlustleistung von 115 W bezogen, und die ist rein theoretischer Natur, weil sie nur für eine Gehäusetemperatur von 25 °C gilt - jede Erwärmung des Gehäuses führt zu geringerer Belastbarkeit. Ab 25 °C muß man mit rund 0,65 W pro °C "deraten" (reduzieren), bei einer Gehäusetemperatur von 80 °C sind es noch 80 W, bei 140 °C nur noch 40 W.

Unsere Schaltung ist so ausgelegt, daß pro Transistor lediglich 1...2 A fließen, das heißt also, daß die maximale Eingangsspannung der elektronischen Last knapp 60 V beträgt - höhere Spannungen sind für 3055 ohnehin tabu. Falls das nicht ausreicht, kann man selbstverständlich auch andere, höher belastbare Leistungstransistoren anstelle der 3055er einsetzen.

4



900042-13

Tabelle 1. Die Funktion der Bedienelemente

Drehgeber

Position	S1	Funktion
1		Ohmscher Widerstand, mit P2 einstellbar
2		intern modulierte Konstantstromsenke (Dreieck)
3		intern modulierte Konstantstromsenke (Rechteck)
4		Konstantstromsenke, mit P4 einstellbar, an K1 extern modulierbar

Potis

- P1: Modulationstiefe (Verstärkung)
 P2: Widerstandseinstellung
 P3: Modulationsfrequenz
 P4: Konstantstromeinstellung bzw. Modulationslage

5

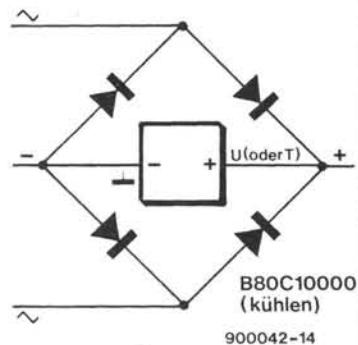
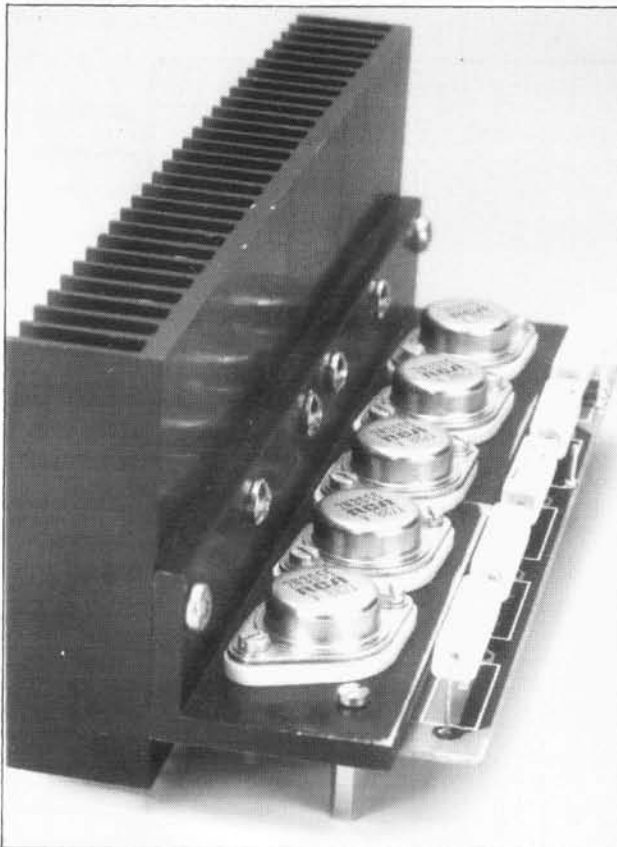


Bild 4. Der Verdrahtungsplan.

Bild 5. Über die Diodenbrücke können auch Wechselstromquellen angeschlossen werden.



Test

Neben der Messung des maximalen Ausgangsstroms und der Spannungsstabilität einer beliebigen Quelle ist auch ein Dauertest mit der elektronischen Last kein Problem. Die Schaltung aus Bild 1 kann allerdings nur Gleichstrom verarbeiten. Wenn Wechselstromquellen zu belasten sind, muß man dafür sorgen, daß der Laststrom nur in einer Richtung durch die Leistungstransistoranordnung fließt. Dazu reicht es, wenn man eine Diodenbrücke zwischen Stromquelle und elektronischer Last schaltet. Die Verdrahtung ist in Bild 5 gezeichnet. Die Strombelastbarkeit der Brücke muß natürlich ausreichend hoch für den maximal fließenden Strom sein.

Mit den verschiedenen Modulationsmöglichkeiten des elektronischen Lastwiderstands läßt sich das Regelverhalten und der dynamische Innenwiderstand eines Labornetzteils überprüfen. Der Innenwiderstand einer stabilisierten Spannungsquelle berechnet sich

nach der Formel:

$$R_i[\Omega] = \Delta U_a[V] / \Delta I_a[A]$$

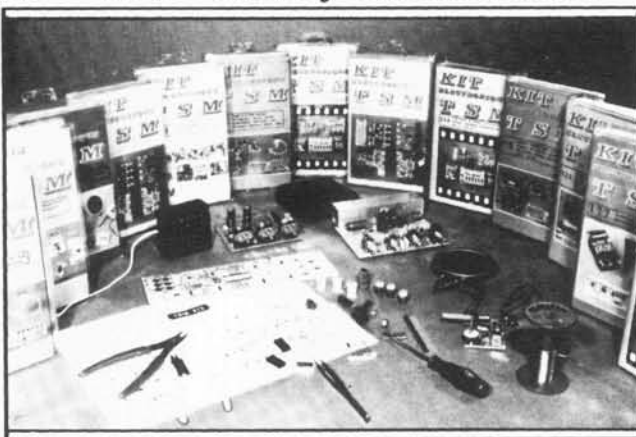
Im Modus *gesteuerte Konstantstromsenke* ist das ΔI mit P1 (und I mit P4) einstellbar, die Spannungsänderung ΔU an den Ausgangsklemmen mißt man mit dem Oszilloskop. Mit dem eingebauten Generator kann man außerdem noch feststellen, ob der Innenwiderstand frequenzabhängig ist.

In der Betriebsart als einstellbare Konstantstromsenke kann man z.B. auch Akkus (ab 4 V Akkuspannung) mit einstellbarem Strom entladen. Das Problem der *genauen* Messung von Akku-Kapazitäten bei verschiedenen Entladeströmen ist dann auch keins mehr.

Anzeige

HIGH-Tech Elektronik-Bausätze für den Hobby-Elektroniker

TSM Aus unserer HIT-KISTE



Alle Bausätze mit ausführlichen Bauteillisten, Schaltplänen und Bauanleitungen in handlichem VIDEO-BOX-FORMAT verpackt. Stützpunkthändler gesucht!

TSM

ELEKTRONIK für JEDERMANN
Okatech - D. Okanovic
8000 München 71, Bleibtreustr. 26
Hot-line : Tel. 089-79 97 01

Ihr TSM-Partner:

— Elektronikbedarf A. Peters
Industriest. 24 3160 Lehrte
Tel.: 05132 - 58361

— Norbert Kunisch
Dornbachstr. 83
6370 Oberwesel

TSM 5A 70 W HIFI VOLLVERSTÄRKER, SINUSLEISTUNG: 35W, EINGANGSEMPFINDLICHKEIT: 800mV, EINGANGSWIDERSTAND: 47 K Ω , LAUTSPRECHERAUSGANG: 4-8 Ω , STROMVERSORGUNG: 30 V / 2,5 A	DM 39.90	TSM 5B 90W HIFI VOLLVERSTÄRKER, SINUSLEISTUNG: 45W, EINGANGSEMPFINDLICHKEIT: 800mV, EINGANGSWIDERSTAND: 47 K Ω , LAUTSPRECHERAUSGANG: 4-8 Ω , STROMVERSORGUNG: 40 V / 3 A	DM 48.-	TSM 105 ELEKTRONISCHE ALARMSIRENE, AUSGANGSLEISTUNG: 10W, BETRIEBSSPANNUNG: 12V, LAUTSPRECHER 8 Ω , DRUCKKAMMERLAUTSPRECHER IST IM BAUSATZ NICHT ENTHALTEN.	DM 23.50
TSM 9 GITARRENVORVERSTÄRKER, EINGANG: 5mV/47K Ω , AUSGANG: 1,5 V / 47K Ω , LAUTSTÄRKE: REGELBAR, STROMVERSORGUNG: 25 V / 0,1 A	DM 25.80	TSM 19 240 W HIFI VOLLVERSTÄRKER, SINUSLEISTUNG: 120 W, EINGANGSEMPFINDLICHKEIT: 0,8 V/47 K Ω , LAUTSPRECHERAUSGANG: 4 Ω , KLIFFAKTOR 0,3%, FREQUENZGANG: 15-100,000Hz, STROMVERSORGUNG: 75/70V (max), KÜHLKÖRPER SIND IM BAUSATZ NICHT ENTHALTEN.	DM 79.00	TSM 118 320 W ENDSTUFE (MODUL), FREQUENZGANG: 15Hz - 100Hz, AUSGANGSIMPEDANZ 8 Ω , EINGANGSSPANNUNG 47K Ω , 800mV, BETRIEBSSPANNUNG: 2x40V / 6A, KÜHLKÖRPER SIND IM BAUSATZ NICHT ENTHALTEN.	DM 105.-
TSM 31 FM STEREO DECODER, STROMVERSORGUNG: 12 V / 0,1 A	DM 27.50	TSM 11 30W HIFI VOLLVERSTÄRKER, SINUSLEISTUNG: 15 W, EINGANGSEMPFINDLICHKEIT: 150mV / 47K Ω , LAUTSPRECHERAUSGANG: 2,5-8 Ω , KOMPLETT MIT BÄB, HÖHEN- UND LAUTSTÄRKEEINSTELLUNG, STROMVERSORGUNG: 12 - 16 V / 2 A	DM 32.00	TSM 177 DIGITALES VOLT-METER 0-99 V, BETRIEBSSPANNUNG: 12 V / 0,5 A	DM 61.50
TSM 35 STEREO-MICROPHON VORVERSTÄRKER, EINGANGSEMPFINDLICHKEIT: 5mV/200 Ω , ODER MEHR, AUSGANG: 700 mV, STROMVERSORGUNG: 12 V / 0,1 A	DM 17.00	TSM 56 2 STATIONEN SPRACHANLAGE MIT LAUTSTÄRKEEINSTELLUNG, STROMVERSORGUNG: 9 / 12 V - 0,3 A	DM 36.90	TSM 205 FM (UKW) EMPFÄNGER MIT KOPFHÖRERANSCHLUß, BETRIEBSSPANNUNG: 9/12 V / 0,1 A	DM 78.50
TSM 54 FM SENDER, STROMVERSORGUNG: 9-12 V / 0,5 A, NUR FÜR DEN EXPORT BESTIMMT!	DM 25.60	TSM 78 UNIVERSALALARM FÜR HEIM UND AUTO, EINSTELLBARE ANSPRECHZEIT, ALARMDAUER EINSTELLBAR, NICHT ZU ÜBERLUSTEN, AUSLÖSEN ÜBER RELAIS-KONTAKTE, FÜR ALLE FAHRZEUGE MIT 12 V BATTERIE, STROMVERSORGUNG: 12 V / 0,15 A	DM 42.70	TSM 2 V4 VARIABLES NETZTEIL VON 3V - 14V/6A, REGELBAR, TRANSFORMATOR IST IM BAUSATZ NICHT ENTHALTEN.	DM 40.00
TSM 69 TELEFONHÖR-VERSTÄRKER MIT LAUTSTÄRKE-POTI UND ADAPTER, STROMVERSORGUNG: 9 - 12 V / 0,1 A	DM 29.70	TSM 89 2 x 40 W HIFI STEREOBOOSTER, IDEAL ALS AUTOBOOSTER, LAUTSPRECHERAUSGANG: 2,5-8 Ω , STROMVERSORGUNG: 12 - 16 V / 4A	DM 56.30	TSM 196 7 EINGANGSMIXER UND STEREO VERVERTÄRKER ODER 14 EINGANGSMIXER FÜR MONO, EINGANG: 47 K Ω / 100 mV, AUSGANG: 47 K Ω / 100-750 mV, BETRIEBSSPANNUNG: 24 V / 0,1 A	DM 40.95
TSM 88 FUNKTIONSGENERATOR, FREQUENZBEREICH: 8 Hz - 200 KHz, SIGNALFORM: SINUS, DREIECK, RECHTECK, SÄGEZAHN, STROMVERSORGUNG: 12 V / 0,3 A	DM 71.70	TSM 67 2 x 40 W STEREO-VERSTÄRKER, SINUSLEISTUNG: 20W, EINGANGSEMPFINDLICHKEIT: 200mV/47K Ω , LAUTSPRECHERAUSGANG: 2,5-8 Ω , BÄB, HÖHEN- UND LAUTSTÄRKEEINSTELLUNG, BALANCE, STROMVERSORGUNG: 12 V / 3,4 A	DM 74.00	TSM 157 DIGITAL UHR MIT 24 STUNDEN MIT 1/100 SEC. CHRONOMETER, d.h. COUNT DOWN MÖGLICHKEIT, BETRIEBSSPANNUNG: 9/12V / 0,5 A (A.C. ODER D.C.)	DM 50.70
TSM 146 355 BAROECODIZER MIT 10 POTIS, FREQUENZGANG: 30 Hz - 15 KHz, BETRIEBSSPANNUNG: 2 x 12 V - 0,2 A	DM 63.00	TSM 102 18 LED-VU-METER, AUSSTEUERUNGSANZEIGE ÜBER DIE MODULATION.	DM 41.00	TSM 201 DIGITAL UHR MIT 24 STUNDEN, MINUTENANZEIGE, BETRIEBSSPANNUNG: 12 V / 0,3 A	DM 49.50
TSM 122 BREITBANDANTENNE-VERSTÄRKER FÜR FAHRZEUGE, VERSTÄRKUNG BIS 20 dB, BETRIEBSSPANNUNG: 8/12 V / 0,1 A	DM 29.00	TSM 219 HANDLASERBAUSATZ 220V/220W MIT GEHÄUSE	DM 335.-	TSM 2 V2 VARIABLES NETZTEIL VON 8V/36V / 2 A, REGELBAR, TRANSFORMATOR IM BAUSATZ NICHT ENTHALTEN.	DM 34.60
TSM 128 LED VU-METER MIT 2 x 6 LEDs FÜR STEREO 2 x 50 W, BETRIEBSSPANNUNG: 15/20 V / 0,1 A	DM 37.50	TSM 217 LASERSTRALH-MODULATION MIT SPIEGELN UND 3 MOTOREN	DM 154.-		

Alle Preise incl. MWST
unverpackt ab München

SERVICE

Wichtige Hinweise zur Platinenherstellung

Auf keinen Fall verbrauchte Ätzlösung oder Spülwasser in den Abfluß schütten!

Egal, welches Ätzmittel verwendet wird: Das darin gelöste Kupfer ist immer hochgiftig und extrem umweltschädlich! Verbrauchtes Ätzmittel, aber ebenso Entwickler, Lösungsmittel und andere Chemikalien unbedingt und vollständig zur nächsten Problemstoff-Sammelstelle bringen (siehe hierzu auch

"test" 8 u. 9/89). Grundsätzlich gilt: Je weniger anfällt, desto besser für die Umwelt. Achten Sie bei Sprühdosen auf das verwendete Treibgas. Am wichtigsten ist aber: Keine Chemikalien in die Umwelt gelangen lassen, weder über die Kanalisation noch als Hausmüll!

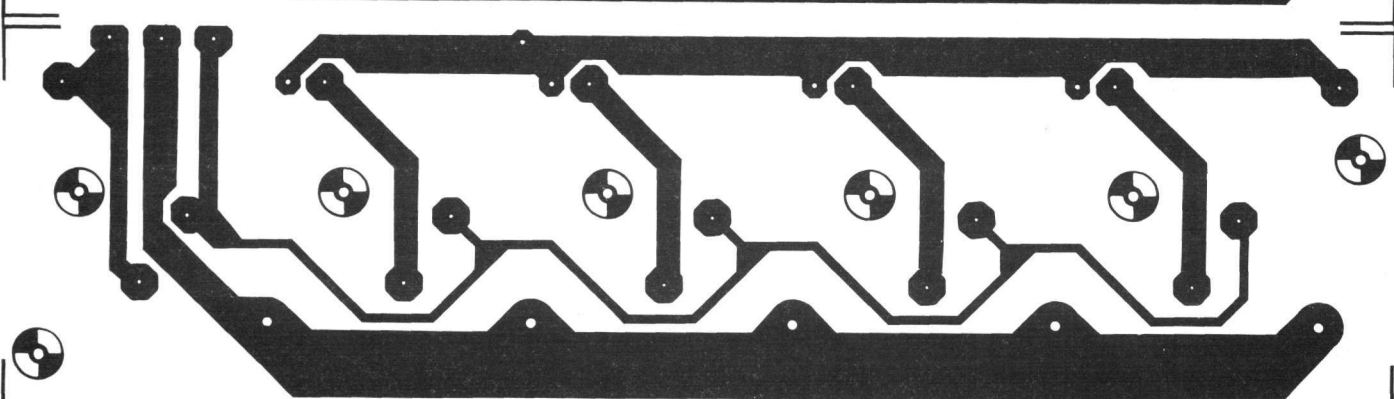
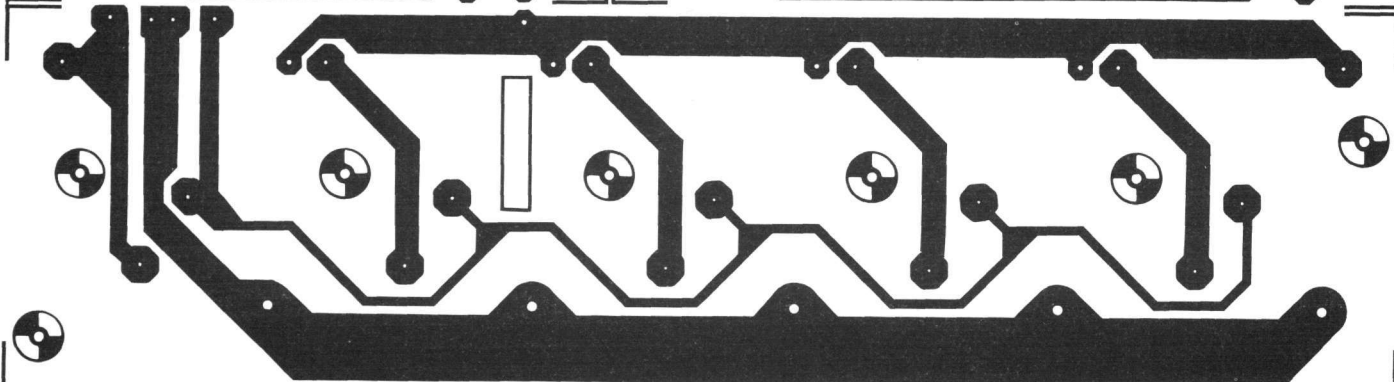
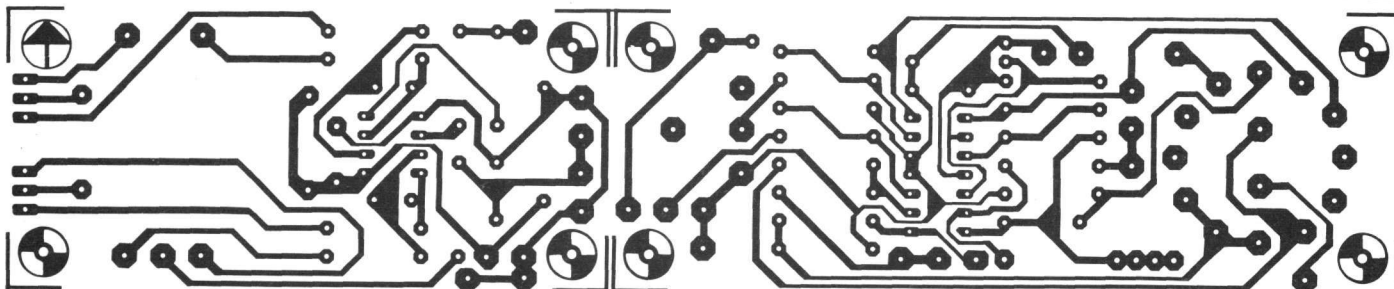
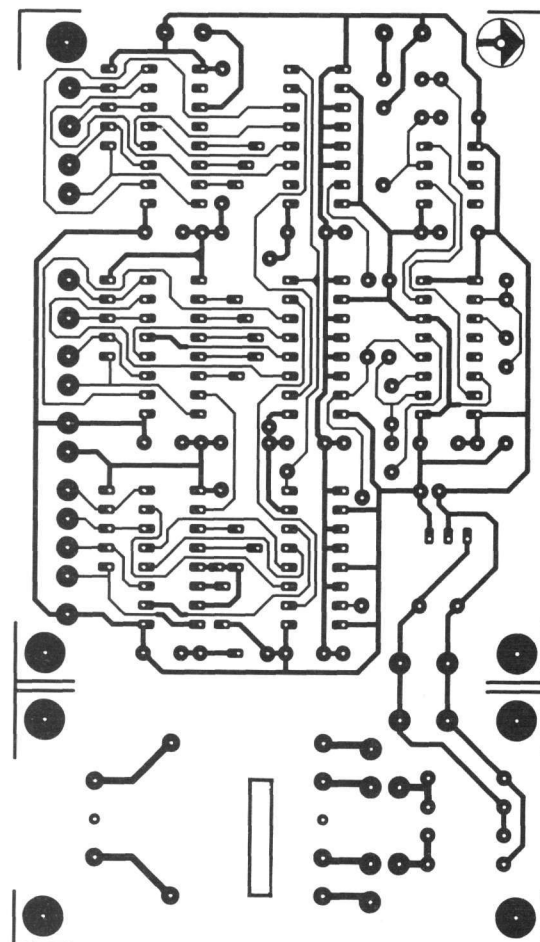
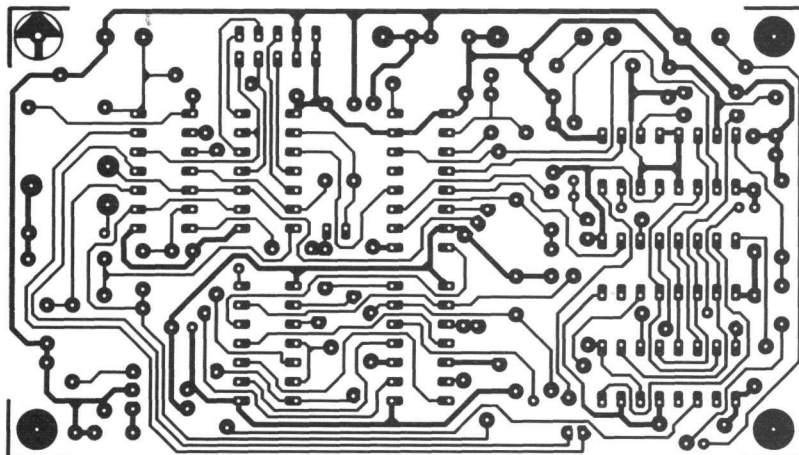
Hinweis:

Alle Layouts sind zur Kontaktbelichtung seitenverkehrt!

900044
Intro-Scan
für CD

900032

Video-Line-Selector



900042

Elektr. Lastwiderstand

