

# ELV *journal*

Nr. 33

Mit  
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

**Camping-  
Gaswarner**

**Mini-  
Wechselrichter  
12 V / 220 V~**



Schweiz sfr 5,20, Niederlande hfl 5,80, Luxemburg lfr 80, Finnland 17 Fmk

Mit  
Platinenfolien

## In dieser Ausgabe

**ELV-Serie 7000:  
Leistungs-Meßgerät  
LMG 7000**

**Camping-Gaswarner**

**ELV Kompakt-  
Betriebsstundenzähler**

**ELV micro-line:  
Digitaler  
Luftfeuchtemesser  
mit LCD-Anzeige**

**Mini-Wechselrichter  
12 V = / 220 V ~ (20 VA)**

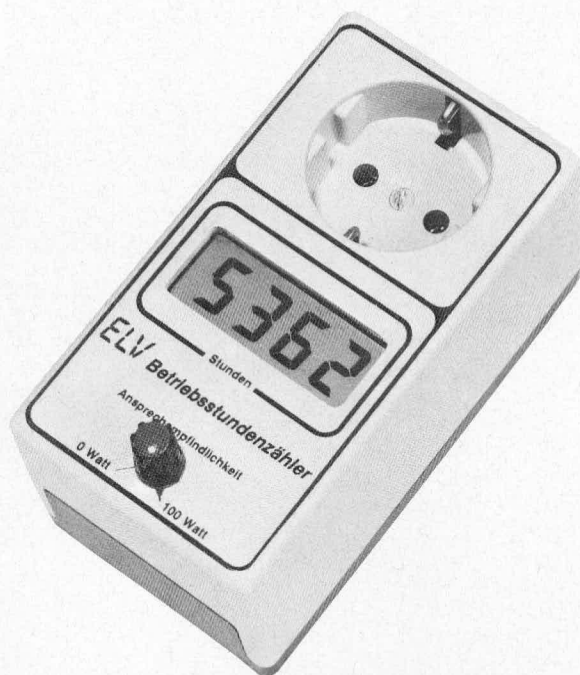
**ELV-Serie Modellbau:  
Akku-  
Schnellladeautomat**

Antiklau

Elektronische Eier-Uhr

# ELV Kompakt-Betriebsstundenzähler

- Notstromversorgung für 1000 Stunden
- integrierte Quarzeitbasis
- 4stellige digitale LCD-Anzeige
- geeignet für Verbraucher mit einer Leistungsaufnahme von 10 Watt bis 1000 Watt
- Start-/Stop-Automatik mit einstellbarer Ansprechempfindlichkeit von 0 bis 100 Watt



*Speziell für die Einschaltzeitkontrolle von Verbrauchern, die an das 220 V-Netz angeschlossen werden, wurde im ELV-Labor ein Betriebsstundenzähler mit 4stelliger LCD-Anzeige entwickelt, der in einem Steckergehäuse mit integrierter Schuko-Steckdose Platz findet. Durch die kompakte Bauform ist das Gerät leicht in der Handhabung und wird einfach zwischen die Netzsteckdose und den anzuschließenden Verbraucher eingefügt.*

## Allgemeines

Betriebsstundenzähler sind in vielen Bereichen wichtiger Bestandteil von Anlagen und Geräten. Hierbei dominieren professionelle Anwendungen, wo es auf die genaue Einhaltung von bestimmten Überwachungs- und Wartungsintervallen ankommt.

Doch auch im privaten Bereich gibt es zunehmend Anwendungsfälle, die den Einsatz von Betriebsstundenzählern sinnvoll erscheinen lassen. Stellvertretend für eine Vielzahl von hochwertigen elektronischen Geräten seien hier Plattenspieler und Videorekorder genannt, deren Abtastsysteme in bestimmten, meist genau festgelegten zeitlichen Intervallen gewartet bzw. ausgetauscht werden sollten.

Darüber hinaus können selbstverständlich auch die Betriebsstunden von elektrisch betriebenen Heimwerkermaschinen sowie Tisch- und Standbohrmaschinen und selbst die von kleinen Kompressoren erfaßt und registriert werden. Man sieht, dem Anwendungsspielraum sind kaum Grenzen gesetzt.

Der ELV Kompakt-Betriebsstundenzähler zeichnet sich nicht allein durch seine voll elektronische Schaltung aus, die ihn von seinen häufig noch im Einsatz befindlichen mechanischen Kollegen abhebt, sondern darüber hinaus besitzt er eine Start-/Stop-Automatik mit einstellbarer Ansprechempfindlichkeit. Hierdurch ist er besonders auch für Videorekorder geeignet, die auch im stand-by-Betrieb meistens noch eine geringe Leistung aufnehmen.

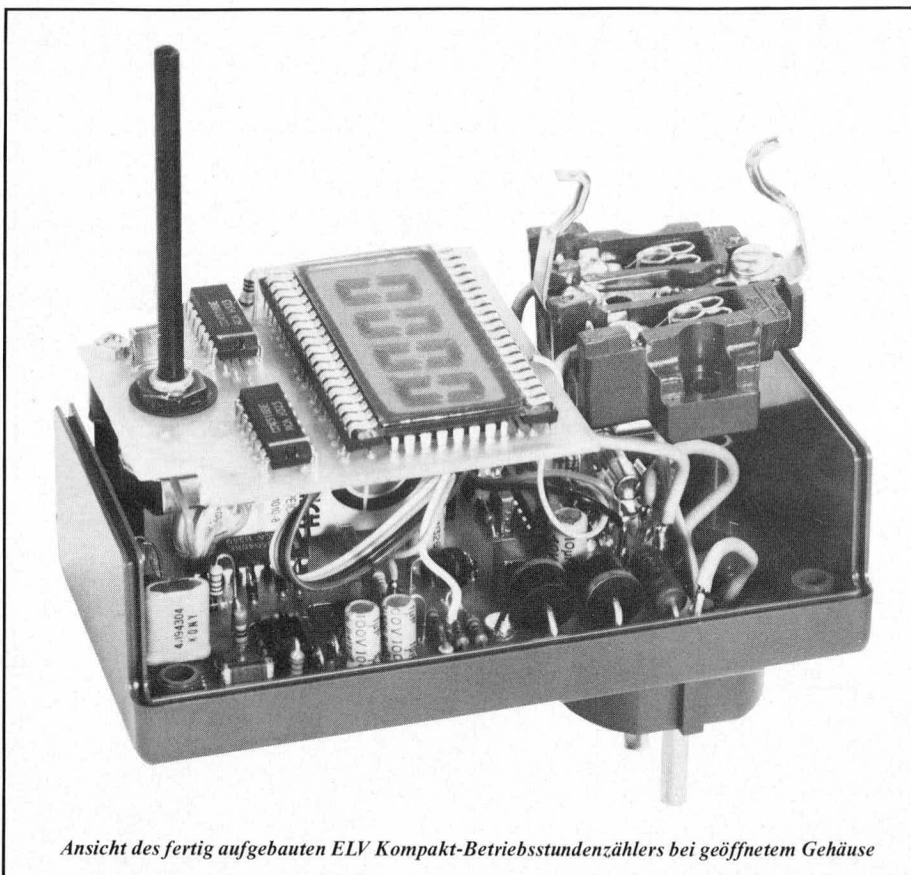
## Prinzipielle Funktionsweise

Der in einem Steckergehäuse mit integrierter Schuko-Steckdose eingebaute ELV Kompakt-Betriebsstundenzähler wird einfach zwischen die zeitlich zu überwachenden Verbraucher und die Netzsteckdose eingefügt.

Die integrierte Start-/Stop-Automatik überwacht nun permanent den in den Verbraucher hineinfließenden Strom. Sobald ein bestimmter, am Betriebsstundenzähler voreinstellbarer Stromwert vom ange-

schlossenen Verbraucher überschritten wird, beginnt der Betriebsstundenzähler mit der Zeitmessung. Optisch wird dies durch Aufleuchten eines Doppelpunktes in der Mitte der vierstelligen LCD-Anzeige signalisiert.

Die Ansprechempfindlichkeit kann mit Hilfe eines von außen zugänglichen Potentiometers ungefähr im Bereich von 0 bis 100 Watt voreingestellt werden. Hat ein angeschlossener Videorekorder z. B. eine Ruhestromaufnahme von 10 W und eine Betriebsstromaufnahme von 50 W, so ist die Ansprechempfindlichkeit etwas über dem Wert der Ruhestromaufnahme einzustellen, d. h. im Ruhezustand bei einer Leistungsaufnahme von 10 Watt sind die Doppelpunkte in der Mitte der vierstelligen LCD-Anzeige nicht sichtbar. Sobald die Stromaufnahme des Videorekorders durch Umschalten von „stand-by“ auf „Betrieb“ entsprechend ansteigt und damit die eingestellte Ansprechempfindlichkeit überschritten wird, beginnt die Zeitmessung — der Doppelpunkt im Display erscheint.



Ansicht des fertig aufgebauten ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers bei geöffnetem Gehäuse

Wie bereits erwähnt, kann die Ansprechempfindlichkeit im Bereich von ungefähr 0 bis 100 W voreingestellt werden. Dieser Wert ist jedoch nicht zu verwechseln mit der max. zulässigen Leistungsaufnahme des angeschlossenen Verbrauchers, die bei immerhin 1000 Watt liegt. Hierdurch dürften wohl, von wenigen Ausnahmen einmal abgesehen, sämtliche im privaten Bereich vorkommenden Anwendungsfälle abgedeckt werden.

### Zur Schaltung

Der eigentliche Zähler besteht aus den IC's 4 und 5, in denen jeweils 2 Dekaden-Zähler mit BCD-Ausgängen integriert sind. Am Eingang (Pin 10) des IC 4 steht 1 Impuls pro Stunde an. Über die nachgeschalteten Dekoder-Anzeigentreiber (IC's 6 bis 9) erfolgt die direkte Ansteuerung der vierstelligen LCD-Anzeige.

Das erforderliche Backplane-Signal wird mit Hilfe des aus den Gattern N 3 und N 4 bestehenden Oszillators mit Zusatzbeschaltung (R 20/C 13) erzeugt und auf die entsprechenden Eingänge der IC's 6 bis 9 (Pin 6) gegeben sowie auf die LCD-Anzeige.

Die Gatter N 1 und N 2 dienen zum Schalten des Doppelpunktes, zur optischen Kontrolle der Zähleraktivierung. Die Ansteuerung wird vom Ausgang des OP 1 vorgenommen, der auch direkt den Start-/Stop-Eingang des Referenzoszillators steuert.

Ein Nullsetzen des Zählers wird durch kurzzeitiges Aus- und wieder Einschalten ermöglicht, indem sich der Kondensator C 12 über R 19 auflädt und ein Reset-Impuls auf die Eingänge 7 und 15 der IC's 4 und 5 gibt.

Kommen wir nun zur Erzeugung des „ein-stündlichen“ Ansteuerimpulses für den eigentlichen vierstelligen Zähler:

Im IC 2 ist ein Oszillator integriert mit nachgeschaltetem 23stufigem Binärteiler. Durch Anschluß eines Quarzes mit einer Nennfrequenz von 4,194304 MHz steht eine Frequenz von 0,5 Hz am Ausgang Pin 5 des IC 2 an — vorausgesetzt, der Start-/Stop-Eingang (Pin 4) liegt auf „low“. T 2 nimmt eine Pegelumsetzung vor und steuert den Eingang (Pin 10) des nachgeschalteten Teiler-IC's 3 an. Hier erfolgt eine weitere Teilung durch 1800, so daß am Ausgang 1 Impuls pro Stunde zur Ansteuerung des eigentlichen Betriebsstundenzählers anliegt.

Durch „high“-Signal an Pin 4 des IC 2 wird der Oszillator gestoppt und die Zeitmessung unterbrochen.

Die kleinste zu messende Zeiteinheit entspricht der Periodendauer der Ausgangsfrequenz des IC 2 und beträgt 2 Sekunden. Kürzere Ansprechzeiten werden als Störimpulse gewertet und nicht berücksichtigt, während Einschaltzeiten über 2 Sekundendauer kontinuierlich aufsummiert und bei Erreichen einer vollen Stunde durch Erhöhung des Zählers um 1 angezeigt werden.

Die eigentliche Start-/Stop-Automatik arbeitet wie folgt:

Der in den angeschlossenen zeitlich zu überwachenden Verbraucher hineinfließende Strom erzeugt am Referenzwiderstand R 4 einen entsprechenden Spannungsabfall, der über R 5 auf das Gate des FET des Typs BF 245 (T 1) gegeben wird. Hierdurch erfolgt eine Pegelumsetzung, so daß am Source-Anschluß von T 1 eine Gleichspannungsverschiebung von ca. +2 V vorliegt.

Über D 5 + D 6/R 9 wird eine um die beiden Diodenflußspannungen von D 5 + D 6 (ca. 1,2 V) niedrigere Spannung auf den inver-

tierenden(-)Eingang des OP 1 gegeben. C 2 dient zur Pufferung.

Ebenfalls vom Source-Anschluß von T 1 wird eine weitere Spannung abgenommen, die über den Spannungsteiler R 7, R 8, R 10 auf den invertierenden(+)Eingang des OP 1 geführt wird. Das Teilungsverhältnis kann hierbei mit dem Poti R 8 in gewissen Grenzen variiert werden.

Ist das Poti R 8 z. B. ganz aufgedreht (voller Widerstand von 1 M $\Omega$ , entspricht Linksanschlag), so liegt das Potential des nichtinvertierenden Einganges (+) von OP 1 nur geringfügig über dem Potential am invertierenden(-)Eingang. Es reicht jetzt ein geringer Spannungsabfall an R 4 aus, um über den Pegelumsetzer T 1 über D 5 + D 6 das Potential am invertierenden(-)Eingang, über das am nichtinvertierenden(+)Eingang anzuheben, wodurch der Ausgang des OP 1 von „high“ auf „low“ geht und den Start-/Stop-Eingang (Pin 4) des IC 2 freigibt.

Je weiter das zur Ansprechempfindlichkeit dienende Poti R 8 nach rechts (in Richtung 0  $\Omega$ ) gedreht wird, desto größer ist die zu überwindende Spannungsdifferenz zwischen den beiden Eingängen (Pin 2 und Pin 3) des OP 1.

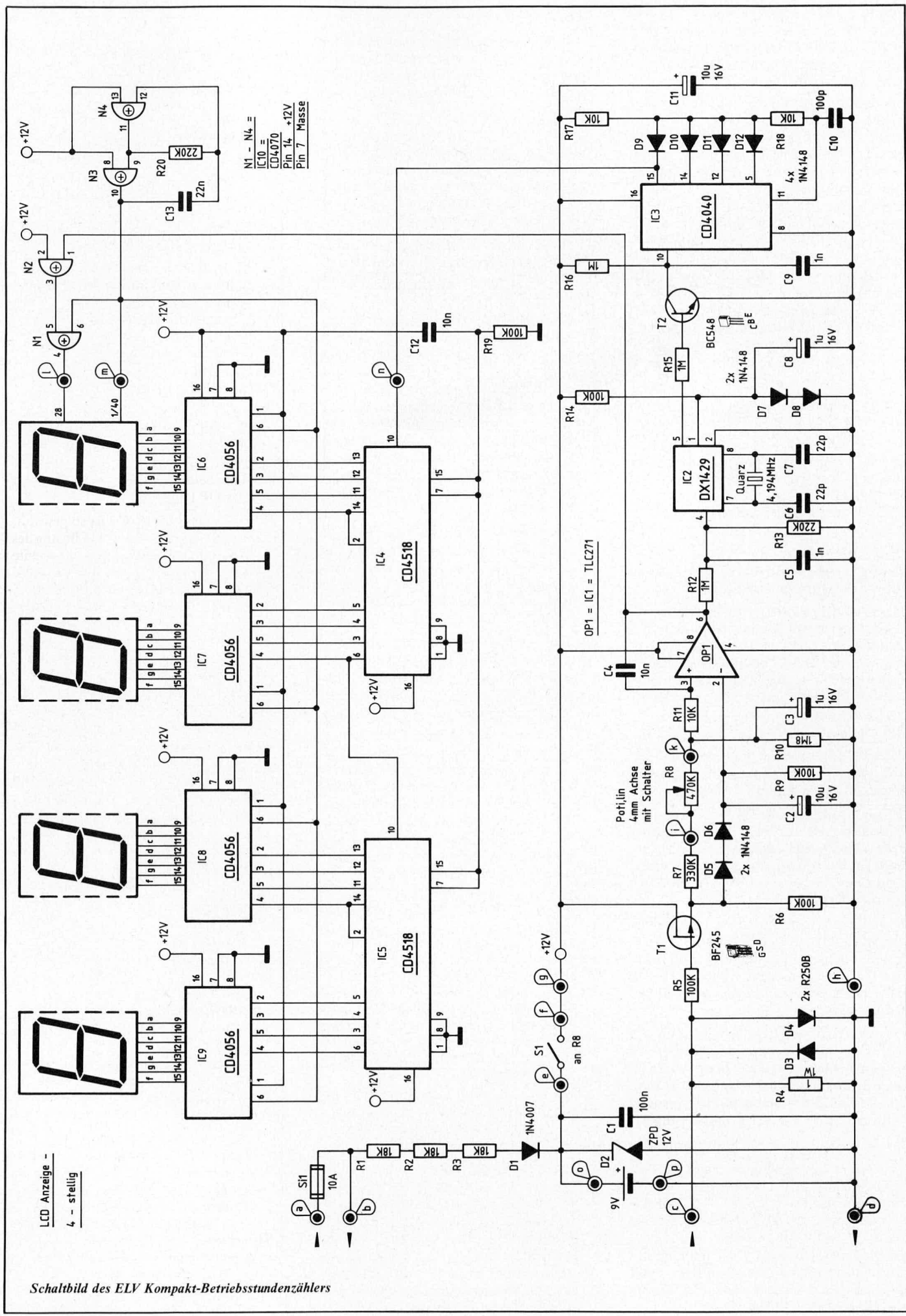
Die Zeitkonstante R 10/C 3 ist so gewählt, daß am nichtinvertierenden(+)Eingang des OP 1 die Wechselspannungskomponente der vom Source-Anschluß von T 1 kommenden Spannung vollkommen herausgefiltert wurde. Über D 5 + D 6 hingegen kann die am Source-Anschluß von T 1 anliegende Wechselspannungskomponente in ihrer positiven Halbwelle zur Spannungserhöhung am invertierenden(-)Eingang von OP 1 uneingeschränkt wirksam werden. Sobald also das Potential am invertierenden(-)Eingang von OP 1 über den Wert am nichtinvertierenden (+) Eingang ansteigt, schaltet der Ausgang (Pin 6) von „high“ nach „low“ und das IC 2 wird, wie bereits weiter vorstehend erwähnt, freigegeben.

Je nachdem, wie groß die mit dem Poti R 8 vorgegebene positive Vorspannung ist, muß der in den angeschlossenen Verbraucher hineinfließende Strom größer oder kleiner sein, bevor IC 2 freigegeben wird. Auf diese Weise ist mit einfachen Mitteln eine Einstellung der Ansprechempfindlichkeit möglich. Die Spannungsversorgung der Schaltung wird über die drei Vorwiderstände R 1 bis R 3, die Gleichrichterioden D 1 in Verbindung mit dem 9 V-Block-Akku, aus der 220 V Netzwechselspannung gewonnen. Der Akku dient hierbei sowohl der Spannungsstabilisierung als auch der Pufferung, wobei er zusätzlich für die Notstromversorgung zur Verfügung steht. Die Z-Diode D 2 schützt die Schaltung vor Überspannungen bei einem Akkuwechsel bzw. -ausfall.

Über dem am Poti R 8 angebrachten Schalter S 1 kann der Betriebsstundenzähler ausgeschaltet und gleichzeitig auf „0000“ zurückgesetzt werden.

### Zum Nachbau

Zunächst werden die beiden Platinen in gewohnter Weise bestückt. Als erstes sind die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platine zu setzen und zu verlöten.



N1 - N4 =  
 IC10 =  
 CD4070  
 Pin 14 +12V  
 Pin 7 Masse

LCD Anzeige -  
 4 - stellig

Schaltbild des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers

Hierbei ist zu beachten, daß die IC's 6 bis 9 unterhalb der LCD-Anzeige angeordnet sind, so daß die Anzeige zweckmäßigerweise als letztes Bauelement mit der Platine verlötet wird.

Die auf der Anzeigen- und Basisplatine identisch bezeichneten Punkte sind jeweils mit flexiblen isolierten Leitungen untereinander zu verbinden, wie dies auch aus dem Schaltbild und den beiden Bestückungsplänen hervorgeht.

Der Anschluß der Schaltung an den am Gehäuse angespritzten Schuko-Stecker erfolgt über flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup>, ebenso wie der Anschluß der Schaltung an die integrierte Schuko-Steckdose. Der gelbgrüne Schutzleiter mit einem Querschnitt von ebenfalls mindestens 1,5 mm<sup>2</sup>, wird direkt zwischen die Schutzkontakt-Anschlüsse von Stecker und Steckdose angeschlossen.

Vor dem Einbau ins Gehäuse sollte die Bestückung noch einmal sorgfältig kontrolliert werden.

Die mechanische Verbindung der beiden Platinen untereinander und die Befestigung im Gehäuse erfolgt mit einer Schraube M 3 x 50 mm und der entsprechenden Abstandshülse, die eine Länge von 45 mm aufweist.

Zusätzlich sind zwei Schrauben M 3 x 6 mm für die Befestigung vorgesehen.

Damit eine Berührung der unter Netzspannung stehenden Schaltung nach der Fertigstellung des Gerätes ausgeschlossen ist, muß der für die LCD-Anzeige vorgenommene Ausschnitt sorgfältig mit einer 2 mm starken Plexiglasscheibe von innen abgedeckt werden.

Abschließend wollen wir noch besonders nachdrücklich darauf hinweisen, daß bei anliegender Netzspannung am geöffneten Gerät auf keinen Fall Untersuchungen vorgenommen werden dürfen.

Es ist daher erforderlich, bei Arbeiten an der Schaltung das Gerät unbedingt vom Netz zu trennen. Die Versorgung wird dann direkt von dem eingebauten 9 V-Block-Akku übernommen.

Der einzige Schaltungsteil, der hierbei nicht überprüft werden kann, ist der Gleichrichterteil, bestehend aus den drei Widerständen R 1 bis R 3 sowie der Diode D 1, auf deren richtige Einbaulage besonders zu achten ist.

Das Gerät darf nur dann mit Netzspannung in Berührung gebracht werden, wenn es sich im geschlossenen Gehäuse ohne zusätzlich angeklebte Meßgeräte befindet. Dies ist außerordentlich wichtig, da die gesamte Schaltung die volle Netzspannung führt.

Die VDE-Bestimmungen sind zu beachten. Zum Anschluß des Potis R 8, zur Voreinstellung der Ansprechempfindlichkeit, ist eine entsprechende Bohrung im Gehäusedeckel vorzunehmen, um die Achse hindurchführen zu können. Aus Sicherheitsgründen ist es unbedingt erforderlich, daß nur Potis mit Kunststoffachse eingesetzt werden, damit keine metallisch leitenden Teile vom Inneren des Gerätes nach außen führen.

## Inbetriebnahme

Grundsätzlich sind an der Schaltung keinerlei Einstellarbeiten erforderlich. Das Gerät kann nach erfolgtem Aufbau direkt seiner eigentlichen Bestimmung zugeführt werden.

Sicherheitshalber sollten jedoch vor der eigentlichen Inbetriebnahme einige Kontrollmessungen durchgeführt werden. Hierzu wird ein Voltmeter mit seinem Minusanschluß an die Schaltungsmasse angeklemt (z. B. Minuspol des 9 V-Akkus).

Mit der positiven Klemme des Voltmeters, das einen Innenwiderstand von mindestens 1 M $\Omega$  aufweisen muß, sind nun folgende Spannungswerte zu messen:

1. Zur Funktionskontrolle des Frequenzzählers empfiehlt es sich, als erstes die Eingangsleitung zu Pin 10 des IC 4 aufzutrennen und mit dem Ausgangssignal des Backplane-Oszillators (Pin 10 des Gatters N 3) zu verbinden. Die Anzeige muß jetzt ungefähr im 100 Hz-Takt hochlaufen (50–500 Hz). Diese Überprüfung ist besonders wichtig, da bei Ausfall des Backplane-Oszillators die LCD-Anzeige innerhalb weniger Minuten einbrennt.

Wird kein einwandfreies Arbeiten festgestellt, sollte sicherheitshalber die LCD-Anzeige zunächst wieder ausgebaut, zumindest aber die Backplane-Anschlüsse ( $\frac{1}{40}$ ) zur Platine unterbrochen werden.

2. Die Versorgungsspannung am Plusanschluß des 9 V-Block-Akkus sollte zwischen 8,5 V und 10,0 V liegen.
3. Am Source-Anschluß von T 1, dort wo dieser sich mit R 6 und D 5 trifft, ist eine Spannung von 1,5 V bis 2,5 V zu messen. Es gibt auch einige FET's, bei denen diese Spannung bis zu 4,5 V betragen kann. Auch hiermit ist die Schaltung einwandfrei funktionsfähig, wobei ggf. die Dimensionierung der Widerstände R 7 und R 10 geändert werden muß. Hierauf wird zu einem späteren Zeitpunkt noch näher eingegangen.
4. Die Spannung am invertierenden (–) Eingang des OP 1 muß ca. 1,2 V unterhalb der unter Punkt 3 gemessenen Spannung liegen.
5. Bei Linksanschlag des Potis R 8 (voller Widerstand entsprechend 470 k $\Omega$  muß die Spannung am nichtinvertierenden Eingang (+) von OP 1 ungefähr gleich der Spannung am invertierenden (–) Eingang von OP 1 sein (einige mV Differenz sind zulässig).
6. Bei Rechtsanschlag des Potis R 8 (Widerstand ungefähr 0  $\Omega$ ) muß die Spannung am nichtinvertierenden Eingang (+) von OP 1 ca. 1,2 V höher als am invertierenden Eingang (–) sein. Es ist zu beachten, daß aufgrund der verhältnismäßig hochohmigen Beschaltung am nichtinvertierenden Eingang (+) des OP 1 Messungen an diesem Eingang nur mit Voltmeter möglich sind, deren Innenwiderstände mindestens 10 M $\Omega$  betragen, da ansonsten eine zu große Meßwertverfälschung auftritt.

## Stückliste: ELV Kompakt- Betriebsstundenzähler

### Halbleiter

IC1 .....	TLC 271
IC2 .....	DX 1429
IC3 .....	CD 4040
IC4, IC5 .....	CD 4518
IC6–IC9 ...	CD 4056 oder CD 4543
IC10 .....	CD 4030 oder CD 4070
T1 .....	BF 245
T2 .....	BC 548
D1 .....	1N4007
D2 .....	ZPD 12 V
D3, D4 .....	R 250 B
D5–D12 .....	1N4148

### Kondensatoren

C1 .....	100 nF
C2 .....	10 $\mu$ F/16 V
C3 .....	1 $\mu$ F/16 V
C4 .....	10 nF
C5 .....	1 nF
C6 .....	22 pF
C7 .....	22 pF
C8 .....	1 $\mu$ F/16 V
C9 .....	1 nF
C10 .....	100 pF
C11 .....	10 $\mu$ F/16 V
C12 .....	10 nF
C13 .....	22 nF

### Widerstände

R1–R3 .....	18 k $\Omega$
R4 .....	1 $\Omega$ /1 Watt
R5, R6 .....	100 k $\Omega$
R7 .....	330 k $\Omega$
R8 .....	470 k $\Omega$ , Poti, lin, 4 mm mit Schalter
R9 .....	100 k $\Omega$
R10 .....	1,8 M $\Omega$
R11 .....	10 k $\Omega$
R12 .....	1 M $\Omega$
R13 .....	220 k $\Omega$
R14 .....	100 k $\Omega$
R15, R16 .....	1 M $\Omega$
R17, R18 .....	10 k $\Omega$
R19 .....	100 k $\Omega$
R20 .....	220 k $\Omega$

### Sonstiges

Si1 .....	10 A
1 Quarz	4,194 MHz
1 4stellige LCD-Anzeige	
1 Platinensicherungshalter	
1 9 V-Batterieclip	
15 Lötstifte	
1 Schraube M3 x 50 mm	
2 Schrauben M3 x 6 mm	
3 Muttern M3	
2 Lötflanke 3,2 mm	
3 Abstandsrollchen 15 mm	
1 Spannzangendrehkopf (10 mm)	
mit Deckel und Pfeilscheibe	
30 cm 1,5 mm <sup>2</sup> flexible Leitung	
100 cm flexible Leitung	
15 cm Silberschalt draht	

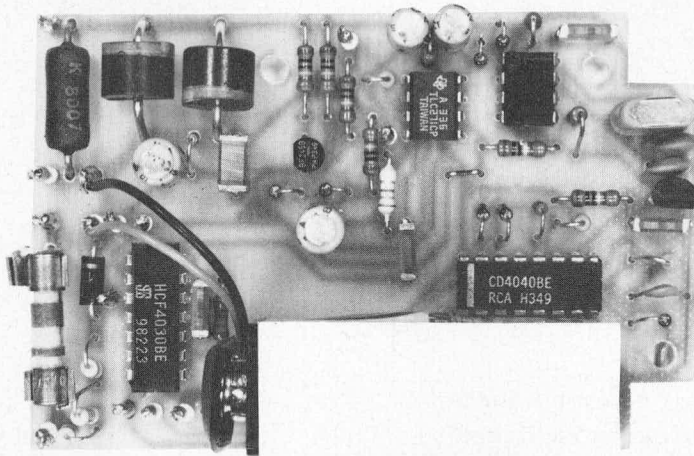
Sollten die vorgenannten Spannungsangaben um mehr als 0,3 V abweichen, empfiehlt es sich, die Widerstände R 7 und R 10 entsprechend zu ändern. Ist die Spannung an Pin 3 des OP 1 bei Rechtsanschlag des Potis R 8 zu groß, so muß R 7 vergrößert werden, im umgekehrten Falle verkleinert. Ist die Spannung hingegen bei Linksanschlag des Potis R 8 an Pin 3 des OP 1 zu groß, so muß R 10 verkleinert werden, im umgekehrten Falle vergrößert.

7. R 8 wird jetzt ungefähr in Mittelstellung gebracht. Die Ausgangsspannung an Pin 6 des OP 1 muß ungefähr 7 V bis 9 V betragen. Wird jetzt der nichtinvertierende (+) Eingang des OP 1 auf Masse gelegt (R 10 kurzgeschlossen), so muß der Ausgang des OP 1 (Pin 6) auf ungefähr 0,0 V bis 0,3 V gehen.
8. Die Spannung an Pin 1 des IC 2 muß zwischen 1,2 V und 1,8 V liegen.
9. Die Überbrückung des Widerstandes R 10 wird zunächst beibehalten. An

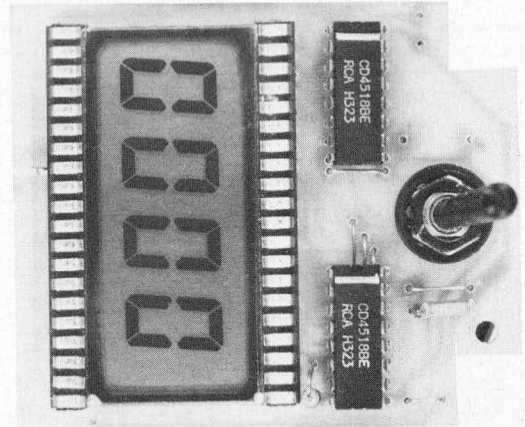
Pin 5 des IC 2 kann jetzt ein Signal gemessen werden, das für eine Sekunde „high“- und für eine Sekunde „low“-Potential aufweist. Sobald der Kurzschluß von R 10 aufgehoben wird, darf sich das Signal an Pin 5 des IC 2 nicht mehr ändern. Das IC ist gestoppt.

10. An den Pin's 1, 7, 8, 9 und 15 der beiden IC's 4 und 5 müssen 0,0 V anliegen.

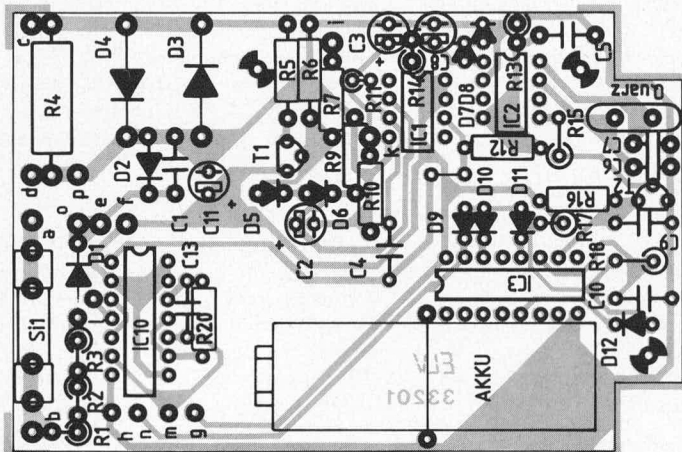
Damit ist die Überprüfung und Inbetriebnahme dieses interessanten Betriebsstundenzählers bereits beendet.



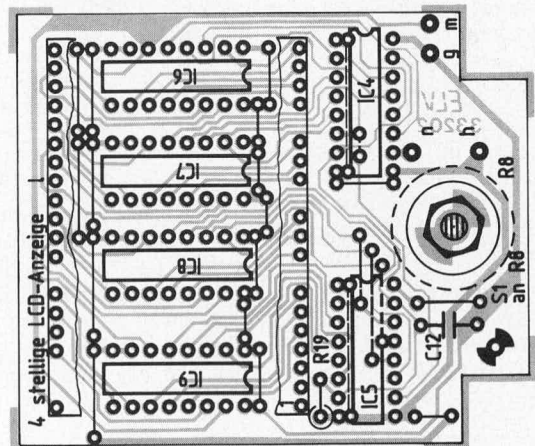
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



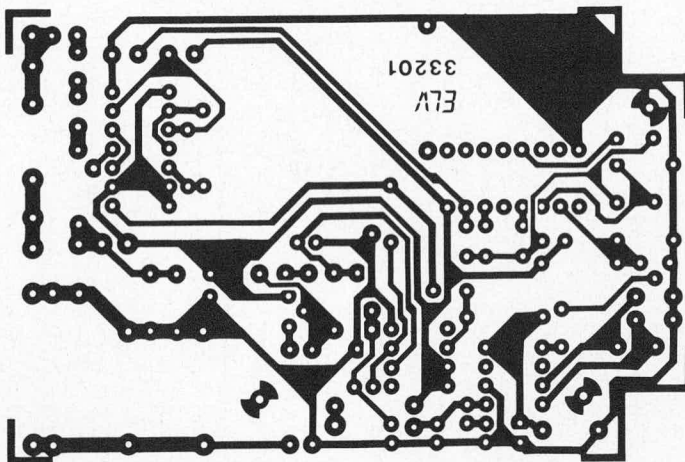
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



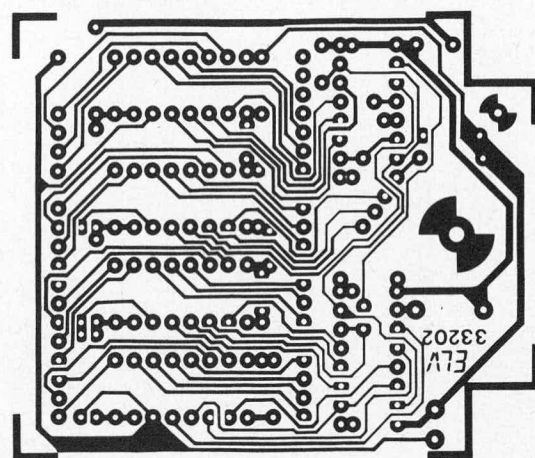
Bestückungsseite der Basisplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers. Die IC's 6 bis 9 befinden sich unterhalb der LCD-Anzeige



Leiterbahnseite der Basisplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine des ELV Kompakt-Betriebsstundenzählers



aus den OP's 2 bis 5 mit Zusatzbeschaltung, ist stromlos.

Durch entsprechenden Lichteinfall auf den LDR 07 wird dieser niederohmiger und die Spannung am invertierenden (-) Eingang des OP 1 sinkt unter die Spannung, die am nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 1 anliegt.

Der Ausgang geht daher von ca. 0 V auf ca. 8 V. Eine Selbsthaltung wird durch D 1 erreicht.

T 1 steuert durch und versorgt die nachfolgende Alarmschaltung.

Der Ausgang des OP 2 (Pin 7) liegt zunächst für ca. 30 Sekunden auf ca. +8 V, so daß der 2 Hz Oszillator OP 3 freigegeben ist.

Dieser mit OP 3 aufgebaute Oszillator gibt im ca. 2 Hz-Rhythmus den nachfolgenden 2 kHz-Oszillator, bestehend aus OP 4 mit Zusatzbeschaltung, frei, dessen Ausgang den Komparator und Treiber OP 5 direkt ansteuert.

Der Ausgang des OP 5 (Pin 1) treibt den als Emitterfolger geschalteten Endstufentransistor T 2, der die beiden Sound-Transducer mit einem intermittierenden 2 kHz-Signal versorgt.

Nach ca. 30 Sekunden ist der Kondensator C 5 über R 9 soweit aufgeladen, daß die Spannung am invertierenden (-) Eingang des OP 2 größer wird als die am nichtinvertierenden (+) Eingang. Hierdurch wechselt das Potential am Ausgang des OP 2 (Pin 7) von „high“ auf „low“.

Der 2 Hz-Oszillator, bestehend aus OP 3 mit Zusatzbeschaltung, wird gesperrt, der seinerseits den 2 kHz-Oszillator (OP 4) sperrt. Der Alarm wird abgebrochen.

Durch Vergrößern bzw. Verkleinern von R 9 oder C 5 kann die Alarmzeit verlängert oder verkürzt werden.

Die Ansprechempfindlichkeit des Lichtsensors des Typs LDR 07 kann durch Variieren des Widerstandes R 1 den individuellen Er-

fordernissen angepaßt werden, wobei Werte von 1 M $\Omega$  bis 20 M $\Omega$  wählbar sind.

### Zum Nachbau

Die Bestückung der kleinen Leiterplatte ist in gewohnter Weise vorzunehmen, wobei darauf zu achten ist, daß einige Widerstände stehend eingebaut werden, wie dies auch aus dem Bestückungsplan hervorgeht.

Das Platinenlayout ist so ausgelegt, daß die Schaltung in ein dazu passendes Gehäuse eingebaut werden kann. Die Platine sollte in entsprechendem Abstand zum Gehäuseboden montiert werden, damit im Zwischenraum die 9 V-Batterie einen sicheren Halt findet. Zusätzlich ist dann zwischen Leiterplattenunterseite und Batterie eine Isolierung einzufügen.

In das Gehäuse sind 5 Bohrungen an entsprechender Stelle einzubringen.

Zwei Bohrungen, mit einem Durchmesser von ca. 5 mm, dienen der Aufnahme der Leuchtdiode sowie des Lichtsensors. Die Leuchtdiode signalisiert auch nach abgebrochenem Alarm die erfolgte Aktivierung der Schaltung.

Eine dritte Bohrung, mit einem Durchmesser von ca. 6,5 mm, dient zur Aufnahme der von außen zugänglichen Klinkenbuchse.

Die beiden letzten Bohrungen, mit einem Durchmesser von ca. 4 mm, dienen dem Schalldurchtritt der beiden Sound-Transducer. Diese sollten direkt an der Gehäusewandung angeklebt werden, damit möglichst keine Lautstärkeverluste auftreten.

Die Klinkenbuchse wird mit flexiblen isolierten Leitungen so angeschlossen, daß der Stromfluß bei eingestecktem Klinkenstecker unterbrochen und bei entferntem Klinkenstecker eingeschaltet ist.

Nach erfolgter Inbetriebnahme wird mit dem Trimmer R 21 die Frequenz des Signaloszillators ungefähr auf die mittlere Resonanzfrequenz der Sound-Transducer, d. h. auf größte Lautstärke, eingestellt.

### Stückliste: Antiklau

#### Halbleiter

IC1	.....	TLC 271
IC2	.....	LM 324
T1, T2	.....	2N3019
D1, D3	.....	1N4148
D2	.....	LED, rot, 5 mm

#### Kondensatoren

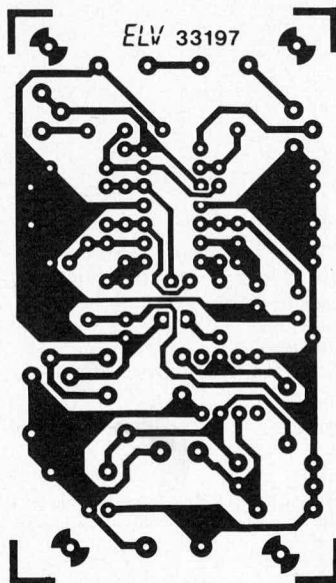
C1, C4	.....	10 $\mu$ F/16 V
C2, C3	.....	10 nF
C5	.....	100 $\mu$ F/16 V
C6	.....	10 $\mu$ F/16 V
C7	.....	47 nF

#### Widerstände

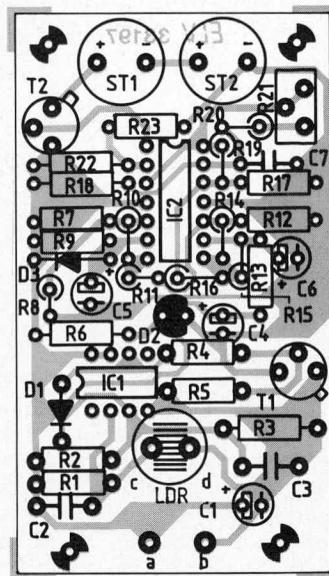
R1, R2	.....	10 M $\Omega$
R3	.....	470 k $\Omega$
R4, R5	.....	10 k $\Omega$
R6	.....	2,2 k $\Omega$
R7	.....	22 k $\Omega$
R8	.....	100 k $\Omega$
R9	.....	470 k $\Omega$
R10	.....	1 M $\Omega$
R11, R12	.....	10 k $\Omega$
R13	.....	1 M $\Omega$
R14, R16, R17	.....	10 k $\Omega$
R15, R18	.....	100 k $\Omega$
R19	.....	10 k $\Omega$
R20	.....	4,7 k $\Omega$
R21	....	2,5 k $\Omega$ , Trimmer, stehend
R22, R23	.....	100 k $\Omega$

#### Sonstiges

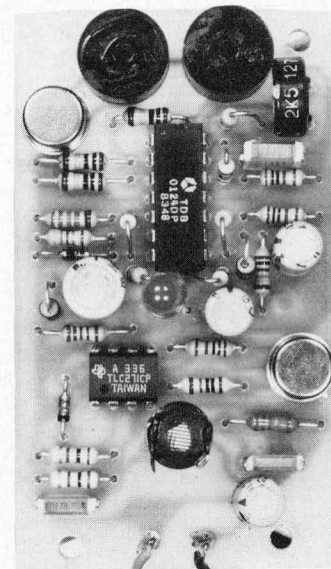
ST1, ST2	.....	Sound-Transducer
1 LDR 07		
1 Klinkenbuchse, 3,5 mm		
1 Klinkenstecker 3,5 mm		
4 Abstandsröllchen 15 mm		
4 Schrauben M3 x 20 mm		
1 x 9 V-Batterieclip		
15 cm flexible Leitung		



Schaltbild vom Antiklau



Leiterbahnseite der Platine vom Antiklau



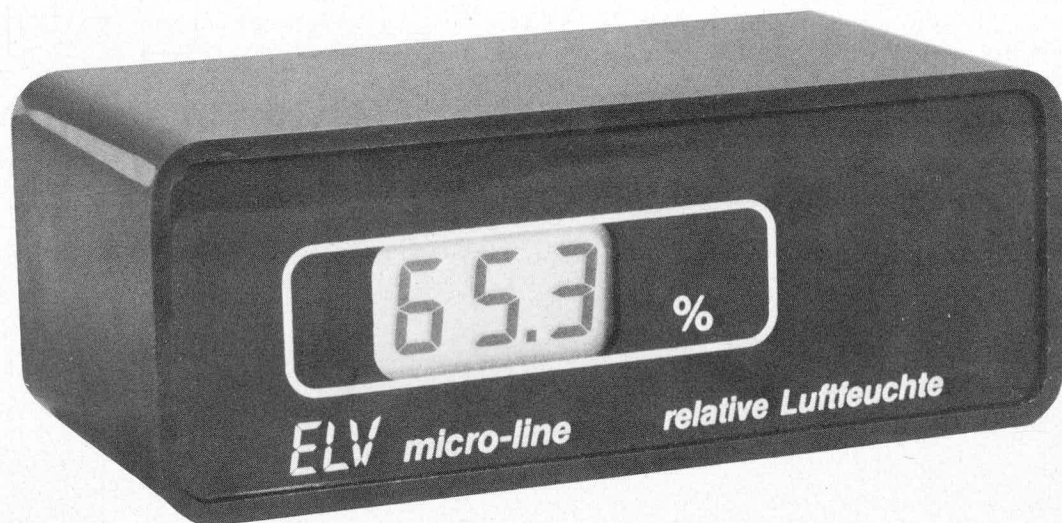
Bestückungsseite der Platine des Antiklau



# ELV micro-line

## Digitaler Luftfeuchtemesser

mit LCD-Anzeige für Batteriebetrieb



*Ausgerüstet mit einem LC-Display wird dieser 3stellige, digitale Luftfeuchtemesser mit 4 Mignon-Zellen ca. 2 Jahre im Dauerbetrieb versorgt. Eine hohe Auflösung von 0,1 % sowie eine gute mittlere Genauigkeit von ca. 2 % zeichnen darüber hinaus diese interessante Schaltung aus.*

### Allgemeines

Daten und Aufbau des digitalen Luftfeuchtemessers stimmen mit der LED-Version aus der vorangegangenen Ausgabe des ELV journals (Nr. 32) weitgehend überein. Der wesentliche Unterschied besteht lediglich in der Anzeige, die hier über ein LC-Display erfolgt. Hierdurch wird ein Batteriebetrieb ermöglicht. Es wurden einige weitere Maßnahmen getroffen, um den Stromverbrauch so weit wie möglich zu reduzieren. Mit 4 handelsüblichen 1,5 V Mignon-Batterien arbeitet das Gerät im Dauerbetrieb ca. 2 Jahre.

Da sowohl die prinzipielle Funktionsweise als auch die Schaltung in ihren wesentlichen Zügen mit der LED-Version übereinstimmt, soll eine detaillierte Beschreibung an dieser Stelle nur bezüglich der abweichenden Details vorgenommen werden.

### Zur Schaltung

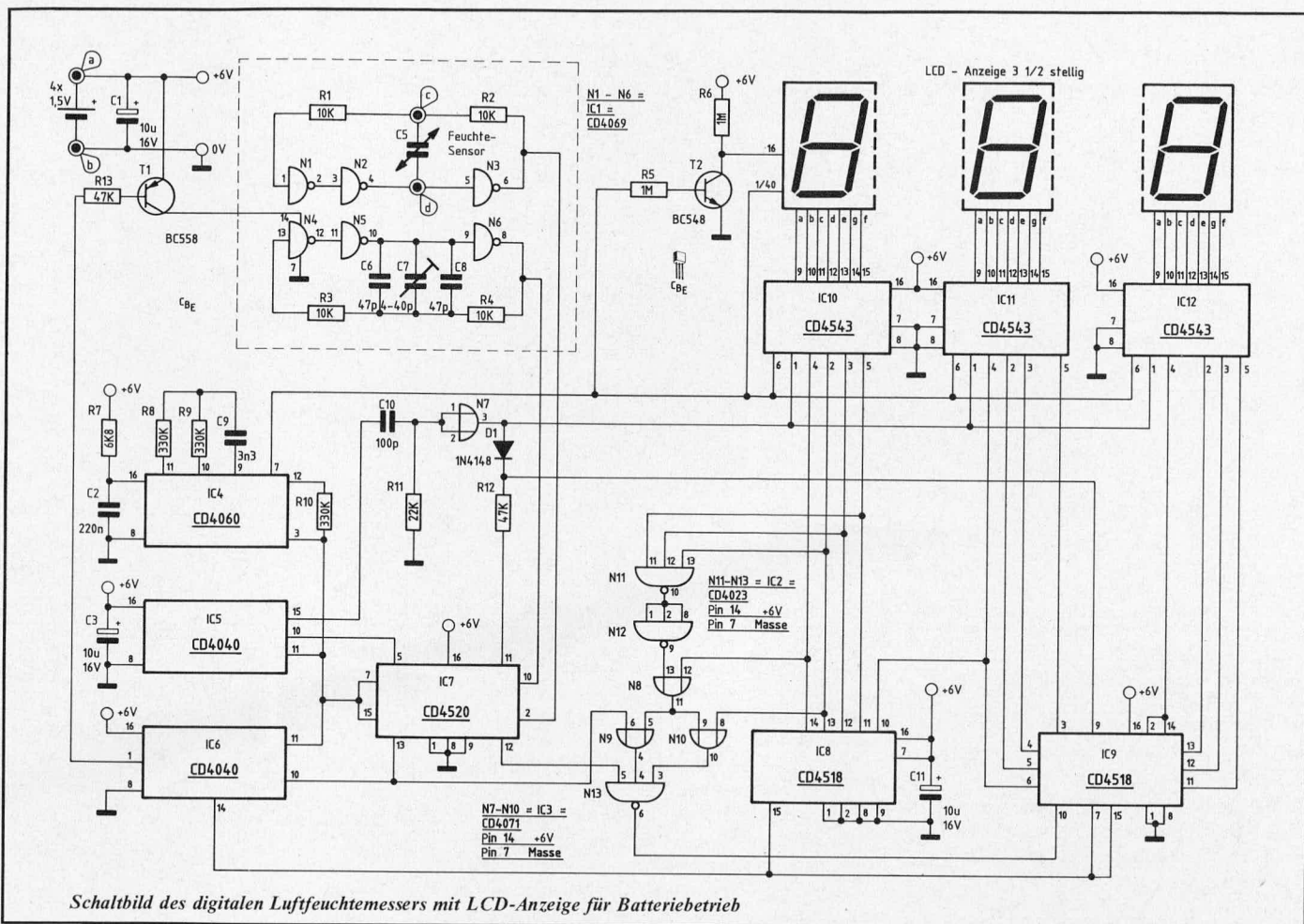
Der dominierende Stromverbraucher, die 3stellige LED-Anzeige, wurde bei dieser Version durch ein sehr stromsparendes LC-Display ersetzt. Doch diese Maßnahme allein reicht nicht aus, um den Stromverbrauch so weit zu reduzieren, daß eine hinreichend lange Batterielebensdauer gewährleistet ist. Bei den verhältnismäßig niederohmig beschalteten Oszillatoren, bestehend aus den Gattern N 1 bis N 6, werden immerhin noch mehrere mA benötigt. Diese Oszillatoren höherohmig zu beschalten, würde hingegen deren Stabilität ungünstig beeinflussen. Es mußte daher eine andere Möglichkeit zur Reduzierung des Stromverbrauches gefunden werden.

Die relative Luftfeuchtigkeit ändert sich im allgemeinen verhältnismäßig langsam. Aus diesem Grunde ist es durchaus vertretbar,

lediglich ca. 3mal pro Minute eine Messung durchzuführen. Die Meßzeit selbst liegt in der Größenordnung von ca. 50 ms. Für die beiden Oszillatoren ergibt sich daher im Mittel eine Reduzierung der Stromaufnahme auf weniger als 1%.

Der restliche aktive Schaltungsteil besteht aus CMOS-Bauelementen, deren Stromverbrauch bei den hier vorliegenden niedrigen Frequenzen praktisch vernachlässigbar ist.

Mit dem IC 4 des Typs CD 4060 ist ein Oszillator aufgebaut mit nachgeschaltetem integriertem Binärteiler. In ungefähr 20 Sekunden Abstand wird über Pin 3 des IC 4 ein Reset-Impuls auf die IC's 5, 6 und 7 gegeben, der gleichzeitig über R 10 auch das IC 4 selbst zurücksetzt.



Im selben Moment geht auch der Ausgang Pin 1 des IC 6 auf „low“, wodurch der Transistor T 1 durchsteuert und die beiden Oszillatoren, bestehend aus den Gattern N 1 bis N 6, mit Spannung versorgt — ein ca. 50 ms andauernder Meßzyklus beginnt.

Am Ende einer Meßzeit geht der Ausgang Pin 1 des IC 6 auf „high“ und T 1 wird gesperrt. Die beiden Oszillatoren, bestehend aus den Gattern N 1 bis N 6, stoppen.

Das während der Meßphase in die Speicher übernommene und zur Anzeige gebrachte Meßergebnis der relativen Luftfeuchte, kann nun nicht mehr geändert werden, da aufgrund des Stoppens der beiden Oszillatoren nicht nur kein Meßsignal mehr vorhanden ist, sondern darüber hinaus auch keine Speicher- und Reset-Impulse auf die Zähler, Dekoder und Treiber gelangen.

Das einmal angezeigte Meßergebnis bleibt solange erhalten, bis nach Ablauf von ca. 20 Sekunden ein Reset-Impuls an Pin 3 des IC 4 ansteht, der die Teiler-IC's 5, 6 und 7 zurücksetzt und damit einen neuen Meßzyklus startet.

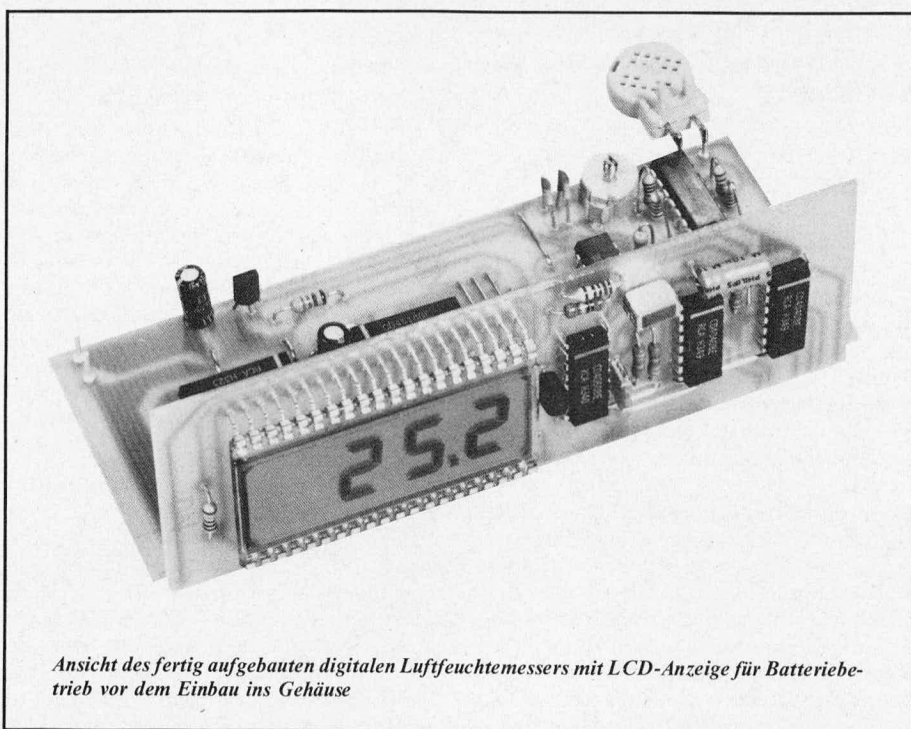
Der eigentliche, aus den IC's 8 und 9 bestehende, zur Messung dienende Zähler sowie die nachgeschalteten Dekoder- und Treiber-IC's 10 bis 12 sind permanent in Betrieb. Der angezeigte Meßwert ändert sich nur dann, wenn der Wert der neuen Messung von dem Wert der vorangegangenen Messung abweicht. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Änderungen frühestens nach ca. 20 Sekunden angezeigt werden können, wie dies weiter vorstehend auch bereits erwähnt wurde.

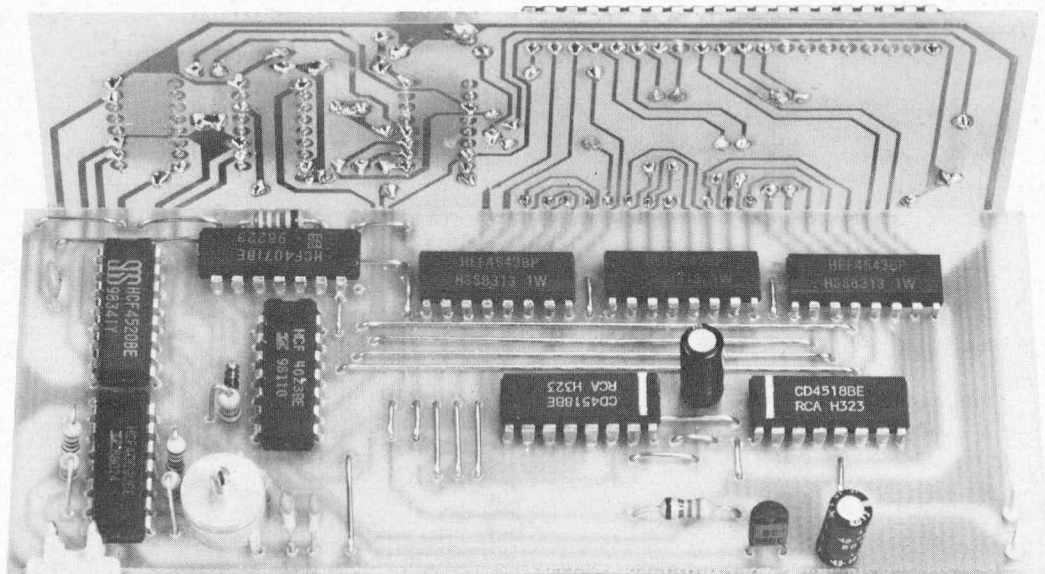
Das Backplane-Signal für die LCD-Anzeige wird an Pin 7 des IC 4 ausgekoppelt, da dieses Signal selbstverständlich ebenfalls permanent anstehen muß und der im IC 4 enthaltene Oszillator ebenfalls ununterbrochen in Betrieb ist. Das über R 10 auf Pin 12 des IC 4 vorgenommene Rücksetzen dient lediglich zur Erzeugung eines kurzen Impulses an Pin 3 des IC 4.

Der Vorwiderstand R 7 dient in Verbindung

mit C 2 zur weiteren Reduzierung der Stromaufnahme des IC 4.

Die Widerstände R 8, R 9 sowie der Kondensator C 9, legen die Oszillatorfrequenz und damit die Meßfolgezeit (hier ca. 20 Sekunden) fest. Eine weitere Reduzierung der Oszillatorfrequenz und damit Vergrößerung des zeitlichen Abstandes zwischen den einzelnen Messungen, bringt in der Praxis keine nennenswerte Stromersparnis.





Rückansicht des fertig aufgebauten digitalen Luftfeuchtemessers mit LCD-Anzeige für Batteriebetrieb vor dem Einbau ins Gehäuse

## Zum Nachbau

Der Aufbau der Schaltung ist ebenfalls weitgehend identisch mit der LED-Version aus der vorangegangenen Ausgabe ELV journal Nr. 32.

Anhand der Bestückungspläne werden die Bauteile in gewohnter Weise und Reihenfolge auf die Platinen gesetzt und verlötet. Nachdem auch der Feuchtesensor ohne Einfügung zusätzlicher Verlängerungsleitungen an die Basisplatine angeschlossen wurde, kann die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 2 mm unterhalb der Basisplatine hervorsteht. Besonders darauf zu achten ist in diesem Zusammenhang, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen an den Verbindungsstellen bilden.

In die Gehäuserückwand ist an entsprechender Stelle ein waagerechter Schlitz mit den Abmessungen 6 x 16 mm einzuarbeiten, durch den später der Kopf des Feuchtesensors geführt wird.

## Kalibrierung

Der Abgleich des Feuchtemessers beschränkt sich auf nur einen einzigen Abgleichpunkt, wobei auch hier zu berücksichtigen ist, daß eine Meßwertänderung frühestens nach ca. 20 Sekunden auf der Anzeige abzulesen ist.

Für die Kalibrierung ist eine Klimakammer mit geeichter relativer Luftfeuchte zweckmäßig. Steht diese nicht zur Verfügung, kann der Abgleich ersatzweise auch mit Hilfe einer gesättigten Kochsalzlösung in einem geschlossenen Gefäß erfolgen. Hiermit können durchaus exakte Werte erreicht werden.

Der an die funktionstüchtigen Leiterplatten angelötete Feuchtesensor wird in ein Wasserglas gehängt, wo er sich in der oberen Hälfte befindet. Von oben wird dann das Glas mit einer möglichst luftdicht schließenden, isolierenden Folie (z.B. Frischhaltefolie) abgedichtet, so daß sich nur der Feuchtesensor selbst in dem ansonsten leeren und trockenen Wasserglas befindet.

Zur Erzielung einer definierten relativen Luftfeuchte wird jetzt ein Wattebausch in den Behälter eingebracht, der mit einer gesättigten Kochsalzlösung getränkt wurde. Aufgrund physikalischer und chemischer Gesetzmäßigkeiten stellt sich bei einem konstanten Temperaturbereich zwischen plus 5°C bis plus 20°C eine relative Luftfeuchte von ziemlich exakt 76 % ein. Wichtig ist die Temperatur-Gleichheit von Kochsalzlösung und der Luft in dem geschlossenen Gefäß. Eine Temperaturdifferenz von nur 1°C hat eine Abweichung von mehreren Prozenten der relativen Luftfeuchte zur Folge. Dagegen ist die gemeinsame Absoluttemperatur von Kochsalzlösung und Lufttemperatur in den vorstehend genannten Grenzen unerheblich. Es ist daher ratsam, die vorstehend beschriebene Anordnung über mehrere Stunden bei einer möglichst gleichbleibenden Raumtemperatur im Bereich zwischen plus 5° und plus 20°C zu belassen.

Der eigentliche Abgleich beschränkt sich lediglich auf die Einstellung des Trimmers C7 auf einen Wert von 76,0 %.

Eine gesättigte Kochsalzlösung stellt man auf einfache Weise selbst her, indem in ein halbes Glas Wasser soviel Kochsalz geschüttet wird, daß nach dem Umrühren sich nach einigen Minuten am Boden des Glases eine Ablagerung bildet. Jetzt taucht man einen Wattebausch bis zur Hälfte in das Glas, ohne mit dem am Boden abgelagerten Salz in Berührung zu kommen, um diesen Wattebausch dann anschließend in den geschlossenen Behälter einzubringen, in dem auch der zum Abgleich kommende Sensor sich befindet.

Bei dem vorstehend beschriebenen Abgleich gehen wir davon aus, daß die Steilheit der Feuchtesensorkennlinie bzw. der Skalenfaktor der Schaltung lediglich einer geringen Streuung unterliegt. In der Praxis konnte dieses bestätigt werden, da der Sensor als wesentliches Bauelement mit verhältnismäßig geringen Streuungen gefertigt wird. Daher genügt ein einziger Abgleichpunkt.

## Stückliste: Digitaler Luftfeuchtemesser mit LCD-Anzeige

### Halbleiter

IC1	.....	CD 4069
IC2	.....	CD 4023
IC3	.....	CD 4071
IC4	.....	CD 4060
IC5, IC6	.....	CD 4040
IC7	.....	CD 4520
IC8, IC9	.....	CD 4518
IC10-IC12	.....	CD 4056 oder CD 4543
T1	.....	BC 558
T2	.....	BC 548
D1	.....	1N4148

### Kondensatoren

C1	.....	10 µF/16 V
C2	.....	220 nF
C3	.....	10 µF/16 V
C5	.....	Valvo Luftfeuchtesensor LFS 10
C6, C8	.....	47 pF
C7... Trimmerkondensator	4-40	pF
C9	.....	3,3 nF
C10	.....	100 pF
C11	.....	10 µF/16 V

### Widerstände

R1-R4	.....	10 kΩ
R5, R6	.....	1 MΩ
R7	.....	6,8 kΩ
R8-R10	.....	330 kΩ
R11	.....	22 kΩ
R12, R13	.....	47 kΩ

### Sonstiges

- 1 LCD-Anzeige 3,5stellig
- 4 Lötstifte
- 70 cm Silberschaltdraht
- 1 Batterieclip
- 1 Batteriekasten (4 Mignonzellen)



# ELV-Serie Modellbau

## NC-Akku-Schnellladeautomat

**Konzipiert für den Einsatz „im freien Feld“ können mit diesem Gerät Akkus in kürzester Zeit aus der Auto-Batterie wieder aufgeladen werden. Zunächst wird zum Erreichen von genau definierten Anfangsbedingungen eine Schnell-Entladung vorgenommen. Die erforderliche Ablaufsteuerung erfolgt hierbei automatisch.**

### Allgemeines

Im Modellbau ist der Anteil von Elektroantrieben in Schiffmodellen bekanntermaßen dominierend. Aufgrund der immer besser werdenden Motore und besonders der Akkus, kommt dieser Antriebsart im Flugmodellbau wachsende Bedeutung zu. Je höher die Ansprüche an die Leistung eines Modells sind, desto kürzer ist im allgemeinen die Betriebsdauer mit einer Akkuladung. Häufig ist es daher wünschenswert, einen Akku-Satz „im freien Feld“ in möglichst kurzer Zeit aus dem Auto-Akku wieder aufzuladen.

Einige Hersteller von NC-Akkus haben neuartige, entsprechend schnell ladefähige Typen entwickelt, bei denen die Ladezeitdauer von normalerweise 14 Stunden, bis auf 0,5 Stunden verkürzt werden kann. Die einladbare Leistung ist bei einer Ladedauer von 0,5 Stunden jedoch auf 60 bis 80 % begrenzt. Durch Weiterladen mit „normalem“ Ladestrom kann die gespeicherte Energie allerdings wieder auf 100 % erhöht werden.

### Bedienung und Funktion

Die Schaltung ist geeignet, schnell ladefähige NC-Akkus innerhalb von 0,5 Stunden wieder aufzuladen.

Hierzu wird das Gerät zunächst an einen 12 V Auto-Akku angeschlossen, dessen Spannung zwischen 10 V und 15 V schwanken darf. Durch eingebaute Schutzdioden ist die Schaltung vor Verpolung gesichert.

Der dreistellige Kippschalter zur Stromeinstellung, befindet sich zunächst in Mittelstellung. Hierdurch wird die Elektronik in ihren Ausgangszustand gesetzt.

Der aufzuladende NC-Akku wird jetzt an die beiden Ausgangsklemmen angeschlossen, wobei auf korrekte Polarität sorgfältig zu achten ist. Die Zellenzahl kann zwischen 1 und 7, entsprechend einer Akku-Nennspannung von 1,2 V bis 8,4 V, liegen.

Mit dem Poti R 27 wird die Nennspannung des angeschlossenen NC-Akkus eingestellt. Dies ist für den Entladevorgang erforderlich, damit die Elektronik den Abschaltzeitpunkt anhand der Entladespannung bestimmen kann, wobei die Steuerung vollautomatisch erfolgt.

Solange sich der dreistellige Kippschalter in Mittelstellung befindet, sind die beiden Endstufentransistoren für den Lade- (T 7) bzw. Entladevorgang (T 6) gesperrt und in

den angeschlossenen NC-Akku fließt weder ein Strom hinein noch wird ihm einer entnommen.

Mit dem Kippschalter S 1 können zwei verschiedene Lade- bzw. Entladeströme eingestellt werden. Obwohl es zahlreiche verschiedene schnell ladefähige Akku-Typen auf dem Markt gibt, dürften zwei Ladeströme ausreichen. Die Dimensionierung der Schaltung ist auf die wohl am häufigsten vorkommenden Akku-Nennkapazitäten von 1,2 Ah sowie 1,8 Ah ausgelegt. Dies entspricht einem Schnellladestrom von  $1,2 \text{ Ah}/0,5 \text{ h} = 2,4 \text{ A}$  bzw.  $1,8 \text{ Ah}/0,5 \text{ h} = 3,6 \text{ A}$ . Letztgenannter Strom stellt auch gleichzeitig den maximal mit dieser Schaltung zu verarbeitenden Strom dar.

Grundsätzlich können beim Aufbau der Schaltung diese beiden Ströme individuell den jeweils vorhandenen NC-Akkus angepaßt werden. Hierzu sind lediglich R 2 bzw. R 4 zu vergrößern.

Sobald der Kippschalter S 1 in eine der beiden zur Festlegung des Strombereichs dienenden Stellungen gebracht wird, startet der Entladevorgang mit dem gewählten Strom. Der Entladestrom ist gleich dem Ladestrom.

Sobald die Entladeschlußspannung erreicht wird, bricht die Elektronik automatisch den Entladevorgang ab und startet den halbstündigen Schnellladevorgang.

Die Entladezeitdauer wird individuell von der Elektronik gesteuert und ist abhängig von der Restladung, die noch im angeschlossenen NC-Akku vorhanden war. Die Zeitdauer der Schnellladung hingegen ist genau auf 0,5 Stunden festgelegt. Dies entspricht optimalen Schnellladebedingungen bei 20fachem Nennladestrom, entsprechend der doppelten Akku-Kapazität. Ein schnell ladefähiger NC-Akku mit einer Nennkapazität von 1,8 Ah wird also für eine halbe Stunde mit  $2 \times 1,8 \text{ A} = 3,6 \text{ A}$  aufgeladen.

Eine definierte und vollständige Entladung ist unbedingt erforderlich, damit bei dem anschließenden Schnellladevorgang ein Überladen ausgeschlossen wird. Grundsätzlich besteht zwar auch die Möglichkeit anhand der Überwachung der Ladespannung oder auch der Temperatur, während des Schnellladevorganges den Ladezustand des angeschlossenen NC-Akkus zu überprüfen und anhand der entsprechenden Informationen den Schnellladevorgang zu unterbrechen. Für den rauen Einsatz „im



freien Feld“, bietet die hier vorgestellte Version mit vorheriger Entladung, praxisnahe und einfache Bedienbarkeit.

### Zur Schaltung

Die Versorgung der Steuer- und Regelelektronik wird über einen 6 V-Festspannungsregler des Typs 78L06 (IC 1) in Verbindung mit der Schutzdiode D 2 sowie den Kondensatoren C 1 bis C 3 stabilisiert.

Die Leuchtdiode D 3, dient in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 19 zur Einschaltkontrolle.

Über R 1/R 2 bzw. R 3/R 4 werden in Verbindung mit dem Kippschalter S 1 und dem Widerstand R 5 die Referenzspannungen für die beiden Ladeströme aus der stabilisierten 6 V-Spannung erzeugt.

Je nach Stellung von S 1 gelangt eine der beiden Referenzspannungen über R 6 auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 3, der in Verbindung mit R 6 bis R 10 als Konstantstromquelle geschaltet ist. Der Verbindungspunkt der beiden Widerstände R 7 und R 10 stellt den Ausgang dieser Konstantstromquelle dar. Da über R 11 in den Eingang (Pin 10) des OP 4 sowie bei gesperrtem Transistor T 1 über R 15 kein Strom abfließen kann, wird praktisch der gesamte von der Gesamtstromquelle gelieferte Strom in den Widerstand R 12 geleitet. Je nach Stellung des elektronischen Umschalters „A“ liegt der Fußpunkt von R 12 an der unteren oder an der oberen, zum Minuspol des zu ladenden NC-Akkus, hinweisenden Seite des Referenzwiderstandes R 41.

Da ein Konstantstrom durch einen Festwiderstand hindurchgeleitet eine Konstantspannung ergibt, haben wir auf diese Weise erreicht, daß wir durch Umschalten des elektronischen Schalters „A“ die Referenzspannung wahlweise an die eine oder an die andere Seite des Referenzwiderstandes R 41 legen können, ohne daß der Spannungsabfall an diesem Widerstand in die Referenzspannung eingeht. Die Umschaltung selbst ist grundsätzlich erforderlich, da sich der Spannungsabfall an R 41 bei der Umschaltung vom Entlade- auf den Ladevorgang ebenfalls umkehrt.

Über R 11 gelangt die an R 12 abfallende konstante Referenzspannung auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 4 (Pin 10).

OP 4 stellt den eigentlichen Regelverstärker der Elektronik zur Konstanthaltung des Entlade- bzw. Ladestromes dar. Er ver-



gleich die an seinem nichtinvertierenden (+) Eingang (Pin 10) anliegende Referenzspannung mit der am Referenzwiderstand R 41 abfallenden Meßspannung, die dem Entlade- bzw. Ladestrom direkt proportional ist. Über den elektronischen Umschalter „B“ sowie über R 17 gelangt der entsprechende Spannungsabfall an R 41 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 9) des OP 4.

Der Ausgang des OP 4 (Pin 8) steuert über R 18 sowie den elektronischen Umschalter „C“, entweder den Endstufentransistor T 6 zur Entladung des angeschlossenen NC-Akkus direkt an, oder über T 5 und R 39 den für den Ladevorgang dienenden Endstufentransistor T 7.

Im IC 4 des Typs CD 4053 sind drei elektronische Umschalter (A, B, C) integriert, die in der vorliegenden Schaltungskonzeption gleichzeitig über die Ablaufsteuerung geschaltet werden. In Mittelstellung von S 1 b liegt der Inhibit-Eingang dieses IC's über R 33 auf „high“. Hierdurch sind die im normalen Betrieb als Umschalter dienenden drei integrierten Schalter alle gleichzeitig gesperrt. In der vorliegenden Schaltung wird dadurch eine Unterbrechung von Lade- sowie Entladestrom erreicht.

Sobald der Schalter S 1 in eine der beiden Arbeitsstellungen gebracht wird, beginnt die Entladung des angeschlossenen NC-Akkus. Die elektronischen Schalter im IC 4 befinden sich hierbei in der eingezeichneten Schaltstellung. Der Entlade-Endstufentransistor T 6 wird hierbei vom Regel-OP 4 über R 18 angesteuert. Die Basis von T 5 liegt über R 37 auf Masse-Potential, so daß T 5 und deshalb auch der Lade-Endstufentransistor T 7 gesperrt sind.

Sobald die Akku-Spannung auf ca. 0,9 V pro Zelle absinkt, schaltet der OP 2 von „low“ auf „high“ und der vorher über S 1 b freigegebene mit N 1/N 2 aufgebaute Speicher, wird über Pin 1 gesetzt, d. h., der Ausgang von N 1 (Pin 3) geht auf „low“, wodurch das Zähler-IC 5 freigegeben wird. Der Eingang des IC 5 erhält aus dem mit OP 1 aufgebauten Oszillator eine Frequenz von 4,55 Hz. Nach Ablauf von genau 30 Minuten schaltet der letzte Teilerausgang des IC 5 (Pin 3) von „low“ auf „high“ und der zweite Speicher, aufgebaut mit den Gattern N 3 und N 4, wird über seinen Eingang Pin 12 gesetzt. Der Ausgang von N 4 (Pin 10) nimmt hierbei „high“-Potential an. Über R 13 wird dadurch T 1 angesteuert, der daraufhin durchschaltet.

Die über R 11 auf den nichtinvertierenden (+) Eingang (Pin 10) des OP 4 gelangende Referenzspannung, wird hierdurch nach dem Durchschalten von T 1 über R 15 erheblich reduziert. Der vorher genau eine halbe Stunde lang fließende hohe Schnelladestrom sinkt auf einen unkritischen Wert, und der angeschlossene NC-Akku kann unbesorgt mehrere Stunden weiter aufgeladen werden oder aber auch direkt nach dem halbständigen Schnelladevorgang wieder seiner Verwendung zugeführt werden.

Über die Leuchtdioden D 3 (Einschaltkontrolle), D 7 (Entladevorgang), D 9 (Fertig-Normalladen) sowie D 10 (Schnelladevorgang), wird der jeweilige Betriebszustand angezeigt.

## Zum Nachbau

Bei der Konzipierung dieser verhältnismäßig aufwendigen, hochwertigen Schaltung, wurde von Anfang an darauf geachtet, daß das spätere Gerät praxisnah einsetzbar ist. Hierzu zählt selbstverständlich nicht allein die betriebssichere und robust aufgebaute Schaltung, sondern genauso eine möglichst kompakte Bauweise, damit das überwiegend im „freien Feld“ eingesetzte Schnelladegerät keinen unnötigen Platz benötigt.

Beim Aufbau ist daher besonders sorgfältig vorzugehen, da beim Layout kein unnötiger Platz verschwendet werden durfte.

Die Bestückung der Leiterplatte ist in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorzunehmen, wobei zahlreiche Widerstände stehend einzubauen sind.

Der große Leistungskühlkörper wird nach der Montage der beiden Endstufentransistoren in ca. 5 mm Abstand vom Gehäuse angeschraubt und die Transistoren mit der im Gehäuse verschraubten Leiterplatte verbunden, nachdem diese einer abschließenden sorgfältigen Überprüfung unterzogen wurde.

Die Kollektoren der beiden Transistoren sollten mit zwei Glimmerscheiben und Isolierrippeln sowie etwas Wärmeleitpaste gegenüber dem Leistungskühlkörper isoliert werden. Eine versehentliche Berührung des an den Auto-Akku angeschlossenen Schnelladegerätes mit Kfz-Chassisteilen ist normalerweise unkritisch.

Zu beachten ist beim gesamten Aufbau, daß bei voller Ausnutzung der Leistung des Schnelladegerätes (3,6 A max.) die Endstufentransistoren eine große Leistung verarbeiten müssen und daher der gesamte Kühlkörper extrem heiß werden kann. Man sollte daher das Gerät möglichst berührungssicher aufstellen. Sowohl Eingangs- als auch Ausgangsbuchsen werden mit flexiblen isolierten Leitungen mit einem Querschnitt von mind. 0,75 mm<sup>2</sup> verbunden. Auf die Polarität des angeschlossenen Akkus ist zu achten. Die Schaltung selbst ist zwar gegen Verpolung beim Anschluß an den zur Speisung dienenden Auto-Akku gesichert, jedoch ist ein Schutz des zu ladenden NC-Akkus bei Verpolung nicht vorgesehen, da dies schaltungstechnisch gesehen, einen nicht unerheblichen zusätzlichen Aufwand bedeuten würde. Man bedenke allein die Entladeschlußspannung von 0,9 V beim Einschluß einer einzigen Zelle und die Durchflußspannung einer Siliciumdiode von bereits 0,7 V.

## Kalibrierung

Die Einstellung der vier im Gerät enthaltenen Trimmer ist mit einem einfachen Voltmeter möglich.

Zunächst wird die Schaltung mit einer Versorgungsspannung von 10 bis 15 V beaufschlagt.

Der Schalter S 1 befindet sich hierbei in Mittelstellung.

An die beiden Ausgangsbuchsen zum Anschluß des NC-Akkus ist jetzt eine Spannung von 8,4 V anzulegen. Das Poti R 27 wird auf Rechtsanschlag gedreht (voller

Widerstand). Über dem Widerstand R 26 sollte jetzt eine Spannung von ca. 0,45 V gemessen werden, die im Bereich von 0,4 bis 0,5 V schwanken darf.

R 29 wird zunächst auf Linksanschlag gedreht. Gleichzeitig mißt man die Spannung an Pin 14 des OP 2, die bei ca. 0 V liegen sollte. R 29 wird langsam im Uhrzeigersinn gedreht, wobei die Ausgangsspannung des OP 2 sorgfältig beobachtet wird. In dem Moment, in dem die Ausgangsspannung des OP 2 (Pin 14) auf ca. + 5 V springt, sollte R 29 in dieser Stellung belassen werden.

Da mit R 31 eine geringe Hysterese erzeugt wird, muß dieser Einstellvorgang immer vom Linksanschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) des Trimmers R 29 beginnen.

Die zweite Einstellung bezieht sich auf die Zeiteinstellung des Trimmers R 24. Am Ausgang des OP 1 wird eine Frequenz von 4,55 Hz mit R 24 eingestellt. Man kann auch die Periodendauer entsprechend 220 msek messen.

Steht kein entsprechender Frequenz- bzw. Periodenzähler zur Verfügung, wird R 24 ungefähr in Mittelstellung gebracht und die Zeitdauer des Schnelladevorganges gemessen. Bei einer Zeitdauer von mehr als 30 Minuten ist R 24 auf kleinere Werte einzustellen, während bei zu kurzer Schnelladedauer R 24 auf größere Werte eingestellt werden muß. Sollte der Einstellbereich von R 24 nicht ausreichen, kann der Widerstand R 23 ggf. geändert werden.

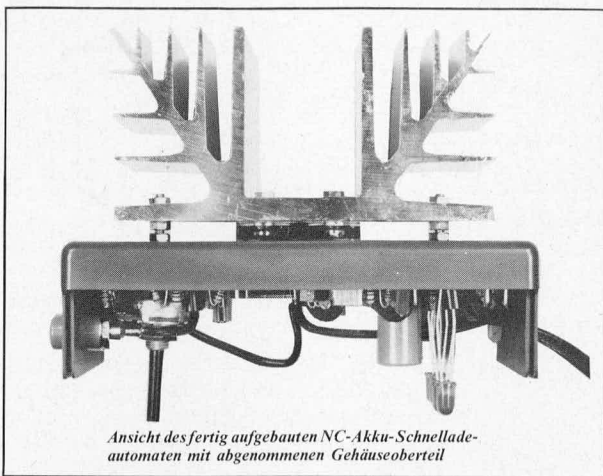
Zur Einstellung des Schnelladestromes können die Ausgangsklemmen, nachdem das Gerät eingeschaltet wurde, kurzzeitig für die Dauer des Einstellvorganges mit Hilfe eines entsprechenden Amperemeters überbrückt werden. Mit R 1 bzw. R 3 kann der gewünschte Ladestrom eingestellt werden.

Eine separate Einstellung des Entladestromes ist nicht erforderlich, da dieser dem Ladestrom, von geringfügigen Abweichungen einmal abgesehen, entspricht.

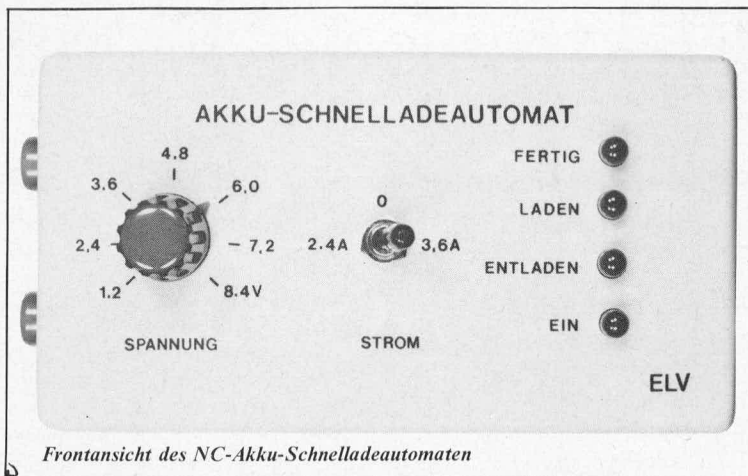
Möchte man den Strombereich verkleinern, können die Widerstände R 2 oder R 4 vergrößert werden. Bei einem Schnelladestrom von 1,5 A für einen Akku mit einer Kapazität von 0,75 Ah muß der Wert von R 2 z. B. 3,3 k $\Omega$  betragen.

Soll der max. zu verarbeitende Strom 2 A nicht überschreiten, so kann auch der Widerstand R 41 von 0,1  $\Omega$  auf 0,22  $\Omega$  vergrößert werden. Hierdurch wird bei kleineren Schnelladeströmen der Spannungsabfall in ausreichender Größe gehalten. Er sollte jedoch an R 41 grundsätzlich 0,5 V nicht überschreiten und 0,1 V nicht unterschreiten.

Abschließend wollen wir noch darauf hinweisen, daß auch ein Schnelladevorgang mit einer Zeitdauer von 60 Minuten mit diesem Gerät durchführbar ist. Die angeschlossenen NC-Akkus werden hierbei weniger stark beansprucht. Die Schnelladeströme entsprechen dann der Akku-Kapazität (z. B. 1,8 Ah = 1,8 A Schnelladestrom). Die Kapazität von C 4 ist auf 470 nF zu erhöhen und die Frequenz an Pin 1 des OP 1 auf 2,28 Hz, entsprechend 440 msek. Periodendauer, einzustellen.



Ansicht des fertig aufgebauten NC-Akku-Schnellladeautomaten mit abgenommenen Gehäuseoberteil



Frontansicht des NC-Akku-Schnellladeautomaten

**Stückliste:**

**NC-Akku-Schnellladeautomat**

**Halbleiter**

IC1	.....	78L06
IC2	.....	LM 324
IC3	.....	CD 4001
IC4	.....	CD 4053
IC5	.....	CD 4020
T1-T5	.....	BC 548
T6	.....	TIP 140
T7	.....	TIP 145
D1	.....	R 250 B
D2	.....	1N4001
D3	.....	LED, rot, 5 mm
D4-D6	.....	1N4148
D7	.....	LED, rot, 5 mm
D8	.....	1N4148
D9, D10	.....	LED, rot, 5 mm

**Kondensatoren**

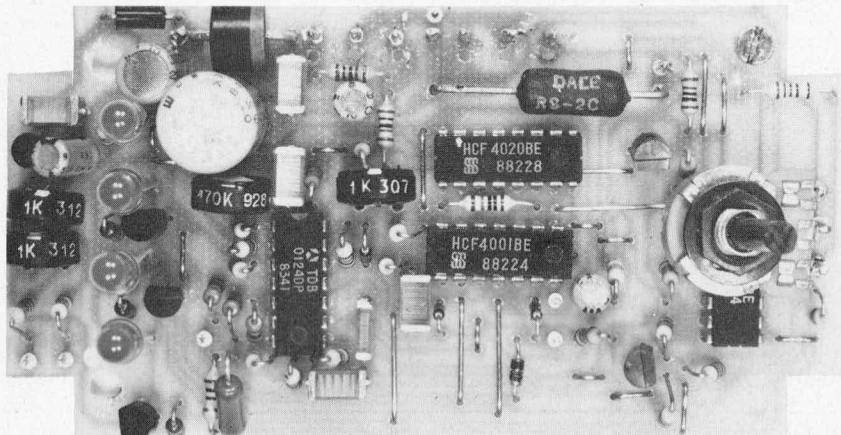
C1	.....	100 µF/16 V
C2	.....	100 nF
C3	.....	10 µF/16 V
C4	.....	220 nF
C5	.....	100 nF
C6	.....	10 µF/16 V
C7	.....	10 nF
C8	.....	220 nF
C9	.....	1000 µF/16 V
C10	.....	100 nF
C11	.....	10 µF/16 V

**Widerstände**

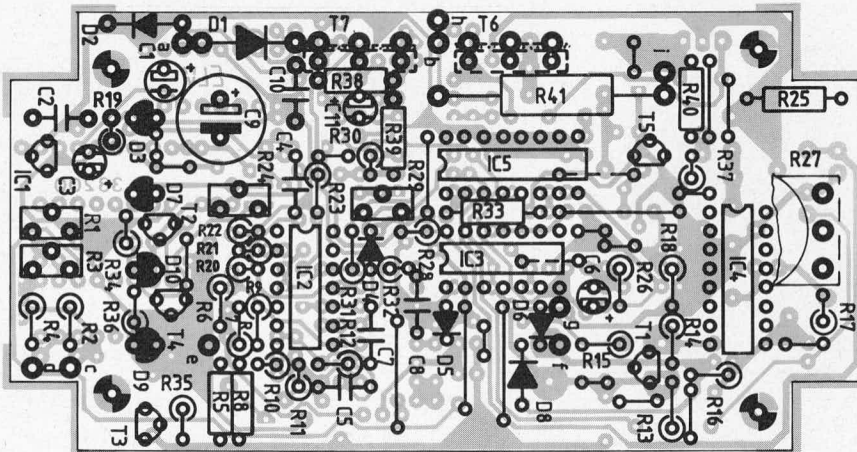
R1	.....	1 kΩ, Trimmer, stehend
R2	.....	1,8 kΩ
R3	.....	1 kΩ, Trimmer, stehend
R4	.....	1,2 kΩ
R5	.....	100 Ω
R6, R7, R9	.....	100 kΩ
R8	.....	90 kΩ
R10-R14	.....	10 kΩ
R15	.....	1 kΩ
R16	.....	1 MΩ
R17	.....	10 kΩ
R18, R19	.....	1 kΩ
R20-R22	.....	10 kΩ
R23	.....	560 kΩ
R24	.....	500 kΩ, Trimmer, stehend
R25, R26	.....	8,2 kΩ
R27	.....	100 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
R28	.....	18 kΩ
R29	.....	1 kΩ, Trimmer, stehend
R30	.....	1 kΩ
R31, R32	.....	1 MΩ
R33	.....	10 kΩ
R34-R36	.....	680 Ω
R37-R40	.....	1 kΩ
R41	.....	0,1 Ω/0,5%/4 Watt

**Sonstiges**

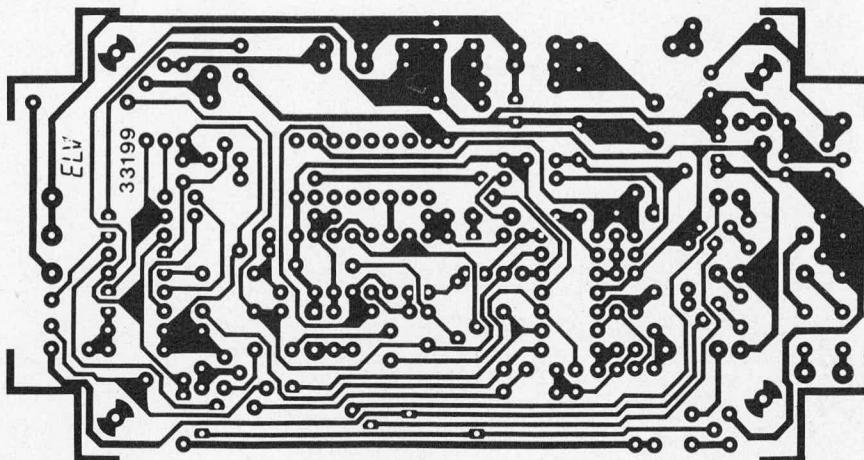
- S1 ..... Schalter 2 x um mit Mittelstellung
- 2 x Bananenbuchsen
- 1 x Spannungsdrehknopf (14 mm) mit Deckel und Pfeilscheibe
- 1 x Kühlkörper SK 88
- 2 x Glimmerscheiben TO 3P
- 2 x Isoliernippel
- 18 x Lötstifte
- 4 x Schrauben M3 x 16 mm
- 8 x Mutter M3
- 4 x Schrauben 3 x 6 mm
- 1 x Knopf-Adapter 4/6 mm
- 2 x Batterieanschlußklemmen
- 2 m flexible Leitung 2 x 0,75 mm<sup>2</sup>
- 20 cm Silberdraht



Ansicht der fertig bestückten Platine des NC-Akku-Schnellladeautomaten



Bestückungsseite der Platine des NC-Akku-Ladeautomaten



Leiterbahnseite der Platine des NC-Akku-Ladeautomaten



# Elektronische Eieruhr

Wie mit sehr einfachen Mitteln ein elektronischer Zeitschalter für Kurzzeitmessungen aufgebaut werden kann, zeigt die hier vorgestellte Schaltung.

## Allgemeines

Häufig sind im Haushalt Kurzzeitmessungen erforderlich, die im Bereich von 1 Minute bis 10 Minuten liegen, so z. B. beim Eierkochen, Teeziehenlassen und beim Telefonieren.

Die gewünschte Zeit wird einfach auf einer Skala eingestellt. Durch Betätigen der Starttaste wird ein definierter Ausgangszustand vorgegeben und das Alarmsignal ertönt nach Ablauf der eingestellten Zeitdauer.

## Zur Schaltung

Die Versorgung übernimmt eine handelsübliche 9 V-Block-Batterie. Durch Einstellen der gewünschten Zeit wird gleichzeitig der Schalter S 1 betätigt und die Schaltung mit Strom versorgt.

Über die Start-Taste Ta 1 wird der Kondensator C 3 entladen, der im Rückkopplungszweig eines als Miller-Integrator geschalteten Operationsverstärkers (OP 1) liegt.

Ein definiertes Aufladen von C 3 erfolgt jetzt über R 5/R 6. Der Ladestrom entspricht der Spannung am invertierenden (-) Eingang des OP 1, dividiert durch R 5 + R 6. Die hieran abfallende Spannung wiederum ist gleich dem Spannungsabfall über den Widerständen R 3 + R 4. Der Ausgang des OP 1 stellt sich immer so ein, daß die Differenzspannung an seinen beiden Eingängen ungefähr zu Null wird.

Die entsprechend der Einstellung von R 5 mehr oder weniger schnell ansteigende Ausgangsspannung des OP 1, wird über R 7 auf den als Komparator geschalteten OP 2 gegeben. Sobald die am nichtinvertierenden (+) Eingang anliegende Spannung diejenige am invertierenden (-) Eingang anliegende übersteigt, schaltet der Ausgang des OP 2 von „low“ auf „high“-Potential und der 2 Hz-Oszillator, aufgebaut mit OP 3 und Zusatzbeschaltung, wird freigegeben.

Der Ausgang des OP 3 wiederum gibt im 2 Hz-Rhythmus den mit OP 4 und Zusatz-

beschaltung aufgebauten 2 kHz-Oszillator frei.

Über C 7/R 18 wird der intermittierende 2 kHz-Signalton ausgekoppelt und auf den Sound-Transducer gegeben.

## Zum Nachbau

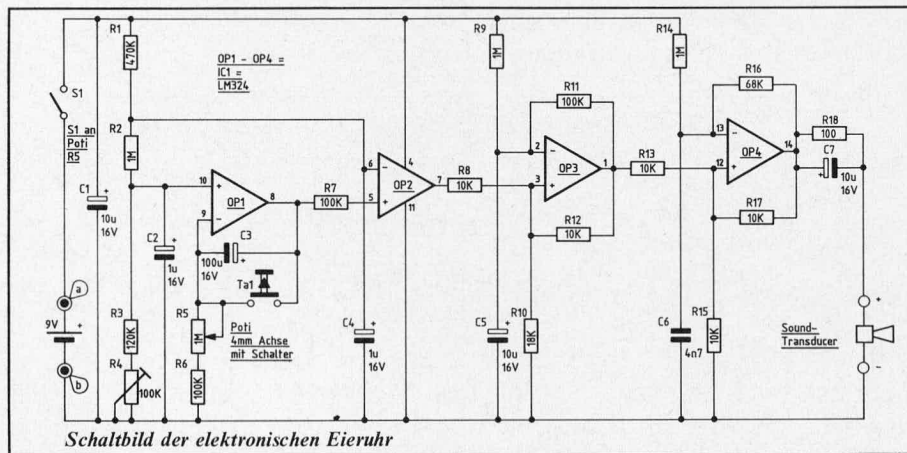
Das Layout der kleinen Leiterplatte ist so ausgelegt, daß die gesamte Schaltung einschließlich der 9 V-Block-Batterie in ein kleines und handliches Gehäuse eingebaut werden kann.

Die Bestückung ist in gewohnter Weise vorzunehmen, wobei zunächst die passiven und dann die aktiven Bauelemente einzulöten sind. Es ist darauf zu achten, daß einige Widerstände stehend eingebaut werden, wie dies auch aus dem Bestückungsplan hervorgeht.

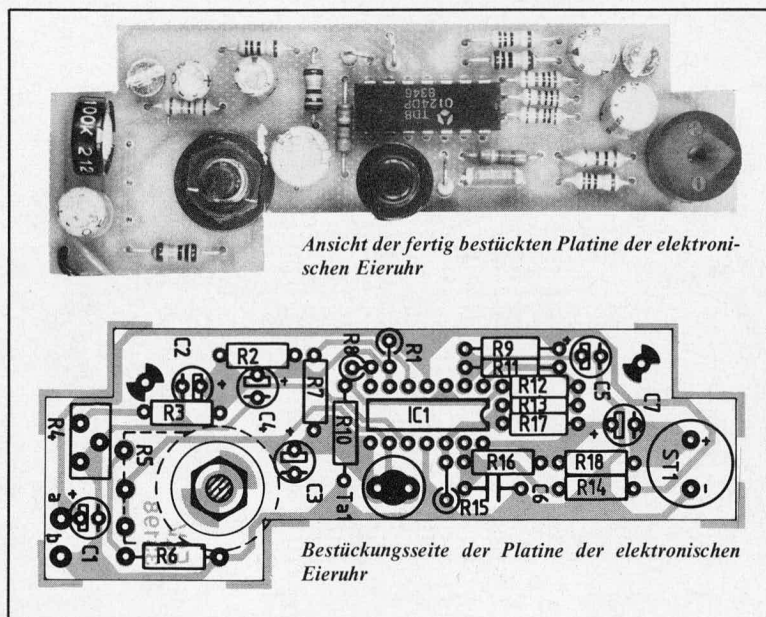
Für das Poti R 5 mit Schalter, den Taster Ta 1 sowie für die Schallöffnung des Sound-Transducers sind an geeigneter Stelle im Gehäuse entsprechende Bohrungen vorzusehen.

Nach erfolgter Funktionsprüfung kann die Leiterplatte ins Gehäuse eingebaut werden. Damit die gewünschten Zeiten auch tatsächlich erreicht werden, ist an einem beliebigen Punkt eine Kalibrierung der Schaltung mit dem Trimmer R 4 erforderlich. Wird der Alarm zu früh ausgelöst, ist R 4 so zu verdrehen, daß sich sein Widerstand reduziert, während bei zu großer Verzögerungszeit der Schaltung R 4 in Richtung größerer Widerstandswerte verdreht werden muß.

Mit einfachen Mitteln kann leicht selbst eine kleine Skala auf das Gehäuse gezeichnet werden.



Schaltbild der elektronischen Eieruhr



## Stückliste:

### Elektronische Eieruhr

### Halbleiter

IC1 ..... LM 324

### Kondensatoren

C1, C5, C7 .. 10  $\mu$ F/16 V  
C2, C4 ..... 1  $\mu$ F/16 V  
C3 ..... 100  $\mu$ F/16 V  
C6 ..... 4,7 nF

### Widerstände

R1 ..... 470 k $\Omega$   
R2 ..... 1 M $\Omega$   
R3 ..... 120 k $\Omega$   
R4 ..... 100 k $\Omega$ , Trimmer, stehend  
R5 ..... 1 M $\Omega$ , Poti, lin, 4 mm Achse mit Schalter  
R6, R7 ..... 100 k $\Omega$

R8 ..... 10 k $\Omega$   
R9 ..... 1 M $\Omega$   
R10 ..... 18 k $\Omega$   
R11 ..... 100 k $\Omega$   
R12, R13 ..... 10 k $\Omega$   
R14 ..... 1 M $\Omega$   
R15 ..... 10 k $\Omega$   
R16 ..... 68 k $\Omega$   
R17 ..... 10 k $\Omega$   
R18 ..... 100  $\Omega$

### Sonstiges

Ta1 .... Taster, Schließler  
1 Sound-Transducer  
1 9 V-Batterieclip  
2 Abstandsrollchen  
M3 x 15 mm  
2 Schrauben M3 x 20 mm  
1 Spannzangendrehkopf  
10 mm mit Deckel und Pfeilscheibe  
2 Lötstifte

# ELV Serie 7000: Leistungsmeßgerät

## LMG 7000

### Teil II



*In diesem zweiten und abschließenden Teil stellen wir Ihnen die komplette Schaltung sowie das Platinenlayout des ELV-Leistungsmeßgerätes LMG 7000 vor. Besonders hervorzuheben ist die große Frequenzbandbreite bei Wechselspannungs- und -strommessungen bei voller Genauigkeit.*

#### Zur Schaltung

Damit das LMG 7000 universell eingesetzt werden kann, besitzt es sechs verschiedene Meßbereiche, die mit dem Drehschalter S 2 einstellbar sind.

Der in den angeschlossenen Verbraucher hineinfließende Strom wird in Form eines Spannungsabfalles an den Widerständen R 2, R 3 bzw. R 8 gemessen, wobei eine Umschaltung über die Relaiskontakte re 1 bis re 4 erfolgt. Über R 11 gelangt der entsprechende Spannungsabfall auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des mit OP 1 aufgebauten DC-Verstärkers. Am Ausgang (Pin 6) steht ein 23fach verstärktes Signal an. Die max. Amplitude liegt im jeweiligen Meßbereichsendwert bei ca.  $2,3 V_{eff}$ .

D 8 bis D 13 dienen dem Schutz der Elektronik vor Überlastungen.

Das Ausgangssignal des OP 1 gelangt dann zum einen auf den AC/DC-Wandler für die Stromanzeige und zum anderen auf den Strommultiplizier-Eingang des Analog-Multiplizierers des Typs RC 4200 A (Punkt „B“).

Die beiden Spannungsmeßbereiche werden mit re 5 und re 6 umgeschaltet.

OP 2 dient zur Impedanzwandlung und gleichzeitig zur Signalverstärkung. Am Ausgang des OP 2 (Pin 14) steht im 500 V-Bereich eine max. Ausgangsspannung von ca.  $5 V_{eff}$  an, während im 20 V-Bereich die Spannung mit ca.  $2 V_{eff}$  ihren Maximalwert besitzt. Auch diese Spannung verzweigt sich auf zwei unterschiedliche Anzeigeneinstrumente.

Zum einen gelangt die am Ausgang des OP 2 anstehende Spannung auf den AC/DC-Wandler für die Spannungsanzeige und zum anderen auf den Spannungs-Multiplizier-Eingang des Analog-Multiplizierers des Typs RC 4200 A (Punkt „A“).

#### Der Analog-Multiplizierer

Das Herz der Schaltung besteht aus dem Präzisions-Multiplizierer der Firma Raytheon des Typs RC 4200 A (IC 10). In Verbindung mit den Widerständen R 77 bis R 99, den Kondensatoren C 30 bis C 33 sowie dem Operationsverstärker OP 9 ist damit ein hochwertiger, besonders linearer Vier-Quadranten-Analog-Multiplizierer aufgebaut.

Wie bereits im Teil I dieses Artikels näher beschrieben, arbeitet das IC nach der Gleichung:  $I_1 \times I_2 = I_3 \times I_4$ .

Am Ausgang (Pin 1) von OP 9 steht eine Gleichspannung zur Verfügung, die der Leistung proportional ist und die sich aus den beiden Eingangsgrößen „U“ multipliziert mit „I“ ergibt.

Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, daß die Leistung mit hoher Präzision gemessen werden kann, und zwar vollkommen unabhängig von Phasenverschiebungen, überlagerten Gleichspannungsanteilen sowie Kurvenformverzerrungen.

Durch den Kondensator C 32 wird eine Integration der Ausgangsspannung vorgenommen. Hierdurch stellt sich am Ausgang des OP 9 eine Gleichspannung ein, die sich zur direkten Anzeige durch den A/D-Wandler des Typs ICL 7107 (IC 11) eignet. Auf die detaillierte Beschreibung des letztgenannten Schaltungsteiles soll an dieser Stelle verzichtet werden, da das ICL 7107 mit seiner Zusatzbeschaltung bereits häufiger in vorangegangenen Ausgaben des ELV journals beschrieben wurde.

Mit den Trimmern R 86 und R 87 wird ein Feinabgleich des Analog-Multiplizierers vorgenommen, während R 94 zur Nullpunkteinstellung dient.

#### AC/DC-Wandler

Speziell für die Strom- und Spannungsanzeige des hier vorgestellten Leistungsmeßgerätes wurde ein AC/DC-Wandler entwickelt, der ohne Umschaltung sowohl Gleichspannungen als auch Wechselspannungen verarbeiten kann. Am Ausgang steht in jedem Fall eine Gleichspannung zur Verfügung, die einer entsprechenden Eingangsmeßspannung entspricht. Hierbei kann es sich, wie bereits erwähnt, wahlweise um eine reine Gleichspannung oder aber um eine sinusförmige Wechselspannung handeln.

Am Ausgang des OP 2 (Pin 14) steht ein gepuffertes Meßsignal an, das der Eingangsspannung direkt proportional ist. Über den Spannungsteiler R 20/R 21 gelangt dieses Signal auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 3, dessen Ausgang direkt den Präzisionsmeßgleichrichter, be-

stehend aus den OP's 4 und 5 mit Zusatzbeschaltung, ansteuert.

Mit dem OP 3 und dessen Zusatzbeschaltung wird eine elektronische Verstärkungsumschaltung vorgenommen, die der Anpassung der unterschiedlichen Gleichrichtwerte einer sinusförmigen Wechselspannung im Verhältnis zu einer Gleichspannung dient.

Die Funktionsweise ist wie folgt:

Liegt am Eingang (Pin 10) des OP 3 eine Gleichspannung an, so wird der Verstärkungsfaktor lediglich mit den beiden Widerständen R 24 und R 25 festgelegt. R 22 und R 23 können keinen Einfluß ausüben, da der hierzu in Reihe geschaltete Kondensator eine vollständige Unterbrechung für Gleichspannungen darstellt.

Ab einer Wechselspannungsfrequenz von ca. 10 Hz ist der Scheinwiderstand von C 10 so klein geworden, daß sein Anteil auf die Parallelschaltung der Widerstände R 22 bis R 25 einen Anteil von weniger als 0,1 % ausmacht. Damit ist C 10 praktisch für Wechselspannungen ab ca. 10 Hz als Kurzschluß zu werten und der Wert von R 25 reduziert sich um die Parallelschaltung der Widerstände R 22 und R 23. Durch diese Maßnahme wird der Verstärkungsfaktor des OP 3 gerade um soviel erhöht, daß der unterschiedliche Gleichrichtwert einer sinusförmigen Wechselspannung im Verhältnis zu einer Gleichspannung ausgeglichen ist.

Der eigentliche Meßgleichrichter besteht aus den beiden nachfolgenden Operationsverstärkern OP 4 und OP 5 mit deren Zusatzbeschaltung. Unabhängig von der Polarität der anliegenden Eingangsspannung steht am Ausgang (Pin 7 von OP 5) immer ein positives Signal an.

Mit re 6 wird im Spannungsmeßbereich zusätzlich zu re 5 im 500 V-Bereich eine weitere Meß-

#### Technische Daten: ELV Leistungsmeßgerät LMG 7000

Spannungsmessung:	20 V, 500 V
Strommessung:	100 mA, 1 A, 10 A
gemeinsame Daten für Spannungs- und Strommessung (typ.):	
automatische AC/DC-Umschaltung	
Genauigkeit (DC):	$0,2\% \pm 2 \text{ Digit}$
Genauigkeit (AC):	$0,5\% \pm 2 \text{ Digit}$
Frequenzbereich:	10 Hz bis 20 kHz (!) bei voller Genauigkeit $-3 \text{ dB} > 100 \text{ kHz} (!)$
Leistungsmessung:	2W, 20W, 200W, 2000W
Genauigkeit (typ):	$0,2\% \pm 2 \text{ Digit}$ (DC bis 20 kHz) (!) $-3 \text{ dB} > 100 \text{ kHz} (!)$



Ansicht des fertig aufgebauten ELV Leistungsmeßgerätes LMG 7000 vor dem Einbau ins Gehäuse

wertreduzierung vorgenommen, damit der Arbeitsbereich des Meßgleichrichters möglichst optimal genutzt wird.

Der für die AC/DC-Umwandlung erforderliche vorstehend beschriebene Meßgleichrichter einschließlich der elektronischen Umschaltung zwischen Wechsel- und Gleichspannung, wird sowohl für Spannungsmessungen als auch Strommessungen eingesetzt und ist im Aufbau völlig identisch, da auch bei Strommessungen die Meßwerte zunächst in entsprechende Spannungen mit Hilfe des OP 1 mit Zusatzbeschaltung umgesetzt werden.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß aufgrund des verwendeten Analog-Multiplizierers bei der Leistungsmessung die tatsächliche effektive Wirkleistung angezeigt wird, während bei der Anzeige der Spannung als auch des Stromes das Gerät lediglich für Gleichspannungen und -ströme sowie für rein sinusförmige Wechselspannungen und -ströme seine volle Genauigkeit besitzt. Bei abweichenden Kurvenformen können sich leicht Fehler von mehreren Prozenten einschleichen. Hiervon ist, wie bereits erwähnt, die Leistungsmessung nicht betroffen.

Da der Meßgleichrichter den arithmetischen Mittelwert bildet, ist er jedoch besonders bei stärkeren Kurvenformverzerrungen erheblich genauer, als ein häufig in Meßgeräten anzutreffender Spitzenwertgleichrichter.

## Netzteil

Die Stromversorgung der gesamten Schaltung erfolgt über einen Netztransformator mit zwei getrennten Sekundärwicklungen.

Die zur Versorgung erforderlichen Gleichspannungen werden mit drei Festspannungsreglern stabilisiert. Eine zusätzliche negative Spannung für die drei A/D-Wandlerbausteine IC 6, IC 8, IC 11 wird mit Hilfe der Z-Diode D 3 und dem Vorwiderstand R 1 erzeugt. An die Stabilität sowie die Strombelastbarkeit werden hier nur geringe Anforderungen gestellt.

Zur Speisung der Leistungsrelais Re 1 bis Re 3 sowie Re 5, wird die unstabilierte 18 V-Versorgungsspannung herangezogen. Über die Vorwiderstände R 114 bis R 117 wird in Verbindung mit den Kondensatoren C 40 bis C 43 eine Dauerstromreduzierung vorgenommen, bei gleichzeitiger Impulsansteuerung im Einschaltmoment. Durch vorstehend beschriebene Maßnahme wird der Transformator nennenswert entlastet und seine Baugröße kann in vertretbaren Dimensionen gehalten werden.

Sowohl die Relais als auch die Punkte werden über eine Diodenmatrix, bestehend aus D 20 bis D 43, in Verbindung mit dem 6stufigen Drehwähler S 2 entsprechend angesteuert.

## Kalibrierung

Die Einstellung (Kalibrierung) des ELV Leistungsmessers LMG 7000 ist besonders sorgfältig vorzunehmen. Im Hinblick auf die anspruchsvolle Schaltungstechnik ist der Abgleich verhältnismäßig einfach. Hierfür sind folgende Geräte erforderlich:

1. Digital-Multimeter mit einer Auflösung von 0,1 mV im kleinsten Spannungsbereich sowie einem Strommeßbereichsendwert von min. 2 A.
2. Rechteck-Generator mit einer Frequenz im Bereich von 100 Hz bis 1 kHz und einer Ausgangsamplitude zwischen +/- 2 V und 10 V.
3. Oszilloskop mit einer Eingangsempfindlichkeit von min. 5 mV/cm besser 2 mV/cm.
4. Gleichspannungsnetzgerät mit einer Ausgangsspannung von ca. 10 V (bis evtl. 20 V) und einem Ausgangsstrom von min. 2 A.

Bei der Kalibrierung geht man zweckmäßigerweise wie folgt vor: Zunächst werden sowohl die beiden Eingangsklemmen als auch die Ausgangsklemmen des LMG 7000 über je eine kurze Leitung miteinander verbunden, um Störeinstreuungen weitgehend auszuschließen.

Nachdem die Schaltung möglichst einen längeren Zeitraum in Betrieb war (mind. 1 Stunde), werden zunächst die verschiedenen Nullpunkteinstellungen der einzelnen Operationsverstärker vorgenommen.

Da sowohl Eingangs- als auch Ausgangsbuchsen kurzgeschlossen wurden, ist die Schalterstellung des Meßbereichswahlschalters für diese Einstellungen gleichgültig.

Sicherheitshalber sollten zunächst die Versorgungsspannungen mit einem Multimeter überprüft werden. Die Minusanschlußklemme des Multimeters wird mit der Schaltungsmasse verbunden. Hierfür ist der Fußpunkt der 15 V-Festspannungsregler besonders geeignet. Mit der Plusanschlußklemme sind nun folgende Spannungen zu messen:

1. An Pin 4 des IC 5 sollte die Spannung zwischen +14,5 und +15,5 V liegen.
2. An Pin 11 des IC 5 sollte die Spannung zwischen -14,5 und -15,5 V betragen.
3. Die unstabilierte Versorgungsspannung vor dem positiven 15 V-Festspannungsregler sollte zwischen 170 V und 25 V liegen.
4. Jeweils an Pin 1 der drei A/D-Wandler des Typs ICL 7107 sollte die Spannung zwischen +4,5 V und +5,5 V liegen.

Sind vorstehend beschriebene Spannungsmessungen zur Zufriedenheit ausgefallen, können die Nullpunkteinstellungen der einzelnen Operationsverstärker in der nachstehend beschriebenen Reihenfolge durchgeführt werden:

1. Mit R 17 wird der Ausgang des OP 1 (Pin 6) auf 0 eingestellt.
2. Mit R 12 wird der Ausgang des OP 2 (Pin 14) auf 0 eingestellt.
3. Für die Nullpunkteinstellungen der in den Meßgleichrichtern eingesetzten OP's 4 und 7 wird an deren jeweiligen Ausgängen (Pin 1 von OP 4 bzw. Pin 1 von OP 7) ein Oszilloskop angeschlossen. Der Eingangswahlschalter sollte auf DC und 5 mV/cm (besser 2 mV/cm) eingestellt sein. Mit R 27 und R 56 werden die Ausgänge der OP's 4 und 7 auf ca. 0 V eingestellt. Aufgrund der hohen Verstärkung wird dies nicht ganz gelingen, da im Bereich unterhalb ca. 300 mV die nachge-

schalteten Rückkopplungsdioden (D 14/15 bzw. D 16/17) gesperrt sind und die OP's praktisch mit voller Verstärkung arbeiten. Einige 10 mV Ausgangsrestspannung sind in diesem Fall daher durchaus zulässig. Im Falle einer Brummüberlagerung ist die am Ausgang der OP's 4 und 7 erscheinende Kurvenform ungefähr symmetrisch zur Schaltungsmasse einzustellen. Sollte der Brummanteil so hoch sein, daß die Rückkopplungsdioden bereits durchschalten (ca. 300 mV), ist die Kurvenform mit R 27 bzw. R 56 so einzustellen, daß die positiven und negativen Halbwellen bzw. Rechtecke ungefähr die gleiche Breite aufweisen.

Aufgrund der extrem großen Leerlaufverstärkung der hier eingesetzten Operationsverstärker können bereits minimale Brummeinstreuungen vorstehend beschriebenes Verhalten bewirken. Dies ist jedoch völlig normal und beeinflusst die einwandfreie Arbeitsweise der Schaltung im allgemeinen nicht. Sicherheitshalber kann auch an dem Verbindungspunkt der Widerstände R 32 bis R 34 mit dem Oszilloskop eine Kontrollmessung durchgeführt werden. An diesem Punkt muß bei kurzgeschlossenen Eingangsklemmen des LMG 7000 die Brummspannung unter 1 mV liegen.

4. Die Nullpunkteinstellung der OP's 5 und 8 kann wieder mit einem Multimeter vorgenommen werden, wobei selbstverständlich auch ein entsprechendes Oszilloskop herangezogen werden kann. Mit R 35 bzw. R 64 ist die Ausgangsspannung auf 0 einzustellen (Pin 7 von OP 5 und 8).

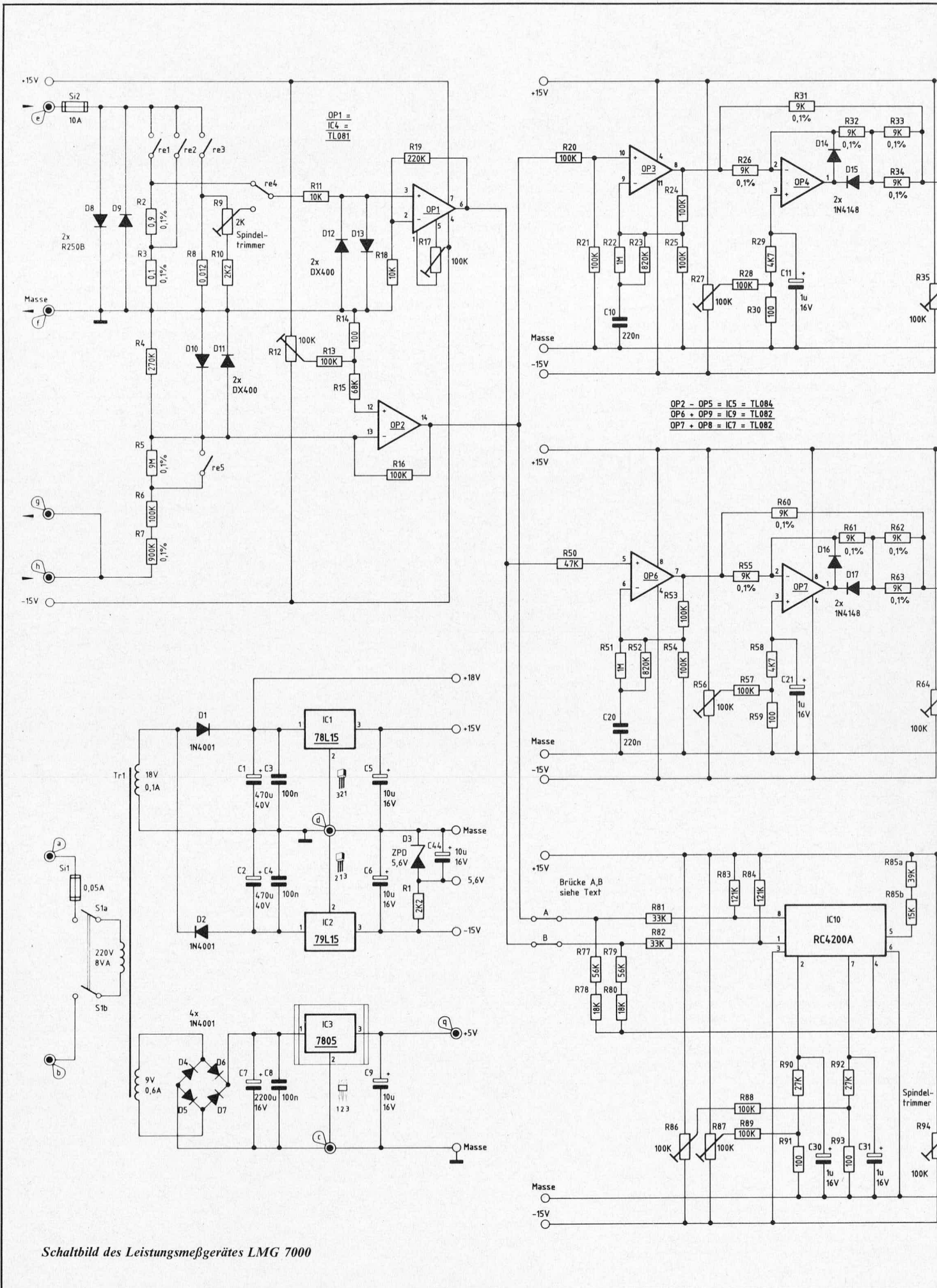
Vorstehend beschriebene Nullpunkteinstellungen sollten möglichst sorgfältig durchgeführt werden, wobei Restspannungen an den einzelnen Ausgängen der entsprechenden Operationsverstärker möglichst unter 1,0 mV liegen sollten.

Die unter den Punkten 3. und 4. beschriebenen Einstellarbeiten sind ggf. geringfügig zu korrigieren, wenn nach dem Abschluß aller Einstellarbeiten bei der Umpolung einer Eingangsgleichspannung eine Abweichung von mehr als 2 Digit auftritt.

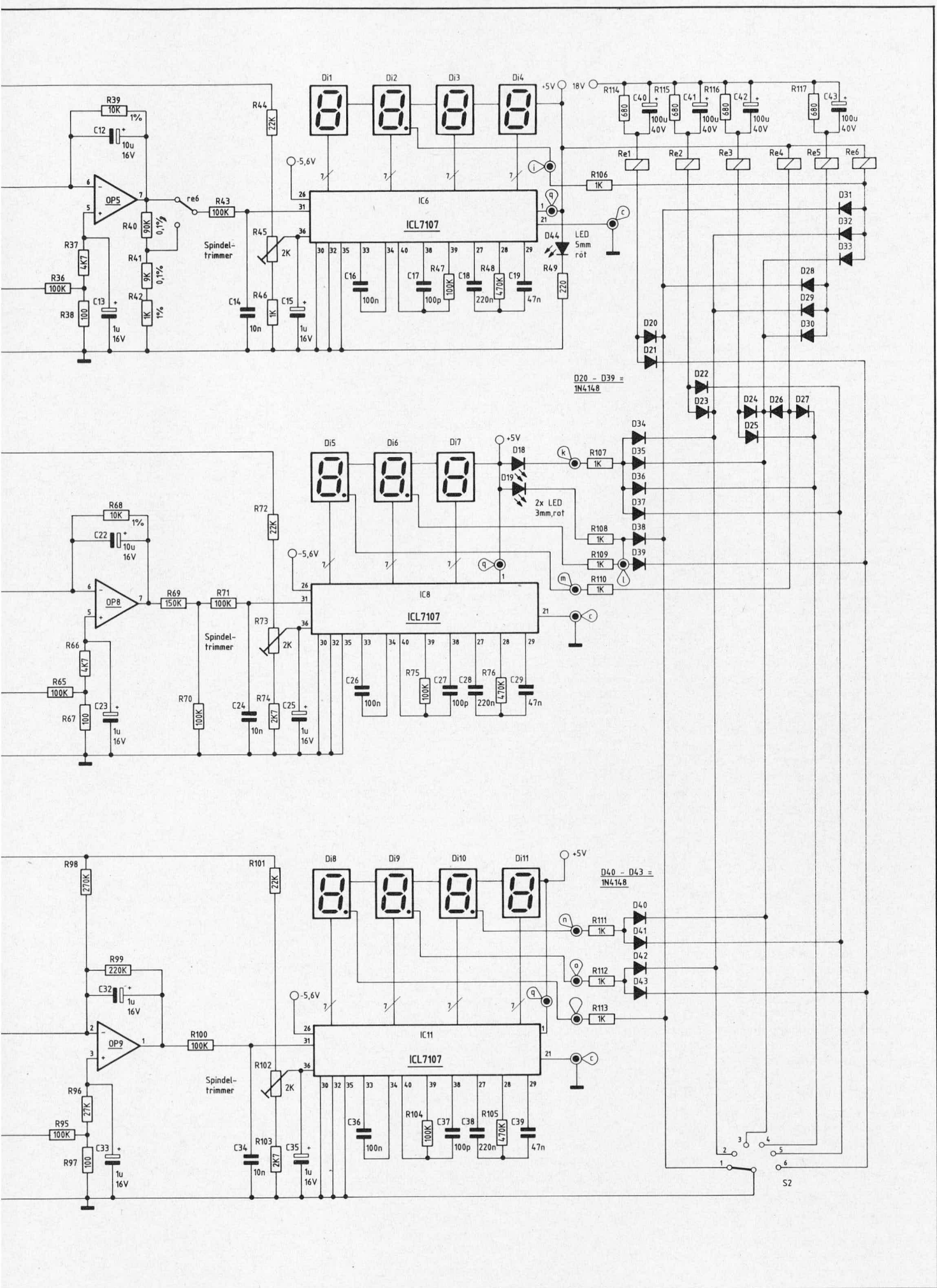
Zunächst wird dann R 27 (bzw. R 56) geringfügig (sehr wenig!) verstellt. Danach kann mit R 35 (bzw. R 64) die Anzeige wieder auf „000“ gebracht werden, um anschließend den Umpoltest erneut durchzuführen.

Dieser Vorgang ist „mit Gefühl“ sooft zu wiederholen, bis die Abweichungen beim Umpolen einer Eingangsgleichspannung max. 2 Digit betragen. Im allgemeinen wird dies jedoch bereits mit der ersten, unter den Punkten 3. und 4. beschriebenen Einstellung erreicht.

Aufgrund der hohen Präzision des verwendeten Analog-Multiplizierers des Typs RC 4200 A, ist es möglich, bei der Leistungsmessung eine Genauigkeit in Verbindung mit der übrigen Schaltung im Bereich von ca. 0,2% zu erzielen. Dies erfordert allerdings eine sehr sorgfältige Einstellung, besonders der beiden Trimmer R 86 und R 87, die wir im nachfolgenden näher beschreiben wollen.



Schaltbild des Leistungsmeßgerätes LMG 7000



An den Ausgang (Pin 1) des OP9 ist hierzu ein Oszilloskop anzuschließen, dessen Abschirmung ebenfalls mit der Schaltungsmasse zu verbinden ist.

Als weitere vorbereitende Maßnahmen für die nachfolgenden Einstellungen muß der Integrationskondensator C 32 ausgelötet und die beiden zu Testzwecken eingebauten Meßbrücken „A“ und „B“ aufgetrennt werden. Jeweils eine Seite der beiden vorgenannten Meßbrücken ist mit den Verbindungspunkten der Widerstände R 77/81 („A“) bzw. R 79/82 („B“) verbunden und stellt den Spannungs- bzw. Strommeßeingang des Analog-Multiplizierers dar. Die andere Seite der aufgetrennten Brücken ist für die nachfolgenden Einstellungen unbedeutend.

An den Spannungsmultipliziereingang („A“) wird nun ein Rechtecksignal mit einer Amplitude von  $\pm 5$  V bis 10 V, bei einer Frequenz von 100 Hz bis 1 kHz angelegt. Die Schwingung sollte symmetrisch zur Schaltungsmasse, d. h. zur Bezugsspannung sein, also gleiche Amplitudenhöhe sowohl in positiver Richtung als auch in negativer Richtung aufweisen.

Der Strommeßeingang („B“) wird über eine kurze Meßleitung mit der Schaltungsmasse verbunden. Um Störeinstreuungen zu vermeiden, empfiehlt es sich, einen Punkt in der Nähe des IC 10 zu wählen, der Massepotential führt.

Der Trimmer R 86 ist nun so einzustellen, daß am Ausgang des OP9 (Pin 1) die Amplitude der Rechteckschwingung sehr klein, d. h. möglichst Null wird.

Nun wird das Rechtecksignal von Punkt „A“ nach Punkt „B“ verlegt und die Masseverbindung von Punkt „B“ nach Punkt „A“, d. h., daß jetzt der Strommultipliziereingang mit dem Rechtecksignal beaufschlagt wird, während der Spannungsmultipliziereingang auf Masse liegt.

Mit dem Trimmer R 87 ist gleichfalls am Ausgang des OP9 (Pin 1) die Amplitude des dort anliegenden Rechtecksignals zu minimieren, d. h. möglichst auf Null einzustellen.

Als nächstes werden beide Meßeingänge des Analog-Multiplizierers („A“ und „B“) auf Masse gelegt und mit R 94 der Ausgang des OP9 (Pin 1) auf Null eingestellt. Vorstehend beschriebener Abgleich, besonders der Trimmer R 86, 87, 94, ist sehr sorgfältig durchzuführen, und mehrfach zu wiederholen, bis sich keine Änderungen mehr ergeben. Dies ist erforderlich, da eine geringe Beeinflussung beim Verstellen von einem Trimmer auf die Wirkung der beiden anderen Trimmer nicht auszuschließen ist.

Damit ist der Abgleich des Analog-Multiplizierers auf eine Genauigkeit von ca. 0,2% bereits beendet.

Die Einstellung der einzelnen Skalenfaktoren ist direkt an den drei A/D-Wandlern des Typs ICL 7107 (IC 6, 8, 11) vorzunehmen und besonders einfach. Aufgrund der ausgefeilten Schaltungstechnik können nicht nur Wechselspannungen, sondern ebenso Gleichspannungen verarbeitet werden, so daß der Abgleich nur mit einer Gleichspannung und mit einem Gleichstrom erfolgt.

Hierzu geht man wie folgt vor:

An die beiden Eingangsbuchsen des LMG 7000 wird ein Gleichspannungsnetzgerät mit einer Spannung von 10 V bis 19,99 V angeschlossen, nachdem die Verbindungen an den Eingangs- und Ausgangsklemmen aufgehoben wurden.

Der Meßbereichswahlschalter wird jetzt in Stellung 20 V und 0,1 A gebracht.

Über ein Amperemeter wird der Ausgang des LMG mit einem Widerstand belastet, der einem Stromfluß von 50 mA bis 100 mA entspricht (ca. 220  $\Omega$ /2W).

Gleichzeitig wird mit einem zweiten Meßgerät die Spannung an den Ausgangsklemmen des LMG gemessen.

Mit R 45 ist jetzt der Skalenfaktor des Spannungsmessgerätes im LMG 7000 einzustellen, und zwar so, daß der angezeigte Wert mit dem Wert übereinstimmt, der an den Ausgangsbuchsen des LMG 7000 gemessen wird.

Mit R 73 wird der Skalenfaktor des im LMG 7000 eingebauten Strommessers eingestellt, indem der angezeigte Wert durch Verdrehen von R 73 mit dem Wert des in Reihe geschalteten Strommessers am Ausgang des LMG 7000 in Übereinstimmung gebracht wird.

Die Multiplikation dieser beiden Werte ergibt dann den Anzeigewert für die Leistungsanzeige. R 102 ist nun so einzustellen, daß der vorstehend berechnete Wert auf der Anzeige des Leistungsmessers erscheint.

In der 10 A-Stellung des Meßbereichswahlschalters S 2 ist zusätzlich noch der Widerstand R 9 einzustellen. Hierzu wird ein Strom im Bereich von 2 bis 10 A eingespeist und die Anzeige des integrierten Strommessers mit R 9 auf diesen Wert eingestellt. Zu beachten ist, daß diese Einstellung unbedingt als letztes nach der Skalenfaktoreinstellung mit R 45, 73, 102 durchgeführt wird.

Sofern der Einstellbereich der Trimmer R 12, 27, 35, 56, 64, 86, 87, 94 nicht ausreicht, können die Werte der Widerstände R 14, 30, 38, 59, 67, 91, 93, 97 von 100  $\Omega$  auf 150  $\Omega$  bzw. 220  $\Omega$  erhöht werden (auch einzeln).

## Zum Nachbau

Zunächst werden die Basisplatine und die Anzeigenplatine in gewohnter Weise bestückt. Zuerst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente anhand der Bestückungspläne auf die Platinen gesetzt und verlötet.

Sind die Platinen fertig bestückt und noch einmal kontrolliert, können die beiden Platinen miteinander verlötet werden, wobei die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine angelötet wird, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 2 mm unter der Basisplatine hervorsteht.

Die in den Bestückungsplänen der beiden Platinen mit gleichen Buchstaben bezeichneten Punkte sind untereinander mit isolierten Leitungen zu verbinden. Der Querschnitt sollte min. 0,1 mm<sup>2</sup> betragen.

Nach dem Verschrauben der Meßbuchsen mit der Frontplatte, wird die fertige Schaltung gleichzeitig mit der Frontplatte in das Gehäuseunterteil eingesetzt. Die Meßbuchsenanschlüsse sind mit den entsprechenden Punkten auf der Leiterplatte mit flexiblen isolierten Leitungen mit einem Querschnitt von mind. 1,5 mm<sup>2</sup> zu verbinden.

Die dreiadrige Netzzuleitung mit angespritztem Schuko-Stecker wird durch die Zugentlastung in der Gehäuserückwand geführt, und dann mit den beiden Kippshalteranschlüssen des Netzschalters verbunden. Von den beiden Mittelabgriffen des Kipp Schalters führt die Zuleitung zu den beiden links neben dem Netztrafo angeordneten Anschlußpunkten „a“ und „b“.

In diesem Zusammenhang ist es sehr wesentlich zu beachten, daß sämtliche von außen berührbaren Metallteile, wie Schrauben, Muttern, Kipp-schaltherhs usw. mit dem Schutzleiter der Netzzuleitung zu verbinden sind. Hierzu sind flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm<sup>2</sup> erforderlich.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen wollen wir abschließend noch einmal ausdrücklich hinweisen.

Damit ist der Nachbau dieses interessanten Leistungsmeßgerätes beendet.

## Stückliste: LMG 7000

### Halbleiter

IC1	.....	$\mu$ A 78L15
IC2	.....	$\mu$ A 79L05
IC3	.....	$\mu$ A 7805
IC4	.....	TL 081
IC5	.....	TL 084
IC6, IC8, IC11	.....	ICL 7107
IC7	.....	TL 082
IC9	.....	TL 082
IC10	.....	RC 4200 A
D1, D2	.....	1N4001
D3	.....	ZPD 5,6 V
D4-D7	.....	1N4001
D8, D9	.....	R 250 B
D10-D13	.....	DX 400
D14-D17, D20-D43	.....	1N4148
D18, D19	.....	LED, rot, 3 mm
D44	.....	LED, rot, 5 mm
Di1-D11	.....	DJ 700A

### Kondensatoren

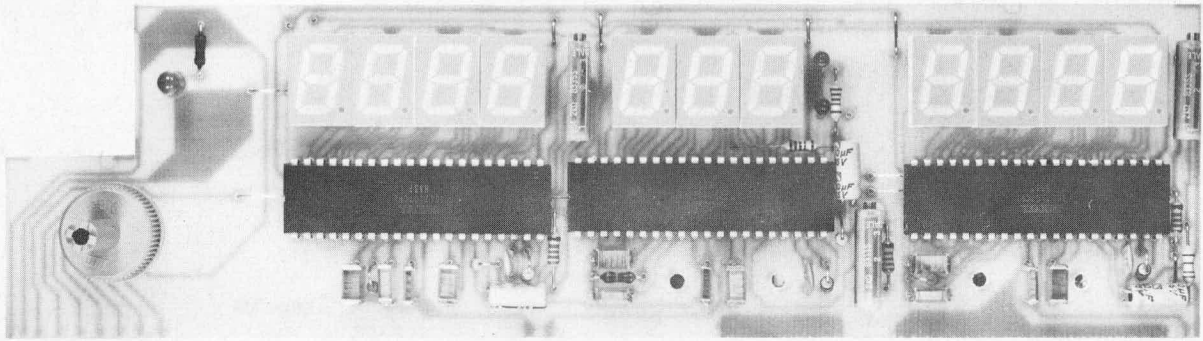
C1, C2	.....	470 $\mu$ F/40 V
C3, C4, C8, C16, C26, C36	.....	100 nF
C5, C6, C9, C12, C22, C44	.....	10 $\mu$ F/16 V
C7	.....	2200 $\mu$ F/16 V
C10, C18, C20, C28, C38	.....	220 nF
C11, C13, C15, C21, C23,	.....	
C25, C30-C33, C35	.....	1 $\mu$ F/16 V
C14, C24, C34	.....	10 nF
C17, C27, C37	.....	100 pF
C19, C29, C39	.....	47 nF
C40-C43	.....	100 $\mu$ F/40 V

### Widerstände

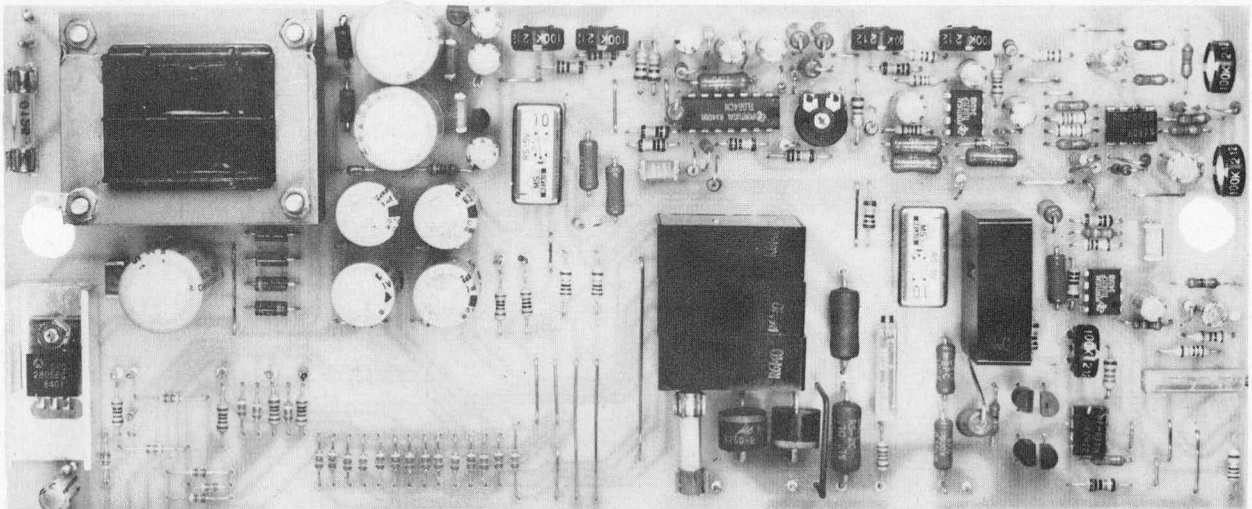
R1, R10	.....	2,2 k $\Omega$
R2	.....	0,9 $\Omega$ , 0,1%, 4 Watt
R3	.....	0,1 $\Omega$ , 0,1%, 4 Watt
R4, R98	.....	270 k $\Omega$
R5	.....	9 M $\Omega$ , 0,1%
R6, R13, R16, R20, R21, R24, R25, R28, R36, R43,	.....	
R47, R53, R54, R57, R65, R70, R71, R75, R88, R89,	.....	
R95, R100, R104	.....	100 k $\Omega$
R7	.....	900 k $\Omega$ , 0,1%
R8	.....	0,012 $\Omega$ (Widerstandsdraht)
R9, R45, R73, R102	.....	2 k $\Omega$ Spindeltrimmer
R11, R18	.....	10 k $\Omega$
R12	.....	100 k $\Omega$ , Trimmer
R12	.....	100 k $\Omega$ , Trimmer
R14, R30, R38, R59,	.....	
R67, R91, R93, R97	.....	100 $\Omega$
R15	.....	68 k $\Omega$
R17, R27, R35, R56,	.....	
R64, R86, R87	.....	100 k $\Omega$ , Trimmer, stehend
R19, R99	.....	220 k $\Omega$
R22, R51	.....	1 M $\Omega$
R23, R52	.....	820 k $\Omega$
R26, R31-R34, R41, R55,	.....	
R60-R63	.....	9 k $\Omega$ , 0,1%
R29, R37, R58, R66	.....	4,7 k $\Omega$
R39, R68	.....	10 k $\Omega$ , 1,0%
R40	.....	90 k $\Omega$ , 0,1%
R42	.....	1 k $\Omega$ , 1,0%
R44, R72, R101	.....	22 k $\Omega$
R46, R106-R113	.....	1 k $\Omega$
R48, R76, R105	.....	470 k $\Omega$
R49	.....	220 $\Omega$
R50	.....	47 k $\Omega$
R69	.....	150 k $\Omega$
R74, R103	.....	2,7 k $\Omega$
R77, R79	.....	56 k $\Omega$
R78, R80	.....	18 k $\Omega$
R81, R82	.....	33 k $\Omega$
R83, R84	.....	121 k $\Omega$
R85a	.....	39 k $\Omega$
R85b	.....	15 k $\Omega$
R90, R92, R96	.....	27 k $\Omega$
R94	.....	100 k $\Omega$ , Spindeltrimmer
R114-R117	.....	680 $\Omega$

### Sonstiges

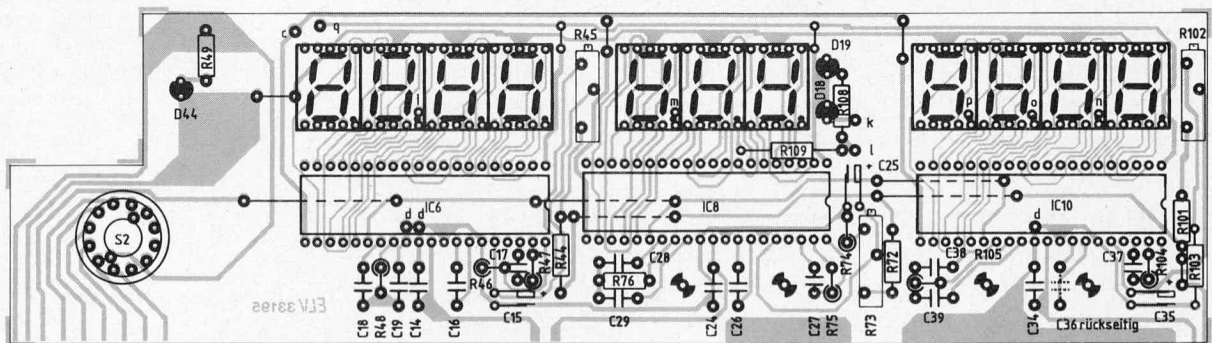
Tr	.....	prim.: 220 V/8 VA
	.....	sek.: 9 V/600 mA
	.....	18 V/100 mA
Si1	.....	50 mA
Si2	.....	10 A
1	.....	Platiniensicherungshalter
1	.....	Präzisions-Drehesalter Typ 6.2
4	.....	Siemens-Kartenrelais, stehend, 18 V, 1 x ein
2	.....	National Präzisionsrelais, Typ N5P
4	.....	Polklemmen (2 x rot und 2 x schwarz)
1	.....	U-Kühlkörper SK 13
4	.....	Schrauben M3 x 40 mm
1	.....	Schraube M3 x 6 mm
13	.....	Muttern M3
1	.....	Lötfahe 3,2 mm
1	.....	Lötfahe 6,2 mm
40	.....	cm Silberdraht
150	.....	cm isolierte flexible Leitung
24	.....	Lötstifte



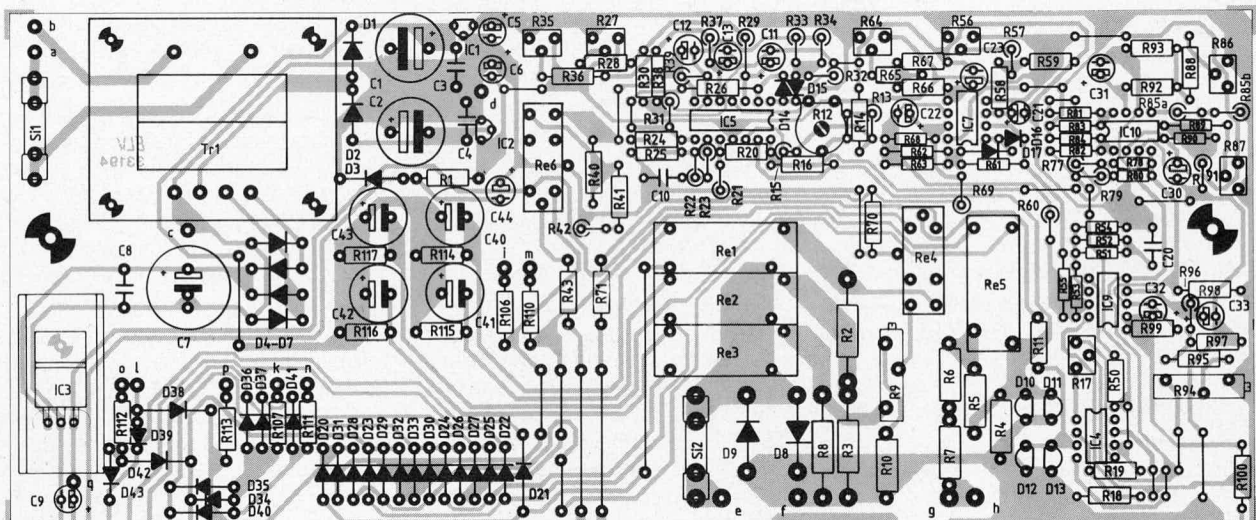
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des ELV-Leistungsmeßgerätes LMG 7000



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des ELV Leistungsmeßgerätes LMG 7000



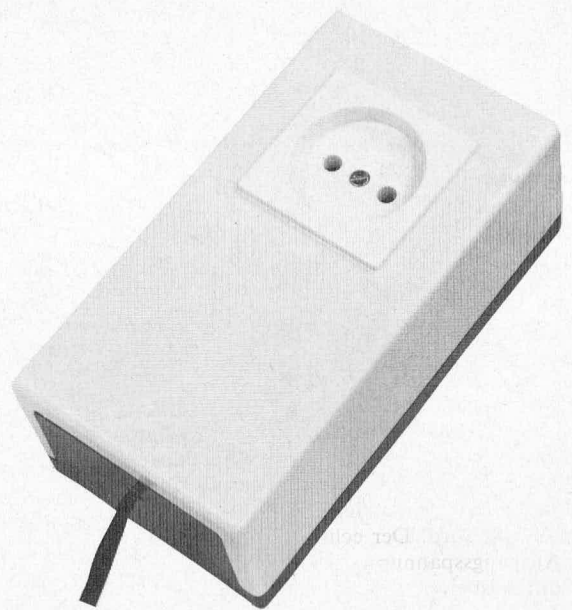
Bestückungsseite der Anzeigenplatine des ELV Leistungsmeßgerätes LMG 7000 — Originalgröße: 237 mm x 64 mm



Bestückungsseite der Basisplatine des ELV Leistungsmeßgerätes LMG 7000 — Originalgröße: 246 mm x 99 mm

# Mini-Wechselrichter 12 V = / 220 V ~

Universelle Einsatzmöglichkeiten für kleine Verbraucher — 18/24 VA



*Geringe Abmessungen, quarzgenaue 50 Hz Frequenz sowie elektronische Ausgangsspannungsstabilisierung, zeichnen diesen Mini-Wechselrichter aus. Er ist sowohl für die Anwendung im Haushalt, beim Betrieb von Rasierern, kleinen Leuchtstofflampen, Rekordern usw. geeignet als auch für den Hobby-Bereich, zur Versorgung zahlreicher Meß- und Testgeräte, kurzum, für fast alle 220 V-Wechselstromverbraucher, die eine Leistungsaufnahme von 20 VA nicht überschreiten. Aufgrund der ca. 50 %igen Kurzzeitüberlastbarkeit sind auch Glühlampen und kleine Wechselstrommotore anschließbar.*

*Ergänzt wird die vorstehend beschriebene komfortable Mini-Wechselrichterschaltung durch eine zweite, ebenfalls in diesem Artikel beschriebene low-cost-Version mit gleicher Abgabeleistung, bei geringfügig eingeschränkter Ausgangsspannungskonstanz. Beide Schaltungen sind auf derselben Platine aufbaubar und können daher leicht umgerüstet werden.*

## Allgemeines

In zahlreichen Anwendungsfällen, sowohl im Camping als auch im weiteren Hobby-Bereich, wird der Anschluß von 220 V Verbrauchern an eine 12 V Gleichspannung gewünscht. Häufig reicht hierbei ein Mini-Wechselrichter mit einer Abgabeleistung von 20 VA aus, ohne daß der Nachteil von großen und schweren Umformern in Kauf genommen werden muß. In einigen Anwendungsfällen, wie z. B. bei Rasierern und Glühlampen, kann auf eine exakte Stabilisierung der Ausgangsspannung verzichtet werden, wodurch der Aufbau besonders günstig möglich ist.

Welche der beiden vorgestellten Mini-Wechselrichterschaltungen man nun tatsächlich einsetzt, muß von Fall zu Fall individuell entschieden werden. Aus Kostengründen kann zunächst die einfachere Version (ohne EF 2105) aufgebaut werden, die bei Bedarf problemlos zur Komfort-Ver-

sion umzurüsten ist, da sich beide Schaltungen sehr ähneln und auf derselben Platine Platz finden.

## Zur Schaltung

### Komfort-Version

Die Steuerung des Komfort-Mini-Wechselrichters wird durch eine präzise Quarzzeitbasis vorgenommen. Die Ausgangsfrequenz von 50 Hz des IC 3 wird durch mehrfache Teilung der Oszillatorfrequenz von 2,982950 MHz gewonnen.

Über die beiden als Komparator geschalteten Operationsverstärker OP 3 und OP 4, wird in Verbindung mit der vorgeschalteten RC-Kombination R 14/C 14 und dem Spannungsteiler, bestehend aus R 17 bis R 21 sowie T 1 eine Tastlückensteuerung erreicht. Wir verstehen in unserem Falle hierunter eine Rechteckschwingung, bei der die Spannung nicht wie bei einer „normalen“ Rechteckschwingung, von V+ direkt nach

V- springt, sofern von V+ zunächst nach 0 V und danach erst nach V-, um dann von V- wieder auf 0 V und dann erst auf V+ zu springen.

Zum einen wird hierdurch eine bessere Annäherung an die Sinuskurve erreicht und zum anderen kann durch die Steuerung der Tastlücke, d. h. durch Vergrößern oder Verkleinern der Zeitspanne, in der die Ausgangsspannung auf 0 V liegt, eine gute Regelung der Ausgangsspannung erreicht werden.

In Verbindung mit dem im ELV-Labor entwickelten echten Effektivwertkopplers des Typs EF 2105, ist eine Regelung aufgebaut, mit deren Hilfe der echte Effektivwert der Ausgangsspannung sehr genau überwacht und konstant gehalten wird. Nach diesem Prinzip arbeiten auch die beiden inzwischen sehr häufig nachgebauten Wechselrichter aus unseren Ausgaben ELV journal Nr. 21 (Leistungswechselrichter 300/500 VA) und



ELV journal Nr. 26 (120/180 VA). Näheres hierüber kann in den entsprechenden Ausgaben nachgelesen werden.

Ein Teil der 220 V-Ausgangswechselspannung wird auf die beiden Eingänge (Pin 1 und Pin 2) des EF 2105 gegeben, der den Effektivwert der an ihm anliegenden Eingangsspannung, in Verbindung mit R 5 und R 6, in eine proportionale Ausgangsspannung umsetzt.

Der hiervon angesteuerte, nichtinvertierende (+) Eingang des OP 2 verarbeitet das vom EF 2105 kommende Ausgangssignal weiter, indem sich sein Ausgang (Pin 1 von OP 2) so einstellt, daß die Differenzspannung zwischen seinen beiden Eingängen (Pin 9 und Pin 10 von OP 2) ungefähr zu Null wird.

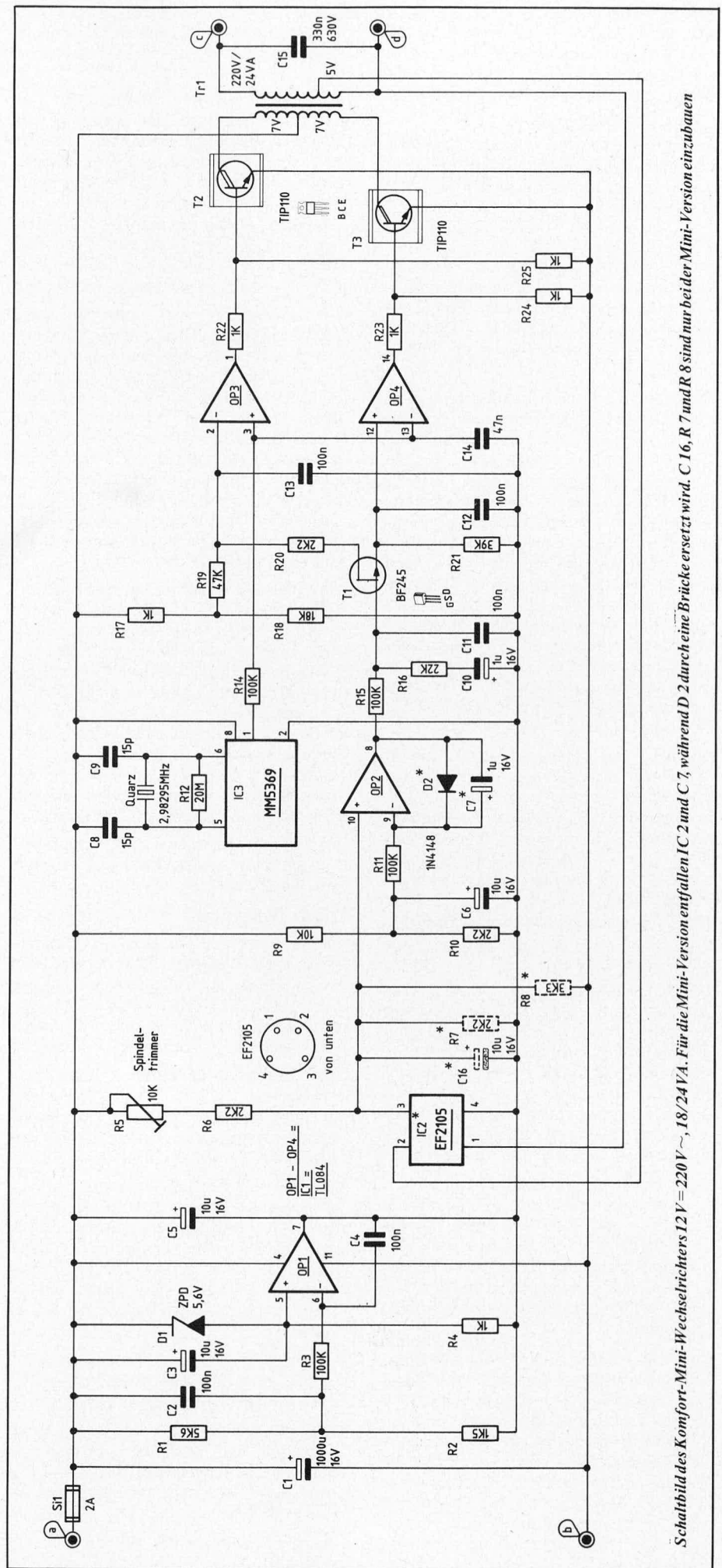
In der Praxis bedeutet z. B. eine Erhöhung der 220 V-Ausgangswechselspannung einen erhöhten Stromfluß im EF 2105, so daß der nichtinvertierende (+) Eingang des OP 2 negativer wird. Hierdurch sinkt die Ausgangsspannung des OP 2 (Pin 8) und der nachgeschaltete FET T 1 wird weniger leitend. Dies bedeutet eine Verbreiterung der Tastlücke, da die Schwellenspannung an den als Komparatoren geschalteten OP's 3 und 4 später erreicht wird. Der echte Effektivwert der Ausgangsspannung sinkt also wieder. Dadurch ist eine Stabilisierung des Regelkreises erreicht.

Durch eine leicht unsymmetrische Ansteuerung der Komparatoren OP 3 und OP 4 kann es zu einer geringen Unsymmetrie der Tastlücken und damit der Ansteuerimpulse für die Endstufentransistoren kommen. Dies wird mit Hilfe der Widerstandskombination R 17/R 18 ausgeglichen. Sollten sich dennoch aufgrund von Bauteilestreuungen Differenzen in der Länge der Ansteuerimpulse für die Endstufentransistoren ergeben, so kann R 18 im Bereich von 4,7 k $\Omega$  bis 47 k $\Omega$  variiert werden. Hierzu ist durch unterschiedliche Belastungen die Tastlücke von schmal auf breit mehrfach zu ändern und die Gleichheit der Ansteuerimpulse zu überprüfen, während gleichzeitig R 18 variiert wird. Die angegebene Dimensionierung dürfte jedoch im allgemeinen günstig und der Praxis entsprechend sein.

Durch den Einsatz von Darlington-Transistoren können die Ausgänge der OP's 3 und 4 direkt über die Widerstände R 22 und R 23 die Endstufe ansteuern.

Eine Versorgungsspannungsstabilisierung wird durch die Z-Diode D 1 in Verbindung mit dem OP 1 mit Zusatzbeschaltung erreicht, so daß am Ausgang des OP 1 (Pin 7) eine gegenüber der positiven Versorgungsspannung stabilisierte Referenzspannung von ca. 7 V zur Verfügung steht, die der Speisung der Elektronik dient.

Der genaue Effektivwert der 220 V Ausgangswechselspannung kann mit dem Trimmer R 5 eingestellt werden. Mit einem „normalen“ Drehspulmeßwerk ist diese Einstellung nicht möglich. Es ist ein Dreheisenmeßwerk oder ein Multimeter mit einem echten Effektivwertwandler erforderlich. Stehen entsprechende Meßgeräte nicht zur Verfügung, kann auch ersatzweise eine kleine Glühlampe (z. B. 15 W) herangezogen



Schaltbild des Komfort-Mini-Wechselrichters 12 V = 220 V ~, 18/24 VA. Für die Mini-Version entfallen IC 2 und C 7, während D 2 durch eine Brücke ersetzt wird. C 16, R 7 und R 8 sind nur bei der Mini-Version einzubauen

werden, deren Helligkeit mit R 5 so eingestellt wird, daß sie dem Anschluß an das 220 V-Wechselspannungsnetz entspricht. Die Lichtausbeute einer Glühlampe ist direkt proportional zum echten Effektivwert einer Wechselspannung.

Bei der vorstehend beschriebenen Komfort-Version entfallen die im Schaltplan gestrichelt eingezeichneten Bauelemente C 6, R 7 und R 8 ersatzlos.

### Low-cost-Version

Kann für die vorgesehenen Anwendungsfälle des Mini-Wechselrichters auf eine präzise Ausgangsspannungsregelung verzichtet werden, so ist ein preiswerterer Aufbau möglich.

Hierbei wird auf die Ausgangsspannungsregelung und Rückkopplung über den echten Effektivwertkoppler des Typs EF 2105 verzichtet, der einen wesentlichen Kostenfaktor bei der Komfort-Version darstellt. Da in der Praxis die zur Versorgung des Mini-Wechselrichters zur Verfügung stehenden Eingangsspannungen jedoch durchaus im Bereich von 10 V bis 15 V schwanken können, was Ausgangsspannungsschwankungen von mehr als 100 V entspricht, ist eine Schaltung ohne Stabilisierungsmaßnahmen praktisch wertlos. Es wurde daher ein Zusatz entwickelt, der mit einfachen schaltungstechnischen Mitteln eine Tastlückensteuerung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung vornimmt.

Die Schaltung dieser low-cost-Version ist weitgehend identisch mit der zuerst beschriebenen Komfort-Version. Es entfallen lediglich der echte Effektivwertwandlerbaustein IC 2 des Typs EF 2105 sowie der Kondensator C 7 ersatzlos. Darüber hinaus werden jetzt die gestrichelt eingezeichneten Bauelemente C 16, R 7 sowie R 8 eingebaut und D 2 wird durch eine Brücke ersetzt.

Nachdem die Schaltung in der vorstehend beschriebenen Form aufgebaut wurde, ist zwar die präzise Ausgangsspannungsregelung nicht mehr vorhanden, dafür aber eine sehr preisgünstige eingangsspannungsabhängige Tastlückensteuerung. Hierbei wird über den Spannungsteiler R 5 bis R 8 ein Teil der unstabilisierten Eingangsversorgungsspannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 2 (Pin 10) gegeben, und mit der Referenzspannung an Pin 9 verglichen.

Steigt die Versorgungsspannung an, so wird das Potential an Pin 10 des OP 2 über R 8 in Richtung negativer Werte gezogen. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die Referenzspannung gegenüber der positiven Versorgungsspannung stabilisiert ist und nicht wie meistens üblich gegenüber der negativen Spannung.

Durch Absinken der Spannung an Pin 10 des OP 2 bei konstanter Referenzspannung an Pin 9 geht auch die Ausgangsspannung des OP 2 in Richtung negativerer Werte. Über R 15 wird T 1 weiter gesperrt, wodurch die OP's 3 und 4 später schalten und sich die Tastlücke vergrößert. Die Ausgangsspannung sinkt. Durch geschickte Dimensionierung der Schaltung kann erreicht werden, daß die Ausgangsspannungserhöhung durch eine größere Versorgungsspannung

gerade durch eine Vergrößerung der Tastlücke kompensiert wird und die tatsächliche Ausgangsspannung in weiten Grenzen konstant bleibt.

Mit dem Spindeltrimmer R 5 wird bei einer mittleren zu erwartenden Belastung und Eingangsversorgungsspannung (12 bis 13 V) die Ausgangsspannung auf 220 V<sub>eff</sub> eingestellt. Hierbei ist eine kleine Glühlampe hilfreich, wie bereits weiter vorstehend beschrieben. Durch geringfügiges Variieren von R 8 kann der Steuereinfluß der Eingangsversorgungsspannung auf die Tastlücke u. U. noch etwas optimiert werden.

Die Helligkeit einer angeschlossenen 220 V/15 W Glühlampe, sollte sich bei einer Eingangsversorgungsspannungsschwankung im Bereich von 10 bis 15 V nur geringfügig ändern. Wird die Helligkeit der Glühlampe bei steigender Eingangsspannung größer, so ist der Widerstandswert von R 8 geringfügig zu verkleinern, während bei steigender Eingangsspannung und Helligkeitsabnahme der Wert von R 8 zu vergrößern ist. Die absolute Ausgangsspannungsgröße wird, wie bereits erwähnt, mit R 5 einmalig eingestellt.

Abschließend wollen wir darauf hinweisen, daß der Regelbereich selbstverständlich begrenzt ist. Bei Eingangsspannungen über 14 V kann es vorkommen, daß die Ausgangsspannung wieder absinkt. Auch sollten die Anforderungen hinsichtlich Ausgangsspannungskonstanz nicht zu hoch gesteckt werden, zumal eine Rückführung wie bei der Komfort-Version nicht erfolgt. Belastungsänderungen werden daher bei der low-cost-Version immer zu gewissen Ausgangsspannungsschwankungen führen.

Insgesamt ist jedoch auch diese preiswerte Version im praktischen Einsatz für viele Geräte gut geeignet.

### Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich besonders einfach, zumal sämtliche Bauelemente auf einer einzigen kleinen Leiterplatte untergebracht sind. Abgesehen von den Zuleitungen vom Akku und zur Steckdose, ist keinerlei Verdrahtung erforderlich.

Beim Bestücken der Leiterplatte hält man sich genau an den abgedruckten Bestückungsplan, wobei zunächst die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren und zuletzt die Halbleiter eingelötet werden.

Auf die besonders belasteten Leiterbahnen, die zu den Kollektoren bzw. den Emittoren der beiden Endstufentransistoren führen sowie zur Niederspannungsseite des Transformators, sollte man zweckmäßigerweise etwas Silberschalt Draht auflöten, um die Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten.

Die fertig aufgebaute und überprüfte Schaltung kann in ein dafür passendes isoliertes Kunststoffgehäuse eingebaut werden.

Abschließend möchten wir noch darauf hinweisen, daß die Höhe der Ausgangsspannung lebensgefährlich ist und daher entsprechende Vorsichtsmaßnahmen erforderlich sind.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist sorgfältig zu achten.

## Stückliste: Mini-Wechselrichter 12 V = /220 V ~

### Halbleiter

IC1	TL 084
IC2*	EF 2105
IC3	MM 5369
T1	BF 245
T2, T3	TIP 110
D1	ZPD 5,6 V
D2*	1N4148

### Kondensatoren

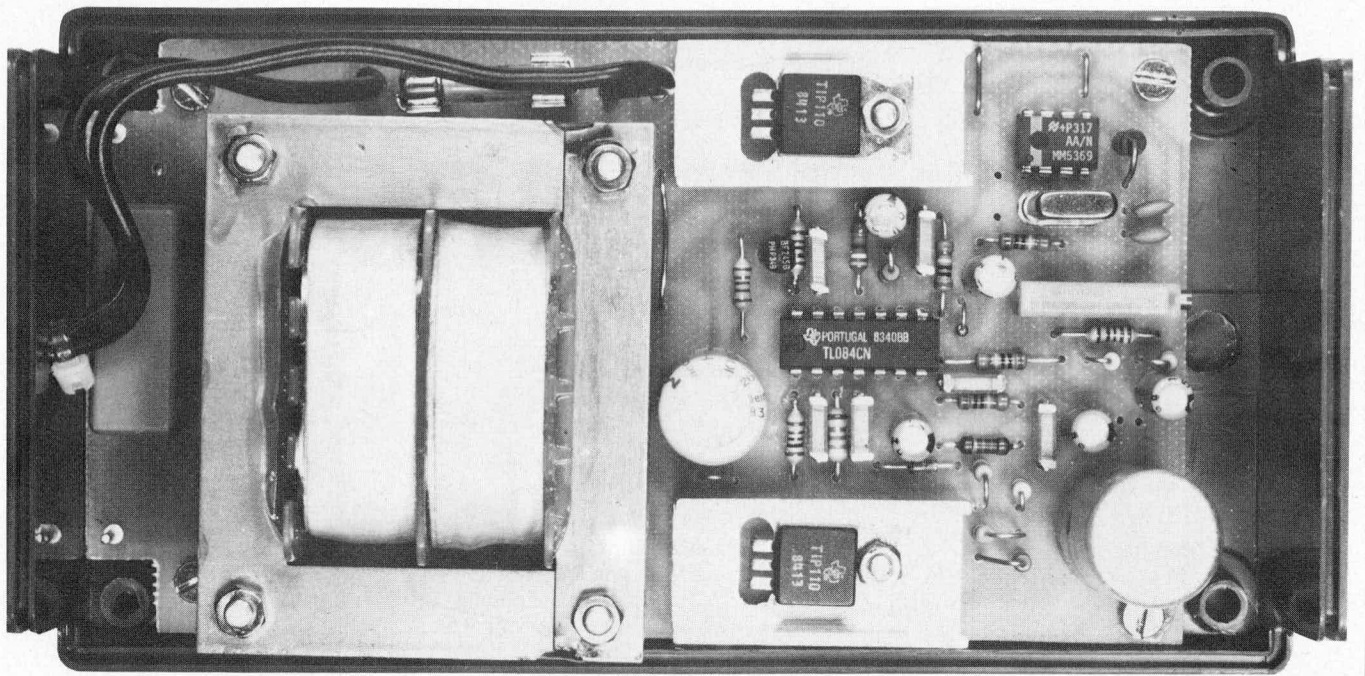
C1	1000 µF/16 V
C2	100 nF
C3	10 µF/16 V
C4	100 nF
C5, C6	10 µF/16 V
C7*	1 µF/16 V
C8, C9	15 pF
C10	1 µF/16 V
C11-C13	100 nF
C14	47 nF
C15	330 nF/630 V
C16*	10 µF/16 V

### Widerstände

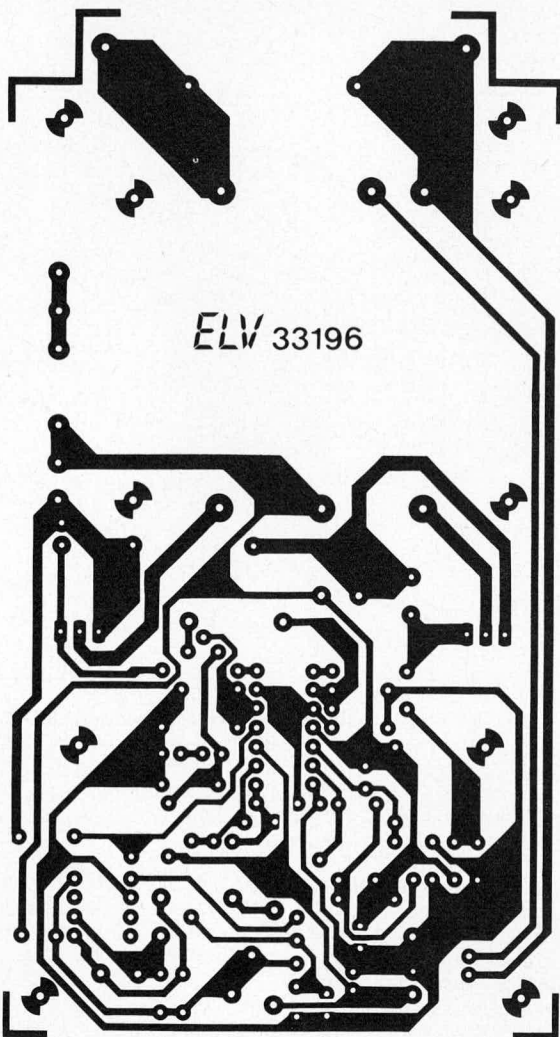
R1	5,6 kΩ
R2	1,5 kΩ
R3	100 kΩ
R4	1 kΩ
R5	10 kΩ, Spindeltrimmer
R6	2,2 kΩ
R7*	2,2 kΩ
R8*	3,3 kΩ
R9	10 kΩ
R10	2,2 kΩ
R11	100 kΩ
R12	20 MΩ
R14, R15	100 kΩ
R16	22 kΩ
R17	1 kΩ
R18	18 kΩ
R19	47 kΩ
R20	2,2 kΩ
R21	39 kΩ
R22-R25	1 kΩ

### Sonstiges

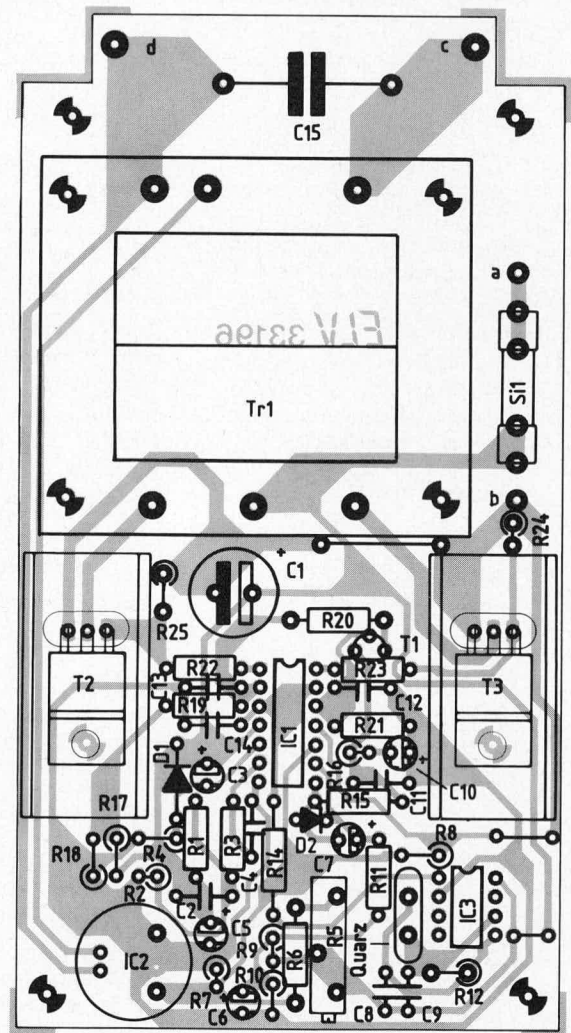
Tr1	Trafo: prim.: 2 x 7 V sek.: 220 V/5 V/24 VA
Si1	2 A
1	Spezial-Steckdose ohne Schutzkontakte
1	Platinensicherungshalter
1	Quarz 2,98295 MHz
2	Kühlkörper SK 13
2	Batterieanschlußklemmen (rot und schwarz)
4	Schrauben M3 x 40 mm
6	Schrauben M3 x 6 mm
14	Muttern M3
4	Lötstifte
10	cm Silberdraht
20	cm flexible Leitung
2	m flexible Leitung 2 x 0,75 mm <sup>2</sup>
*	siehe Text



Ansicht des fertig aufgebauten Komfort-Mini-Wechselrichters 18/24 VA im geöffneten Gehäuse



Leiterbahnseite der Platine des Mini-Wechselrichters



Bestückungsseite der Platine des Mini-Wechselrichters

# Camping-Gas-Warner



*Speziell für den Einsatz auf dem Camping-Platz konzipiert, zeichnet sich dieser Gas-Warner durch einen verhältnismäßig geringen Stromverbrauch bei einer unstabilierten Versorgungsspannung im Bereich von 9 V bis 15 V aus.*

*Das Gerät besitzt außerdem eine Self-Test-Automatik, die in regelmäßigen Abständen eine Überprüfung wesentlicher Schaltungsteile vornimmt, wodurch eine hohe Zuverlässigkeit erreicht wird.*

## Allgemeines

Besonders auf Camping-Plätzen, wo auf 1 km<sup>2</sup> Stellfläche zum Teil viele Tausend einzelne Gasverbraucher kommen, ist das Sicherheitsbedürfnis hinsichtlich defekter Gasleitungen naturgemäß hoch. Eine zuverlässige Anzeige von gefährlichen Gaskonzentrationen ist daher sehr wichtig.

Bei der Entwicklung des ELV Camping-Gas-Warner wurde sowohl auf die mechanische Stabilität großer Wert gelegt als auch auf die weiteren, teilweise erschwerten Einsatzbedingungen, wie z. B. große Temperaturschwankungen.

Die Schaltung spricht auf Gase, wie n-Butan, Metan, Propan o. ä. bei einem Fremdgasanteil von ca. 0,3 %, entsprechend 3000 ppm, an. Dieser Wert liegt um ca. 1 Zehnerpotenz (Faktor 10) unter der Konzentration eines zündfähigen Gemisches, so daß im allgemeinen ein ausreichender Sicherheitsabstand und damit eine hinreichende Frühwarnung gegeben ist. Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang allerdings die Verteilung des Gasgemisches. Es kann grundsätzlich nicht von einer gleichmäßigen Vermischung eines ausströmenden Gases mit der Umgebungsluft ausgegangen werden. Je nach Temperatur von Gas- und Umgebungsluft kann sich der Fremdgasanteil am Boden oder auch an der Decke konzentrieren. Hier kann dann der Fremdgasanteil deutlich höhere Werte als im Raummittel annehmen. Wir empfehlen daher, das Gerät in der Nähe von gefährdeten Stellen anzuordnen, um ein möglichst sicheres Erkennen von Fremdgasanteilen zu ermöglichen.

Für eine 100 %ige Sicherheit wäre es allerdings erforderlich, an den verschiedensten Positionen eines Raumes die Luft zu Prüf-

zwecken über eine Pumpe abzusaugen und dem Gaswarner zuzuführen. Da dies jedoch einen erheblichen zusätzlichen Aufwand sowie eine entsprechende Geräuschbelastigung durch die Pumpe bedeuten würde, haben wir hierauf bewußt verzichtet und müssen eine kleine Einschränkung hinsichtlich der Zuverlässigkeit des hier vorgestellten Gerätes der Ordnung halber machen. Da jedoch die Luft in den seltensten Fällen vollkommen ruht und außerdem ein ca. 10facher Sicherheitsabstand eingebaut wurde, ist vorgenannte Einschränkung gering und die Zuverlässigkeit des Gerätes, nicht zuletzt aufgrund seiner Self-Test-Automatik, sehr hoch.

## Zur Schaltung

Als Meßverfahren wird das sogenannte „Wärmetön-Verfahren“ angewendet, das in Verbindung mit einem hochwertigen Sensor, dessen Meßwendel aus reinem Platin besteht, auch verhältnismäßig geringe Konzentrationen der brennbaren Gase wie Metan, n-Butan, Propan o. ä. erkennen läßt.

Aufgrund der hervorragenden Eigenschaften des Platinsensors in bezug auf Ansprechempfindlichkeit, d. h. Steilheit der Kennlinie, Linearität und Langzeitkonstanz, ist es möglich, in Verbindung mit der im ELV-Labor entwickelten Schaltung, auf den im allgemeinen sehr komplizierten und aufwendigen Abgleich über Referenzgase vollständig zu verzichten, ohne daß sich hieraus Genauigkeitseinbußen ergeben. Dieses Verfahren wurde erstmals im ELV journal Nr. 30 bei dem ELV micro-line Gas-/Rauch- und Temperaturmelder angewendet und für die hier vorliegende Schaltung weiter verbessert.

Es ist lediglich ein einziger einfacher Spannungsabgleich erforderlich, der vollkommen ohne fremde Hilfsmittel von außen am Gerät vorgenommen werden kann und leicht von Zeit zu Zeit zu wiederholen ist.

Aus Gründen der Betriebssicherheit liegt der Meßsensor RG 1 in Reihe mit einem weiteren Platinsensor, dem Referenzsensor RG 2. Zusammen mit den Widerständen R 14 bis R 16 bilden die beiden Sensoren eine Meßbrücke. In der Brückendiagonalen, d. h. Mittelpunkt der beiden Sensoren sowie Mittelabgriff von R 15, wird die Brückenspannung zur weiteren Verarbeitung abgenommen.

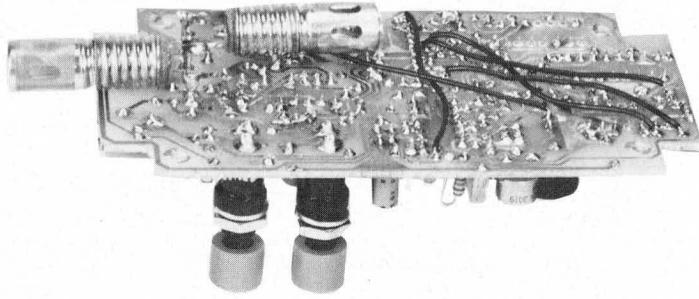
Zum Herausfiltern der Taktfrequenz der Versorgungsspannung der Brücke dienen die beiden R/C-Glieder R 19/C 12 sowie R 22/C 13. In Verbindung mit der weiteren Beschaltung des OP 2 wird der Verstärkungsfaktor (R 20/R 21) festgelegt.

Sobald ein entsprechendes Gas auf die Wendel des Meßsensors RG 1 gelangt, steigt dessen Innenwiderstand an und bringt somit die Brücke aus dem Gleichgewicht, da der Referenzsensor RG 2 gegen Fremdgas-einflüsse abgedichtet ist.

Am Ausgang des OP 2 steht das verstärkte, auf Masse bezogene Signal der Brückendiagonalen an.

Über R 23/24 gelangt dieses Signal auf den als Komparator geschalteten OP 3, dessen Schwelle mit R 25/R 26 festgelegt wird. R 54 dient zur Erzeugung einer geringen Hysteresis.

Der Ausgang des OP 3 ist seinerseits wieder über R 29 auf einen weiteren Komparator (OP 4) geschaltet, der über D 11/R 33 eine



Rückansicht der fertig bestückten Platine des Camping-Gaswarners

Selbsthaltung besitzt. Sobald die mit R 27/R 28 festgelegte Schaltschwelle überschritten wird, geht der Ausgang des OP 4 von ca. 0 V auf ca. + 5 V und gibt über D 12 den Signalgenerator, bestehend aus OP 6 und OP 7 mit Zusatzbeschaltung, frei, so daß ein intermittierendes 2 kHz-Signal ertönt.

Mit D 10/C 14 wird ein Rücksetzen des OP 4 nach erfolgtem Aus- und wieder Einschalten erreicht. Über R 30 wird C 14 weiter aufgeladen, damit dieser Kondensator im Dauerbetrieb nicht den Komparator OP 4 beeinflusst. D 9 dient nach erfolgtem Ausschalten dem schnellen Entladen von C 14.

Kommen wir nun zur Beschreibung der Self-Test-Automatik.

Bei den Schaltern ES 1, ES 2 und ES 3 handelt es sich um drei voneinander unabhängige aktivierbare elektronische Schalter, die in einem IC des Typs CD 4053 integriert sind. Die Ansteuerung erfolgt über die IC's 5 und 6 anhand des in Bild 1 aufgezeigten Taktdiagrammes. Nullpotential bedeutet hierbei, daß sich der jeweilige Schalter in der eingezeichneten Stellung befindet, während „high“ Potential die jeweils andere Schaltstellung symbolisiert.

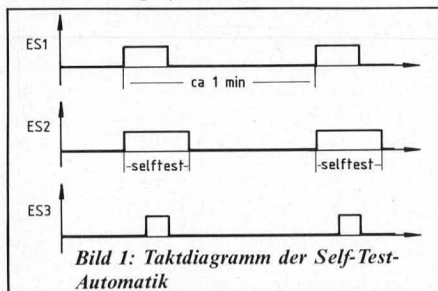


Bild 1: Taktdiagramm der Self-Test-Automatik

Ein kompletter Meßzyklus beläuft sich auf ca. 1 Minute (ca. 40 s Messen + ca. 20 s Selbsttesten).

Für den Self-Test wird zunächst der Schalter ES 2 geöffnet. Hierdurch wird der Komparator OP 4 von seiner Signalquelle getrennt, über R 31/R 32 liegt der nichtinvertierende (+) Eingang des OP 4 jetzt auf ca. + 1,4 V, d. h. also deutlich unterhalb der Spannung am invertierenden (-) Eingang, die bei ca. + 3 V liegt. Der Ausgang des OP 4 bleibt daher bei ca. 0 V stehen, vorausgesetzt, daß vorher kein Alarm ausgelöst wurde.

Gleichzeitig mit Öffnen des Schalters ES 2 wurde der Schalter ES 1 geschlossen. R 18 liegt jetzt parallel zum unteren Meßbrückenweig, bestehend aus R 16 sowie einem Teil von R 15.

Hierdurch wird die Meßbrücke künstlich aus dem Gleichgewicht gebracht und ein

Alarmfall simuliert. Die mit OP 2 entsprechend verstärkte Spannung führt dazu, daß die Komparatorschwelle von OP 3 überschritten wird, so daß der Ausgang von ca. 0 V auf ca. + 5 V geht.

Nach ca. 7 Sekunden wird ES 3 geschlossen. Der invertierende (-) Eingang des OP 4 ist jetzt direkt mit dem Ausgang des OP 3 verbunden.

Liegt der Ausgang des OP 3 ordnungsgemäß auf ca. + 5 V, bleibt der Ausgang des OP 4 weiterhin auf ungefähr 0 V.

Nach 7 Sekunden werden ES 1 und ES 3 wieder geöffnet und weitere 7 Sekunden später ES 2 wieder geschlossen. Der Ausgangszustand zur normalen Gasmessung ist wiederhergestellt.

Angezeigt wird die Self-Test-Phase über die Leuchtdiode D 8.

Ein Alarmsignal wird während der Self-Test-Phase nur dann ausgelöst, wenn beim Schließen von ES 3 der Ausgang des OP 3 nicht geschaltet hat, d. h. wenn er weiterhin auf ca. 0 V liegt. In diesem Fall sinkt das Potential im invertierenden (-) Eingang des OP 4 unter das Potential am nichtinvertierenden (+) Eingang und der Ausgang des OP 4 geht auf ca. + 5 V. Über die Selbsthaltungsschaltung, bestehend aus D 11/R 33, bleibt dann der Ausgang des OP 4 solange auf „high“, bis das Gerät für kurze Zeit aus- und wieder eingeschaltet wurde. Der Sound-Transducer ertönt in seinem intermittierenden 2 kHz-Signal.

Die Versorgung der Elektronik erfolgt über den Festspannungsregler des Typs 78L06 (IC 1). Eine Entkopplung wird über die Diode D 1 sowie eine zusätzliche Störimpulsunterdrückung über die HF-Drossel L 1 erreicht, in Verbindung mit den Kondensatoren C 1, C 3 und C 4.

Die eigentliche Meßbrücke hingegen wird direkt aus der unstabilierten 12 V-Akkubordspannung versorgt, wobei lediglich D 2 und C 2 zur Entkopplung und Pufferung dienen.

Über T 1 wird mit einer Frequenz von einigen 100 Hz die volle Akkuspannung direkt auf die Meßbrücke gegeben. Da die Spannung an der Meßbrücke jedoch nur ca.  $2,2 V_{eff}$  betragen sollte, ergibt sich ein Puls-/Pausen-Verhältnis von ca. 1 zu 5, d. h. der Stromfluß findet nur in ca. 17% der Zeit statt, wodurch die mittlere Stromaufnahme von normalerweise ca. 0,7 A auf jetzt ca. 0,2 A reduziert werden konnte.

Zur weiteren Erläuterung soll noch ange-  
merkt werden, daß bei den vorliegenden

Schalt- und Spannungsverhältnissen eine effektive Brückenversorgungsspannung von ca.  $2,2 V_{eff}$  einem arithmetischen Mittelwert von ca. 0,9 V entspricht, der mit R 7/C 8 gebildet wird.

Über R 7 wird die Versorgungsbrückenspannung auf den invertierenden (-) Eingang des OP 1 gegeben, der als Miller-Integrator geschaltet ist.

OP 1 vergleicht nun die Ist-Spannung zur Versorgung der Meßbrücke mit der Soll-Spannung, die über R 8/R 9 auf den nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 1 geführt ist.

Bei zu geringer Versorgungsbrückenspannung steigt die Ausgangsspannung des OP 1, die über R 6/C 7 auf den Steuereingang des IC 2 (Pin 7) gelangt.

Das IC 2 ist als Spannungs-/Frequenz-Umsetzer geschaltet mit konstanter Impulsdauer.

Am Ausgang des IC 2 (Pin 3) stehen die Steuerimpulse für den Schalttransistor T 1 zur Verfügung, die, wie bereits erwähnt, eine konstante Länge aufweisen. Hieraus ergibt sich, daß bei steigender Frequenz die Einschaltdauer von T 1 direkt proportional größer wird, d. h., daß die mittlere Versorgungsbrückenspannung entsprechend steigt.

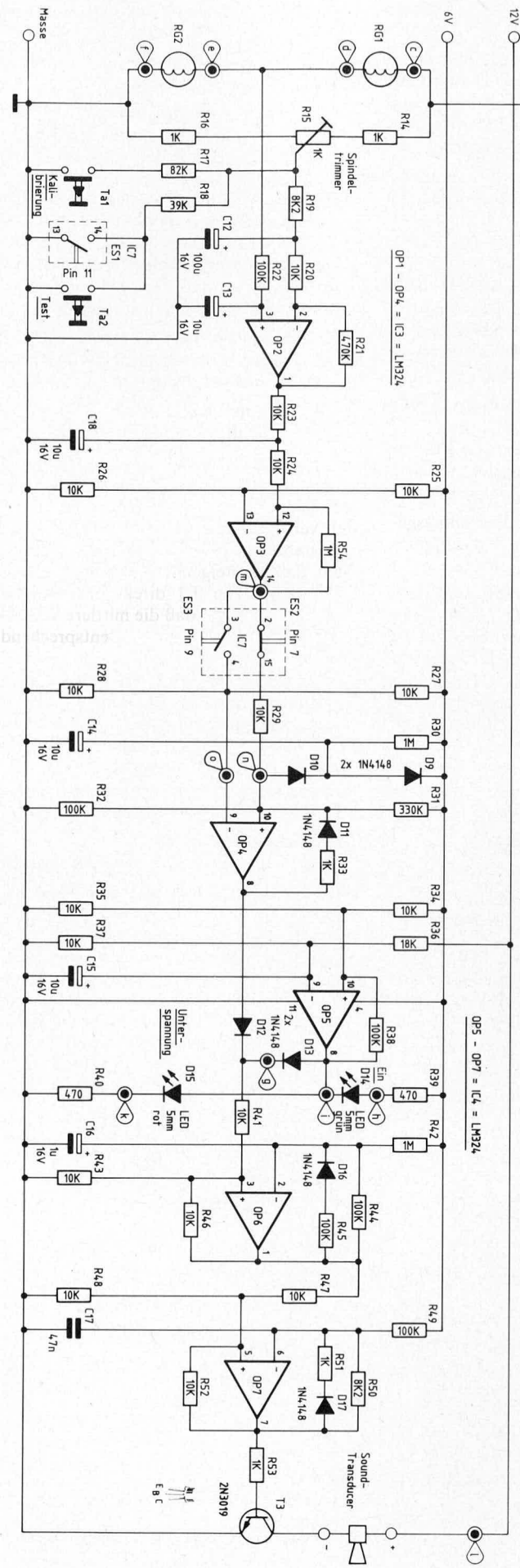
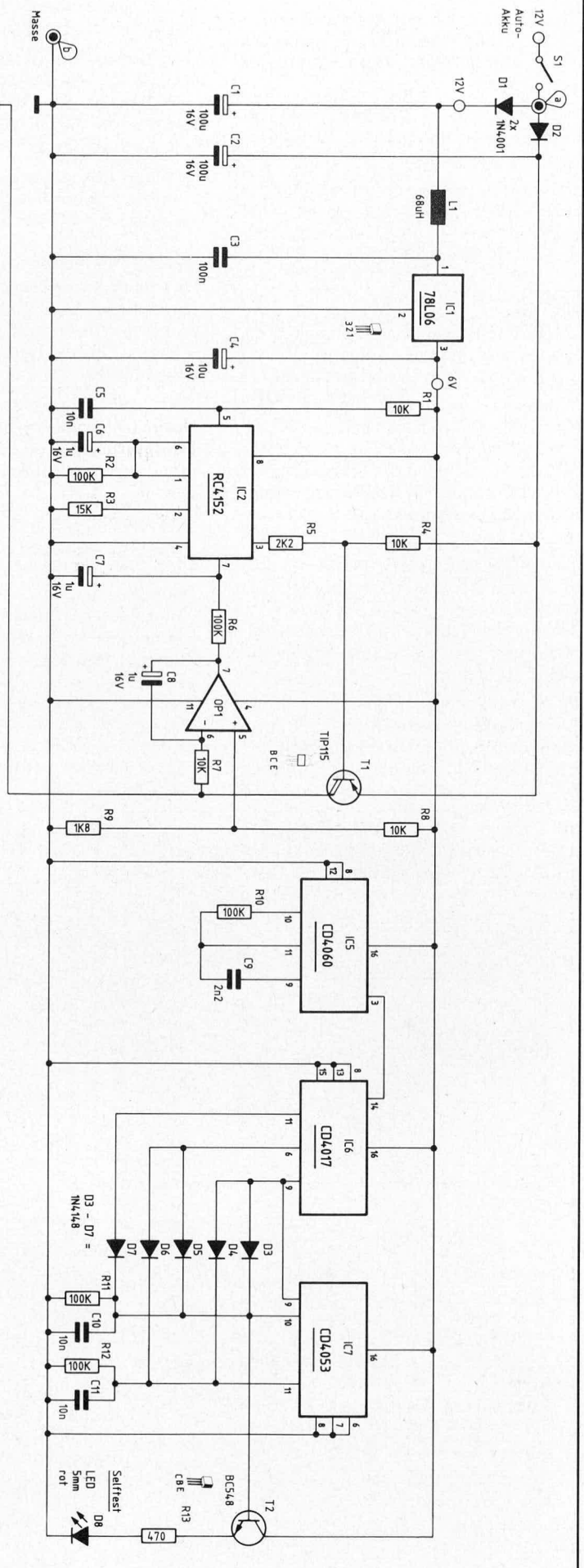
Durch die Schleifenverstärkung des Regelkreises wird die Versorgungsbrückenspannung sehr genau konstant gehalten, und zwar in weiten Grenzen, vollkommen unabhängig von der Eingangsversorgungsspannung, die ohne Genauigkeitseinbußen im Bereich von + 9 V bis + 15 V schwanken darf.

Bei noch geringeren Eingangsspannungen würde der Festspannungsregler IC 1 nicht mehr einwandfrei arbeiten, während zu große Spannungen ein extremes Tastverhältnis hervorrufen, wodurch die Meßbrücke ungünstig beeinflusst werden kann. Für die in der Praxis vorkommenden, im 12 V-Bereich liegenden Versorgungsspannungen ist die Schaltung jedoch bestens gerüstet.

Wie bereits beschrieben wird für die Weiterverarbeitung der Meßbrückenspannung der arithmetische Mittelwert mit Hilfe der R/C-Glieder R 19/C 12 und R 22/C 13 gebildet. Daher ist es auch erforderlich den arithmetischen Mittelwert der getakteten Brücken-Versorgungsspannung konstant zu halten, der vom echten Effektivwert abweichen kann. Da der Leistungsverbrauch der Platinwendeln jedoch ungefähr proportional zum echten Effektivwert der Brücken-Versorgungsspannung ist, leuchten die Meßwendeln bei steigender Versorgungsspannung etwas stärker. Die Konstanthaltung des arithmetischen Mittelwertes ist jedoch zuverlässig gewährleistet.

OP 5 steuert in Verbindung mit seiner Zusatzbeschaltung die LED's 14 + 15 an. Bei ausreichender Versorgungsspannung leuchtet die grüne LED 14, während die rote LED 15 Unterspannung signalisiert. Zusätzlich ertönt der Sound-Transducer.

Das akustische Signal bei Unterspannung entfällt, wenn D 13 nicht eingebaut wird.



Schaltbild des Camping-Gaswarners

## Zum Nachbau

Die gesamte Schaltung wird auf einer einzigen Platine untergebracht, die waagrecht in ein dafür passendes Gehäuse eingebaut werden kann.

Die Bestückung der Leiterplatte wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen.

Zu beachten ist lediglich die Anordnung der beiden Platinsensoren, die auf der Leiterbahnseite parallel zur Platine angeordnet sind. Der Kopf des Meßsensor muß hierbei ca. 10 mm aus dem ansonsten abgedichteten Gehäuse herausragen. Der Referenzsensor ist zusätzlich mit luftdichter Folie sorgfältig abzukleben, während der Meßsensor zur Vermeidung einer evtl. Zündung von Gasgemischen mit einem Stückchen Metallgaze umwickelt werden muß. Die Metallgaze wird zweckmäßigerweise mit etwas Zweikomponentenkleber am Sensorgehäuse angeklebt, wobei zunächst eine Fixierung über Silberschaltdraht hilfreich sein kann, bis der Kleber abgebunden hat.

Für den Überwachungsbetrieb sollte das Gerät möglichst so plziert werden, daß der Meßsensor frei von störender Zugluft ist. Kann dies nicht ganz ausgeschlossen werden, so empfiehlt es sich, ggfs. zusätzlich zur Metallgaze etwas Filterpapier um den Meßsensor zu wickeln.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig darauf hinzuweisen, daß die Platinwendel des Referenzsensors auf keinen Fall mit den auszuwertenden Gasen in Berührung

kommen darf, da ansonsten die Meßbrücke keine auswertbare Spannung abgeben kann.

Der Sound-Transducer wird direkt hinter eine entsprechende kleine Schallöffnung geklebt. Jetzt ist lediglich noch eine kleine Bohrung für die Zuleitung mit den Batterieklemmen im Gehäuse anzubringen.

Nachdem die Schaltung überprüft und getestet wurde, kann die Leiterplatte im Gehäuse festgeschraubt werden.

## Zur Einstellung

Wie bereits vorstehend beschrieben, ist lediglich eine einfache spannungsmäßige Einstellung erforderlich, die ohne jegliche fremde Hilfsmittel auf einfache Weise leicht durchführbar ist.

Der Meßsensor sollte sich hierbei in möglichst reiner Luft befinden.

Darüber hinaus ist es wichtig, den Abgleich nur in der Zeit durchzuführen, in der nicht ein Self-Test von der Schaltung durchgeführt wird.

Zunächst wird die Taste Ta 1 betätigt und mit einem Schraubendreher der Spindeltrimmer so weit verdreht, daß der Sound-Transducer ein intermittierendes 2 kHz-Warnsignal abgibt. Die Taste Ta 1 wird weiterhin gedrückt gehalten und R 13 nun langsam stückchenweise (jeweils  $\frac{1}{10}$  Umdrehung) so weit zurückgedreht, bis der Sound-Transducer gerade eben verstummt. Nach jeder  $\frac{1}{4}$  Umdrehung ist das Gerät hierbei für einige Sekunden auszuschalten, damit ein

Rücksetzen des Alarms erfolgen kann.

Nun kann die Taste Ta 1 losgelassen werden.

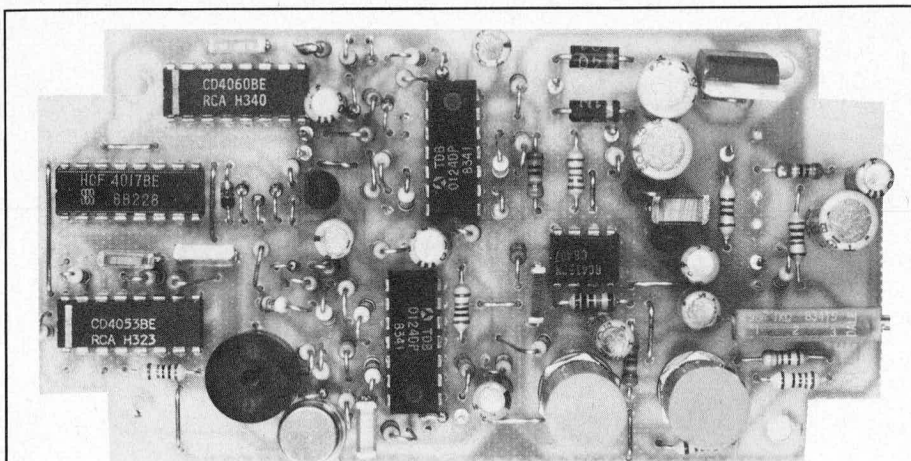
Eine Betätigung der Taste Ta 2 dient der Funktionskontrolle. Hierbei muß der Sound-Transducer ertönen.

Wie bereits erwähnt, kann die Einstellung über Ta 1 sowie ein manueller Test mit Hilfe von Ta 2 nur in der Zeit vorgenommen werden, in der das Gerät keinen automatischen Self-Test vornimmt. Sollte man während einer Einstellphase versehentlich in die Self-Test-Funktion hineingeraten, kann der Abgleich erst nach Beendigung des Self-Tests fortgeführt werden. Ein Defekt der Schaltung kann hierdurch nicht auftreten.

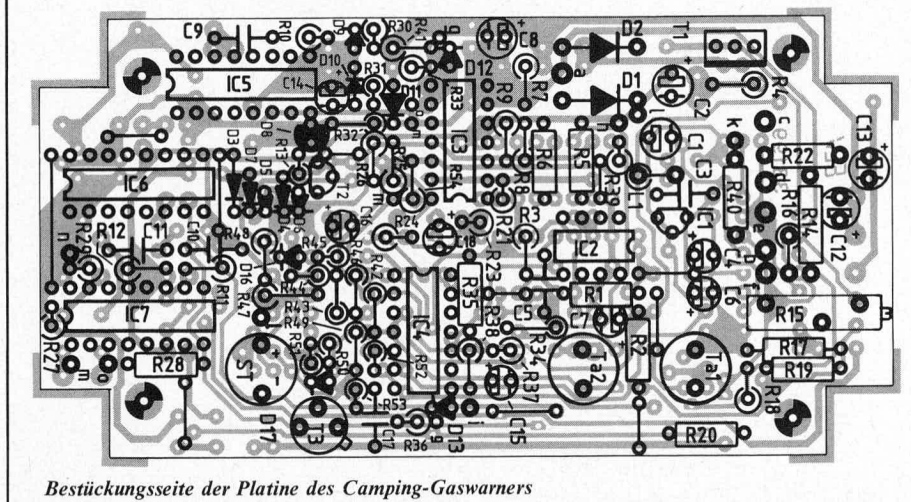
Eine genaue Funktionskontrolle mit Überprüfung der Ansprechempfindlichkeit kann z. B. in einer luftdichten Meßkammer mit einem speziellen Referenzgas durchgeführt werden. Da mit der vorliegenden Schaltung jedoch keine Präzisionsmessungen durchgeführt werden sollen, ist dieser Test im allgemeinen entbehrlich.

Zur unbedingt durchzuführenden, grundsätzlichen Funktionskontrolle kann ein Gasfeuerzeug dienen, dessen ausströmendes Gas für wenige Sekunden in ca. 10 cm Abstand, den Alarm auslösen sollte — selbstverständlich bei ausgepusteter Flamme.

Vorstehend beschriebener Test ist um so wichtiger, wenn der Meßsensor zusätzlich zur Metallgaze mit Filterpapier (einlagig) umwickelt wurde, um dessen Gasdurchlässigkeit überprüfen zu können.



Ansicht der fertig bestückten Platine des Camping-Gaswarners



Bestückungsseite der Platine des Camping-Gaswarners

## Stückliste: Camping-Gaswarners

### Halbleiter

IC1	.....	78L06
IC2	.....	RC 4152
IC3, IC4	.....	LM 324
IC5	.....	CD 4060
IC6	.....	CD 4017
IC7	.....	CD 4053
RG1, RG2	.....	Platinsensoren
T1	.....	TIP 115
T2	.....	BC 548
T3	.....	2N3019
D1, D2	.....	1N4001
D3-D7	.....	1N4148
D8, D15	.....	LED, rot, 5 mm
D9-D13	.....	1N4148
D16, D17	.....	1N4148
D14	.....	LED, grün, 5 mm

### Kondensatoren

C1, C2, C12	.....	100 µF/16 V
C3	.....	100 nF
C4, C18	.....	10 µF/16 V
C5, C10, C11	.....	10 nF
C6-C8, C16	.....	1 µF/16 V
C9	.....	2,2 nF
C13-C15	.....	10 µF/16 V
C17	.....	47 nF

### Widerstände

R1, R4, R7, R8, R20	.....	10 kΩ
R2, R6, R10, R11, R12	.....	100 kΩ
R3	.....	15 kΩ
R5	.....	2,2 kΩ
R9	.....	1,8 kΩ
R13	.....	470 Ω
R14, R33, R51, R53	.....	1 kΩ
R15	.....	1 kΩ, Spindeltrimmer
R16	.....	82 kΩ
R17	.....	4,7 kΩ
R18	.....	39 kΩ
R19, R50	.....	8,2 kΩ
R21, R39, R40	.....	470 kΩ
R22, R32, R38, R44, R45, R49	.....	100 kΩ
R23-R29	.....	10 kΩ
R30, R42, R54	.....	1 MΩ
R31	.....	330 kΩ
R34, R35, R37, R41, R43	.....	10 kΩ
R36	.....	18 kΩ
R46-R48, R52	.....	10 kΩ

### Sonstiges

- S1 Kippschalter 1 x um
- 2 Sound-Transducer
- 2 Fassungen für Platinsensoren
- 2 Taster, Schließer mit Knopf
- 18 Lötstifte
- 1 Metallgaze
- 2 Batterieanschluskklemmen (rot und schwarz)
- 4 Abstandsrollchen 10 mm
- 4 Schrauben M3 x 16 mm
- 15 cm Silberschaltdraht
- 20 cm isolierten Schaltdraht
- 2 m flexible Leitung 2 x 0,75 mm<sup>2</sup>