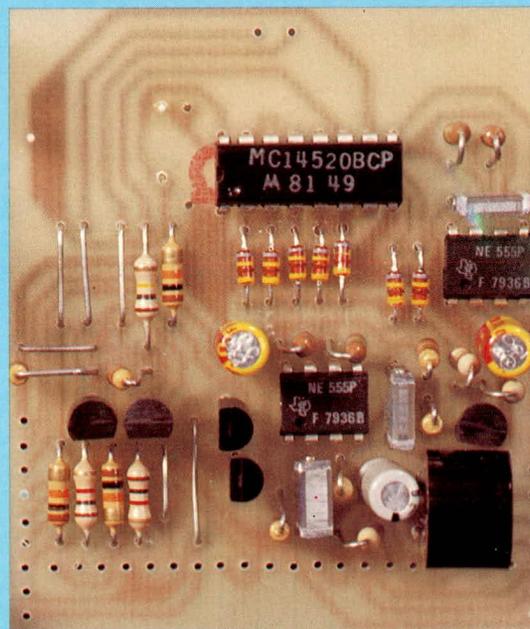
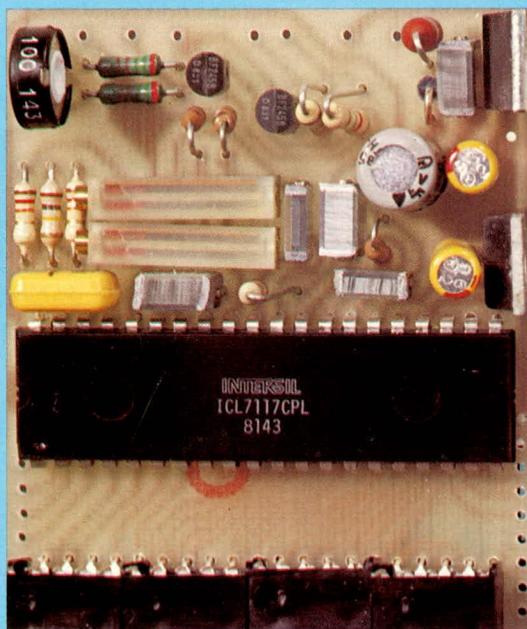
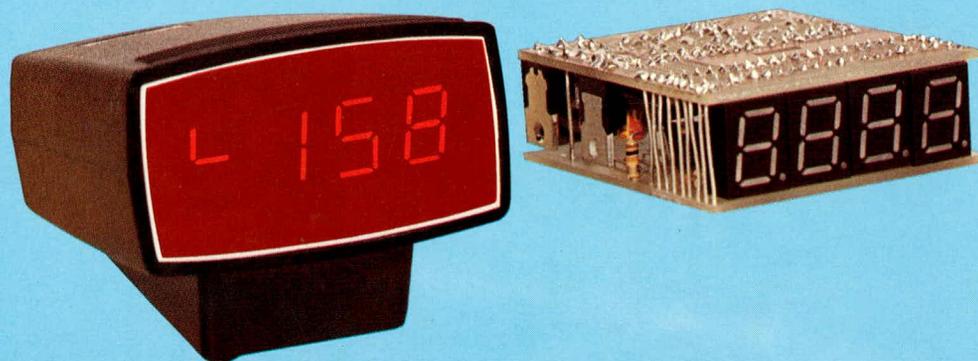


Digitales Kfz-Außen-/Innen-Thermometer mit automatischer Meßstellenumschaltung und Eiswarner



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

Mit
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:
ELV-Serie 7000:
Wechselspannungs-
Netzteil WSN 7000
HiFi-Baßreflex-
Box BR 115

Vorverstärker mit
Klangregelteil

Digitales Kfz-
Außen-/Innen-
Thermometer

ELV-UNISCOPE:
(10 MHz-Oszilloskop von
ELV-HAMEG)
6. Teil: Einführung in die
Oszilloskopie

ELV-Serie
Modelleisenbahn-
Elektronik:
Luxus-Modellbahn-
Fahrputt

Verzögerungsschaltung
für Kfz-Fanfaren
Einfacher Zeitschalter

Zusätzlich in
in dieser Ausgabe:

Digitales
Kapazitätsmeßgerät
DCM 7000
(ohne Abgleich!)

Spannungswandler
24 V - 12 V

Zusätzlich in dieser Ausgabe:

Digitales Kapazitätsmeßgerät DCM 7000

Die Sensation für Elektroniker:

Nachbau vollkommen ohne Abgleich



Nachdem Sie die Überschrift gelesen haben, wäre es nicht verwunderlich, wenn Sie in ungläubiges Staunen geraten würden.

Tatsächlich ist es dem ELV-Ingenieur-Team gelungen, das ohnehin schon ausgefeilte Meßprinzip des DCM 7000 aus unserer Ausgabe Nr. 14 derart weiter zu entwickeln und zu perfektionieren, daß der Nachbau jetzt völlig ohne Abgleich durchgeführt werden kann. Erstaunlich um so mehr, weil auf den Einsatz von besonders teuren Bauelementen wie supergenauen Referenzspannungen usw. verzichtet werden kann.

Nachfolgend noch kurz die wichtigsten Daten:

- *Meßumfang: 0,1 pF (!) bis 100 000 µF (!) in 5 Bereichen*
- *Nullpunktgleich für Kompensation von Streu- bzw. Kabelkapazitäten*
- *Meßgenauigkeit: ca. 1 %, typ. 0,5 %*
- *Eingebauter Quarzoszillator*
- *Automatische Störunterdrückung durch Netzsynchronisation der Meßzyklen.*

Funktionsprinzip

Zum besseren Verständnis ist in Bild 1 das Prinzip der Funktionsweise des digitalen Kapazitätsmeßgerätes DCM 7000 im Blockschaltbildcharakter dargestellt.

Zweckmäßigerweise beginnen wir bei den nachfolgenden Betrachtungen mit dem ungeladenen Zustand von C_X .

Über einen Widerstand (R_{ref1}), der an einer konstanten Referenzspannung liegt, wird der auszumessende Kondensator C_X aufgeladen.

Die an C_X anliegende Spannung wird von einer superschnellen, hochpräzisen Auswertschaltung überwacht und mit einer zweiten von R_{ref2} und R_{ref3} erzeugten Spannung verglichen.

Die Auswertschaltung gibt das Tor zum Zähler frei, wenn die Kondensatorspannung in einem ganz bestimmten Bereich liegt, d. h. daß zu Beginn des Aufladevorganges, wo die Spannung an C_X noch fast 0 V beträgt, das Tor gesperrt ist.

Wird während des Ladevorganges eine bestimmte Spannung überschritten (z. B. 1 V), so wird das Tor zum Zähler geöffnet.

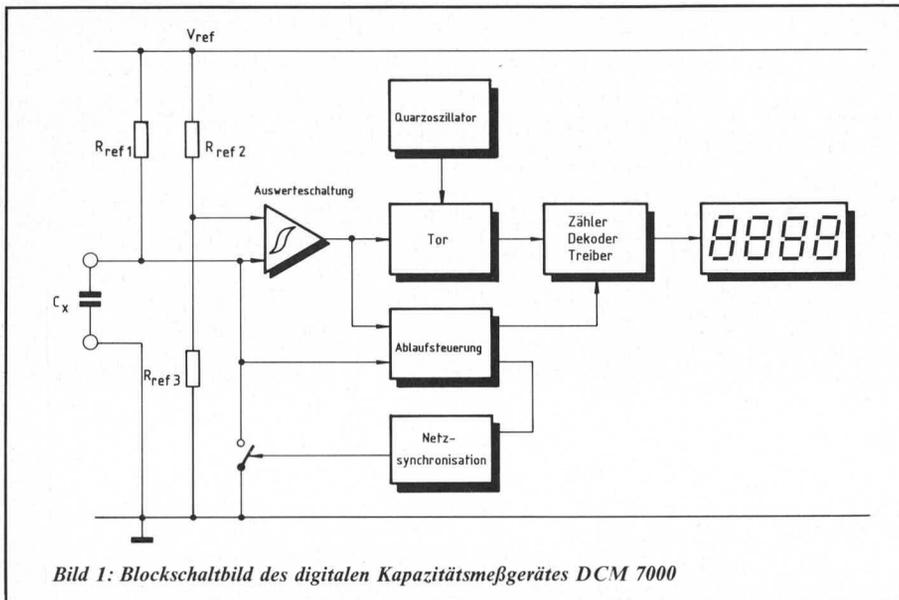


Bild 1: Blockschaltbild des digitalen Kapazitätsmeßgerätes DCM 7000

Bei Überschreiten einer zweiten höheren Spannung (z. B. 3 V) wird das Tor von der Auswerteschaltung wieder gesperrt.

In der Zeit, in der das Tor geöffnet ist, gelangen die vom Oszillator kommenden Impulse einer hochkonstanten quarzstabilisierten Frequenz auf den Eingang des Zählers.

Die Toröffnungszeit wird von C_X bestimmt.

Hat C_X eine kleine Kapazität, geht der Aufladevorgang schnell, das Tor ist nur kurze Zeit geöffnet, es gelangen wenige Impulse auf den Zähler, der deshalb einen kleinen Wert anzeigt.

Ist C_X größer und das Tor somit länger geöffnet, gelangen auch mehr Impulse aus der Quarzzeitbasis über das Tor auf den Zähler, der dann einen entsprechend größeren Wert anzeigt.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß der auszumessende Kondensator C_X tatsächlich über einen Widerstand (Präzisionsmeßwiderstand 0,5 %) aufgeladen wird und nicht etwa über eine Konstantstromquelle, die zusätzliche Fehler in sich bergen kann. Es wird ganz bewußt eine nicht lineare Ladekurve erzeugt.

Da die Form der Kurve immer exakt der mathematischen e-Funktion folgt, und sich nur eine Größe, nämlich der Zeitmaßstab, ändert, sind die Zusammenhänge zwischen der zu messenden Kapazität C_X und der Torzeit und dadurch auch dem angezeigten Wert streng linear.

Um auf den Abgleich vollständig verzichten zu können, sind lediglich jetzt noch einige weitere genaue, jedoch nicht sehr teure Referenzwiderstände erforderlich (im Blockschaltbild mit R_{ref2} und R_{ref3} bezeichnet), die in einem mathematisch exakt nachweisbaren strengen Zusammenhang zu R_{ref1} stehen und damit den Ladevorgang maßgeblich über die Auswerteschaltung und die Ablaufsteuerung beeinflussen.

Auf die detaillierte Schilderung der komplexen Zusammenhänge, die einen Abgleich überflüssig machen, soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden, da

das den Rahmen dieser Bauanleitung sprengen würde. Aufgrund einer ausgefeilten schaltungstechnischen Verknüpfung aller in das Meßergebnis eingehenden Faktoren ist das Meßergebnis in der Summe aller Einflüsse völlig unabhängig von den üblicherweise auftretenden Bauteilschwankungen in dem angegebenen Rahmen von ca. 1%, ohne jeden Abgleich korrekt.

Der Skalenfaktor wird durch die Oszillatorfrequenz, den Referenzwiderstand sowie die Auswerteschaltung festgelegt. In der hier vorgestellten Schaltung wurde die Dimensionierung so vorgenommen, daß sich der eingangs erwähnte Meßumfang ergibt, bei direkter Anzeige in pF, nF, μ F oder mF. Je nach eingestelltem Bereich leuchtet eine entsprechende LED auf.

Die quasi intelligente Ablaufsteuerung sorgt dafür, daß nach Beendigung des Meßvorganges der gemessene Wert auf der Anzeige gespeichert wird, der Zähler zurückgesetzt (Anzeigewert bleibt erhalten), der Kondensator entladen und der Vorgang erneut gestartet wird.

„Quasi intelligent“ heißt in diesem Fall, daß die Ablaufsteuerung nicht nach einem „sturen“ Zeitplan vorgeht, sondern zusätzliche Informationen, wie Ladezustand von C_X und Torzustand, in ihre Entscheidung mit einbezieht, so muß z. B. die Spannung an C_X u. a. einen entsprechend kleinen Wert aufweisen, damit die Ablaufsteuerung den Ladevorgang freigibt. Außerdem ist eine Minimumverzögerung eingebaut, die ein Flackern der Anzeige bei sehr kurzen Meßzeiten verhindert sowie eine Netzsynchronisation der Meßzyklen, um Störeinflüsse durch Brummeinstreuungen zu unterdrücken.

Zur Schaltung

Nachdem die wesentlichen Merkmale des Grundprinzips der Schaltung des DCM 7000 erläutert wurden, soll auf die schaltungstechnische Realisierung nur noch kurz eingegangen werden, da diese im wesentlichen in unserer Ausgabe Nr. 14 und 15 beschrieben wurde.

In der Schaltung wird der Widerstand R_{ref1} durch die Widerstände R 6 bis R 9 dargestellt, während R_{ref2} und R_{ref3} durch R 10, R 12, R 14, R 15 und R 16 realisiert werden.

Auswerteschaltung und Ablaufsteuerung werden durch die IC's 3, 4, 7 und 5a dargestellt (mit entsprechenden Zusatzbeschaltungen) während die Netzsynchronisation aus dem IC 16 mit Zusatzbeschaltung besteht.

Das Tor wird durch das Gatter N 1 (IC 9) realisiert. Der Quarzoszillator ist mit dem IC 6 aufgebaut.

Den eigentlichen Zähler mit Anzeigentreiber stellt das IC 15 dar, während IC 5b eine Überlaufanzeige realisiert.

Zum Nachbau

Obwohl das vorstehend beschriebene digitale Kapazitätsmeßgerät DCM 7000 eine aufwendige Schaltungstechnik besitzt, ist es gelungen, durch eine ausgereifte Konstruktion eine hohe Nachbausicherheit zu erreichen, zu der nicht zuletzt das hochwertige Layout der Leiterplatten beiträgt, auf denen bis auf den Netzschalter sämtliche Bauelemente Platz finden. Von zusätzlicher Verdrahtung kann nicht mehr die Rede sein.

Bevor allerdings mit der Bestückung der Platinen begonnen werden kann, sind diese in das Gehäuse einzupassen.

Ist ein Probearbeit der Platinen zur Zufriedenheit verlaufen, (Platinen sind noch nicht miteinander verlötet), kann mit der Bestückungsarbeit begonnen werden.

Zunächst werden die Brücken, dann die Widerstände, Kondensatoren, Dioden usw. in gewohnter Weise eingelötet.

Ist die Bestückung nach Einsetzen der IC's vollendet, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine gelötet, und zwar so, daß sie ca. 5 mm unter ihr hervorragt.

Sind alle Kupferflächen der senkrecht aufeinander liegenden Platinen miteinander verlötet, kann der Einbau ins Gehäuse vorgenommen werden.

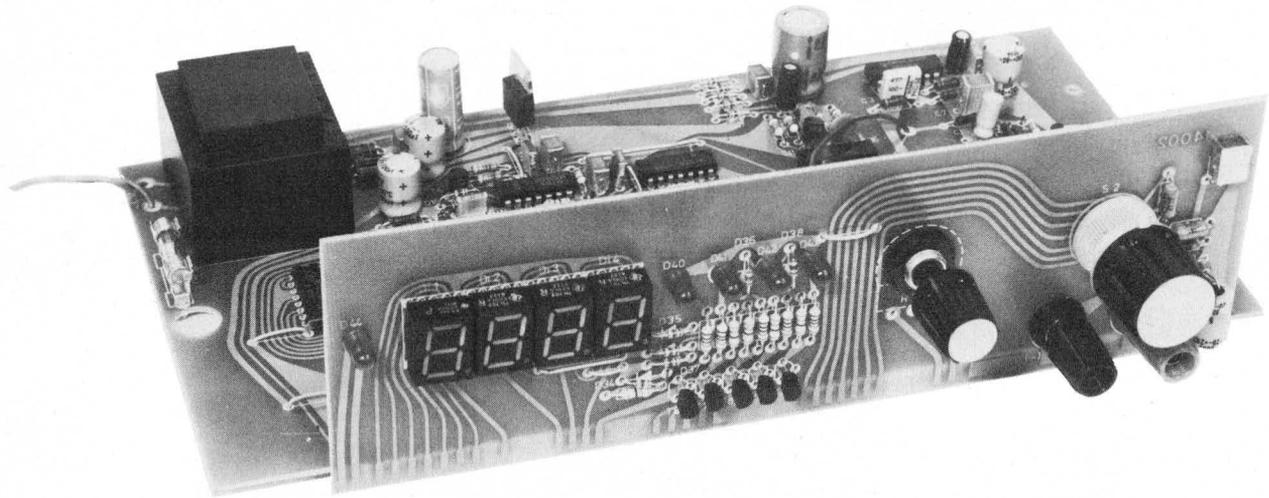
Der Schutzleiter des Netzkabels ist sowohl mit der Schaltung (Massepunkt) als auch mit dem Befestigungshals des Netzschalters zu verbinden.

Die VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

Meßgenauigkeit

Durch die eingesetzten Präzisions-Meßwiderstände mit einer Toleranz von max. 0,5 % (typ. 0,25 %) sowie durch Verwendung eines hochstabilen Quarzoszillators liegt die Grundgenauigkeit der Schaltung bei ca. 0,5 %.

Je nach Bauteilestreuung, Aufbau, Abgleich, Abschirmung sowie eingeschaltetem Meßbereich sollte man mit einer Genauigkeit von ca. 1 % zufrieden sein, wobei speziell im kleinsten Bereich mit einer Auflösung von 0,1 pF einige Digits zusätzlich in Kauf genommen werden müssen, was bei der enormen Auflösung jedoch unwesentlich erscheint.



Ansicht der bestückten und zusammengesetzten Platinen des digitalen Kapazitätsmeßgerätes DCM 7000 vor dem Einbau ins Gehäuse

Bedienungshinweise

Um das vorstehend beschriebene digitale Kapazitätsmeßgerät DCM 7000 sinnvoll nutzen zu können, sollten einige wesentliche Punkte bei der Messung von Kondensatoren berücksichtigt werden.

1. Die auszumessenden Kondensatoren sollten vor Anschluß an die Prüfklemmen entladen werden. Zwar hat das DCM 7000 einen guten Überlastungsschutz, der allerdings auch seine Grenzen hat.

2. Vor Beginn der Messung ist zu prüfen, ob das Nullabgleichpoti am linken Anschlag steht (entgegen dem Uhrzeigersinn).

3. Soll eine Messung in den beiden unteren Meßbereichen vorgenommen werden, so ist mit Hilfe des Nullabgleichpotis die Anzeige vor Anschluß des Prüfkondensators C_X auf 0000 oder 0001 einzustellen.

Wichtig ist hierbei, daß das Poti nicht zu weit gedreht wird, sondern nur so weit, daß die Anzeige gerade 0000 oder einige Digits (einen sehr kleinen Wert) anzeigt.

Wird das Poti noch weiter gedreht, kann eine Verfälschung des Meßergebnisses auftreten, indem ein gewisser Betrag von C_X abgezogen wird.

Für die drei oberen Meßbereiche ist kein Nullabgleich erforderlich.

4. Bei Messungen von Elektrolyt-Kondensatoren kann der Meßwert geringfügig schwanken, so auch bei Meßbereichsumschaltung.

Dies liegt keinesweg am Gerät, sondern an der Unzulänglichkeit der Elkos, die zum Teil mit Toleranzen von -50% bis $+100\%$ behaftet sind und ihren Wert schon in kurzer Zeit geringfügig ändern bzw. etwas unterschiedliche Werte zeigen, je nachdem, ob eine etwas kürzere oder längere Meßzeit gewählt wird.

5. Bei gepolten Kondensatoren (Elkos) ist der +Pol an die rote (rechte) Klemme und der -Pol an die schwarze (linke) Klemme anzuschließen.

Wir wünschen Ihnen beim Nachbau und Einsatz dieses hochqualifizierten und interessanten Meßgerätes viel Erfolg.

Stückliste: ELV Kapazitätsmeßgerät DCM 7000

Halbleiter:

IC1	μA 723
IC2	7805
IC3, IC4	CA 3240
IC5	NE 556
IC6-IC8	SN 74 LS 00
IC9	SN 74 LS 20
IC10	SN 7490
IC11-IC13	SN 74 LS 90
IC14	SN 75492
IC15	SN 74 C 926
IC16	CD 4001
T1, T4, T11	BC 548 C
T2, T3, T6-T10	BC 558 C
D1-D4, D9, D10, D14-D39, D45-D47	1N 4148
D5-D8	1N 4001
D11-D13	ZPD 5,6
D40-D44	LED, rot, 5 mm
Di1-Di4	TIL 702

Kondensatoren

C1, C8, C10, C19, C27	220 nF
C2	220 $\mu F/25$ V
C3	470 pF
C4, C12, C16, C18, C23, C24, C30-35	10 $\mu F/16$ V
C5	100 nF
C6, C11, C21, C29	100 $\mu F/16$ V
C7, C13, C14, C22	470 nF
C9	1000 $\mu F/16$ V
C15	1 $\mu F/16$ V
C17, C26	1 nF
C20, C28, C38	10 nF
C25	100 pF
C36	220 pF
C37	15 nF

Widerstände:

R1	3,3 k Ω
R2, R18, R24	4,7 k Ω
R3	6,8 k Ω
R4	10 Ω
R5, R38	100 k Ω

R17, R21, R25, R27, R34	1 k Ω
R19, R26	2,2 k Ω
R20, R23, R29, R52-R61, R72-R75	10 k Ω
R22... 1 M Ω , Poti lin, 6 mm Achse	
R28	1 M Ω
R31, R32	470 k Ω
R33	33 k Ω
R35	470 Ω
R36, R37	47 k Ω
R39	2,2 M Ω
R40	100 Ω
R41-R47, R63, R64, R66, R68, R70	33 Ω
R48-R51	2,7 k Ω
R62, R65, R67, R69, R71 ...	330 Ω

Meßwiderstände 0,5 %

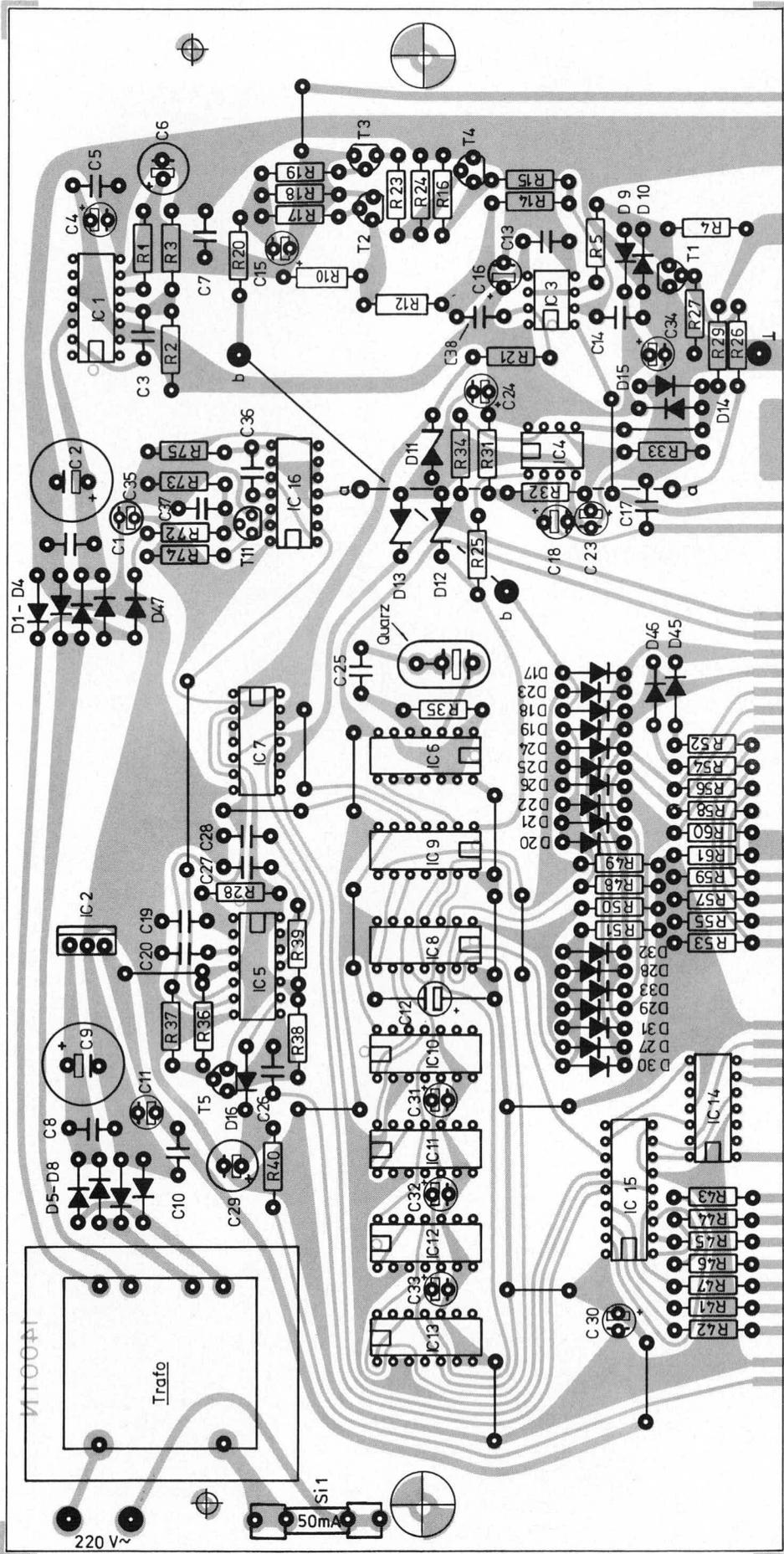
R6, R7	900 k Ω
R8	9 k Ω
R9	900 Ω
R10	245 k Ω
R12	4,52 k Ω
R14, R16	100 k Ω
R15	10 k Ω

Diverses

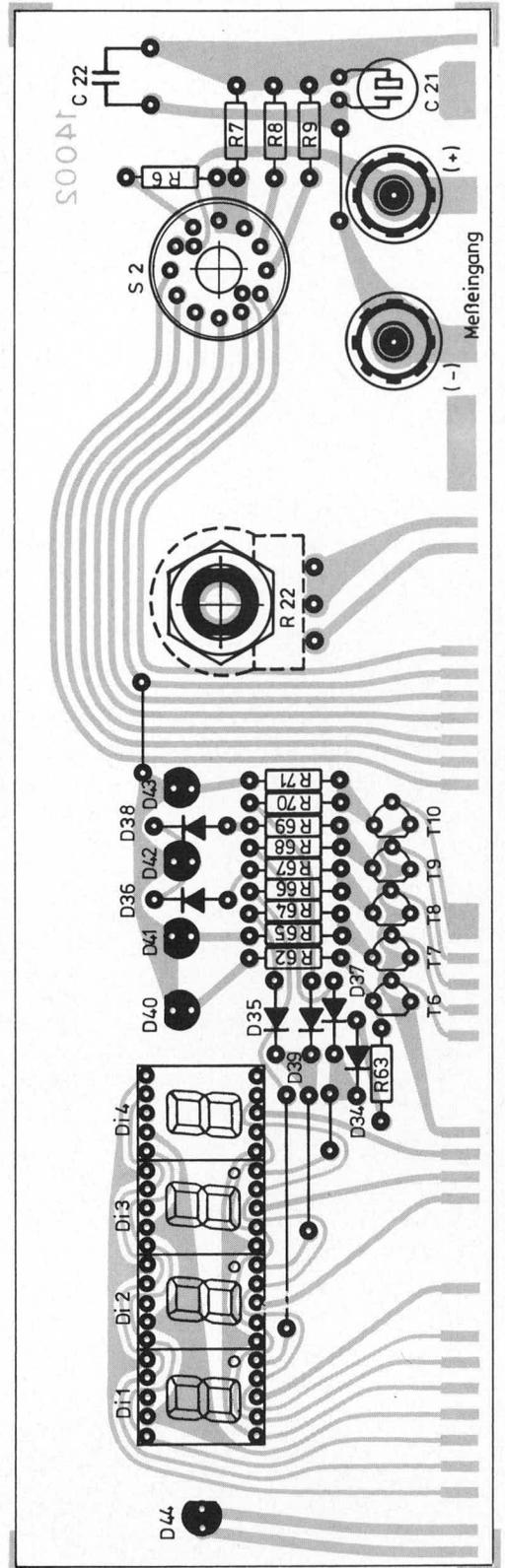
- 1 Trafo Typ 42-071
prim: 220 V/4,5 VA
sek: 1 x 9 V/400 mA
1 x 12 V/75 mA
- 1 Quarz 3,579 545 MHz
- 1 Präzisions-Drehschalter
2 x 6 Stellungen
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 Sicherung 50 mA
- 7 Lötstifte

Gehäusebausatz

- 1 Gehäuse aus der Serie 7000
- 1 bedruckte und gebohrte Frontplatte
- 2 Gehäusebefestigungsschrauben
M 3 x 15
- 6 Muttern M 3
- 1 3-adriges Netzkabel mit Stecker
- 1 Kippschalter, 2-polig
- 2 Polklemmen (rot/schwarz)
- 1 Drehknopf 21 mm \varnothing
mit Deckel und Pfeilscheibe
- 1 Drehknopf 14 mm \varnothing mit Deckel



Bestückungsseite der Basisplatte des ELV Kapazitätsmeßgerätes DCM 7000



Bestückungsseite der Anzeigenplatte des ELV Kapazitätsmeßgerätes DCM 7000

ELV-HiFi-Baßreflex-Box BR 115



Das außergewöhnlich große Interesse, das unsere „low cost“ HiFi-Lautsprecherbox HS 100 hervorrief, hat uns veranlaßt, eine weitere Lautsprecherbox zu entwickeln – diesmal eine „echte Baßreflex-Box, die sich durch ein ähnlich günstiges Preis-/Leistungsverhältnis auszeichnet.

Allgemeines

Eine ideale Lautsprecher-Box muß viele Bedingungen erfüllen:

Der Übertragungsbereich muß den gesamten Hörbereich des Ohres erfassen. Damit der Klang möglichst naturgetreu klingt, müssen alle Frequenzen in der gleichen Lautstärke und ohne Verzerrungen abgestrahlt werden.

Soweit die technische Seite.

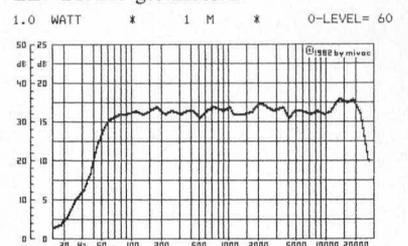
Technische Daten:

Frequenzgang	25–21 kHz.
Der Schalldruck (1 Watt/1 Meter):	93 dB.
Belastbarkeit Sinus:	80 Watt
Belastbarkeit Musik:	115 Watt
Gehäusemaße (außen): H x B x T:	560 x 330 x 280 mm
Gewicht:	ca. 12 kg.



Ansicht der Lautsprecherchassis und des Baßreflex-Kanals der HiFi-Lautsprecherbox BR 115

ELV BR 115 geschlossen



ELV BR 115 Baßreflex

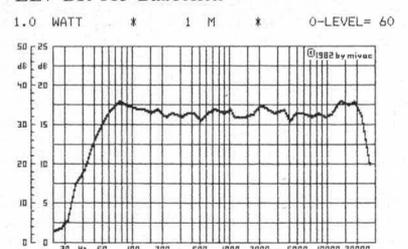
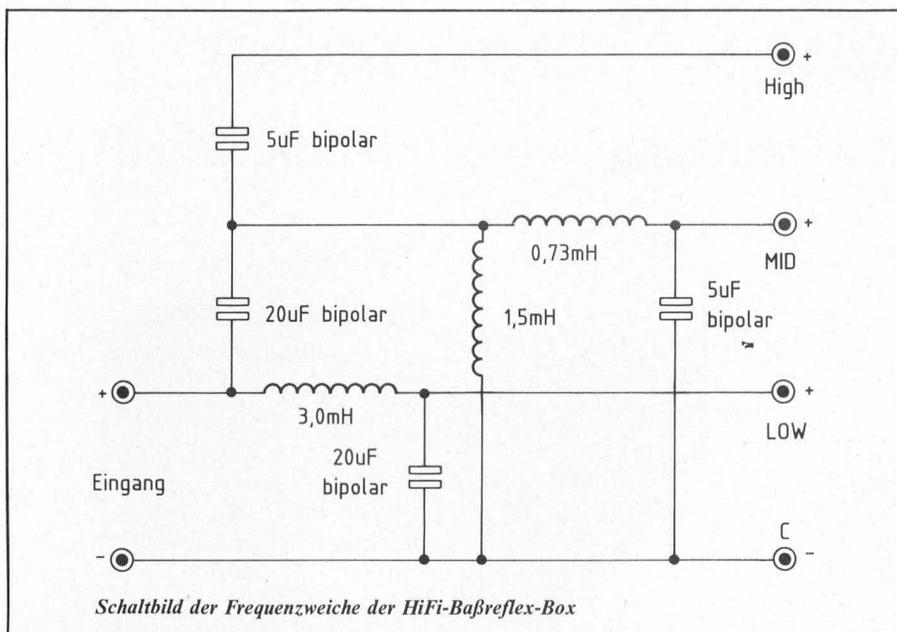


Bild 1: ELV BR 115 Schalldruck-Gleitsinus $\frac{1}{3}$ Oktav gemessen im schalltoten Raum



In der Praxis ergeben sich noch wichtige andere Voraussetzungen:

Das Gehäuse sollte nicht so groß wie der Wohnzimmerschrank sein, damit für die Musikwiedergabe nicht ein eigenes Zimmer benötigt wird. Die Box sollte auch so gut aussehen, daß man sie nicht verstecken muß. Und zuletzt ein nicht unwesentliches Merkmal: Preiswert muß die Box sein.

All diese Punkte konnten bei der HiFi-Baßreflex-Box BR 115 realisiert werden.

Um den Übertragungsbereich bis 25 Hz herunterreichen zu lassen, waren einige technische Besonderheiten notwendig:

Zunächst wird das Ausgangssignal des Verstärkers in der Frequenzweiche verarbeitet. Die für den Baßlautsprecher zuständige Spule bringt allein fast 300 Gramm auf die Waage. Das hat sie dem großzügigen Durchmesser des verwendeten Kupferdrahtes von 1 mm zu verdanken. Nur so kann ein optimal geringer Innenwiderstand auch der niedrigsten Frequenzen sichergestellt werden. Außerdem garantiert dieser Drahtdurchmesser Standfestigkeit bis zu höchster Belastung; die Dynamik ist optimal, Verzerrungen bleiben außerhalb des Hörbereichs.

Damit die Qualität des in der Weiche aufbereiteten Signals nicht im Lautsprechersystem geschmälert wird, hat es einen Durchmesser von 265 mm. Hier liegt der günstige Kompromiß zwischen wünschenswert großer Membran und vertretbarer Größe, denn schließlich soll die Box ja, wie oben erwähnt, kein eigenes Zimmer benötigen. Damit die Box auch bei tiefsten Frequenzen ausreichend Schalldruck liefert, arbeitet sie nach dem Baßreflex-Prinzip. In Bild (1) erkennen Sie den Unterschied zwischen Baßreflex und geschlossener Version. Er liegt von 120 bis ca. 25 Hz um 3–4 dB über der geschlossenen Version, bei 25 Hz sogar um ca. 6 dB darüber. Dies ist ein beachtlicher Wert.

Das Prinzip einer Baßreflex-Box ist folgendes:

Ein Lautsprecher erzeugt durch seine Membranbewegungen auf der Vorderseite

einen Über-, auf der Rückseite einen Unterdruck oder umgekehrt. Leider sind diese Schallwellen genau konträr. Bei einer Schallgeschwindigkeit von ca. 360 m/sec. werden tiefe Frequenzen also einfach kurzgeschlossen; die Membran bewegt sich, der Schall erreicht das Ohr jedoch nicht. Deshalb verwendet man normalerweise geschlossene Gehäuse; der Kurzschluß wird verhindert. Leider werden so jedoch die auf der Rückseite des Baßlautsprechers entstehenden Schallwellen „eingesperrt“, kommen also nicht zur Geltung. Diesen Nachteil beseitigt das Baßreflex-Prinzip. Durch einen genau berechneten Baßreflex-Kanal werden die Schallwellen aus dem Gehäuseinneren nach außen gelenkt, daß sie den Schalldruck der Vorderseite des Lautsprechers verstärken. Falsch berechnete Baßreflex-Kanäle verursachen Frequenzkurzschlüsse und somit grobe Frequenzeinbrüche im Tieftonbereich.

Damit die Baßwiedergabe nicht nur weit herabreicht, sondern auch ohne nennenswerte Schwankungen im Schalldruck erfolgt, wurde die Membran des Tieftöners mit einer speziellen Kunststoffsubstanz beschichtet. Dadurch werden Taumelbewegungen einzelner Membranteile wirkungsvoll unterdrückt, die Linearität steigt merklich. Ab ca. 600 Hz beginnt der Einsatzbe-

reich des Mitteltonsystems, im Frequenzverlauf durch einen typischen kleinen Einbruch um ca. 2 dB erkennbar. Die Membran ist genau wie beim Tieftonsystem beschichtet und sichert einen gleichmäßigen Frequenzverlauf bis 4 kHz.

An diesem Punkt setzt das Kalotten-Hochtonsystem ein. Der besonders starke Magnet sorgt für einen durchsetzungsfähigen Schalldruck, der einem gehörmäßig korrigierten Verlauf sehr nahe kommt. Besonders bei feingezeichneten Hochtonpassagen, wie geschlagene Becken, sorgt der ab 12 kHz leicht angehobene Schalldruck für frische Transparenz; selbst schwierige Triangelschläge werden mühelos reproduziert.

Der besondere Frequenzverlauf des Hochton-Kalottensystems wurde durch Verwendung eines akustischen Equalizers erreicht. Diese flache Scheibe mit einer punktförmigen Öffnung in der Mitte wird in geringem Abstand vor der Kalotte montiert. Das so entstehende Luftpolster beeinflusst dann den Frequenzgang des Kalottensystems in gewünschter Weise.

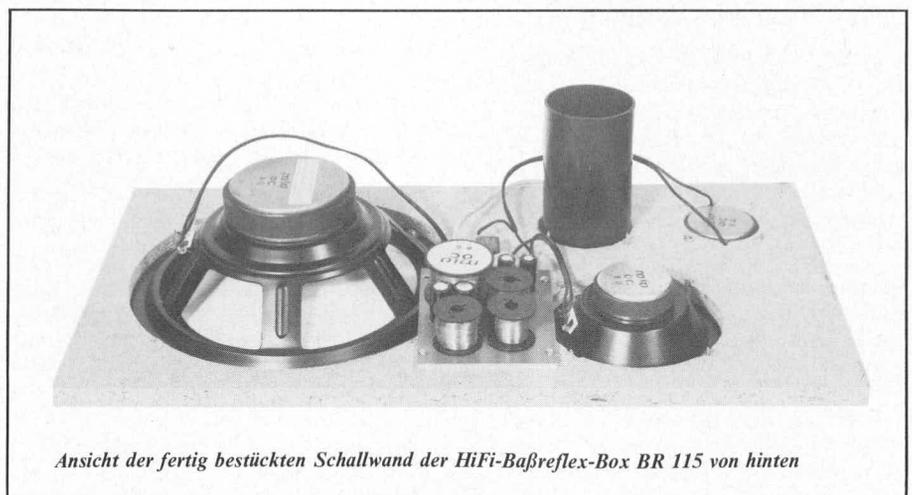
Für den Aufbau einer Box werden ca. 2 Stunden (ohne Trockenzeit) benötigt, wobei der Aufbau des Holzgehäuses und die Verdrahtung genau wie bei der in unserer Ausgabe Nr. 19 ausführlich beschriebenen HiFi-Lautsprecherbox HS 100 vorgenommen wird. Erforderliches Werkzeug: Lötkolben, Schraubenzieher, Dorn oder Bohrer.

Klangbeurteilung:

Zuerst fällt der volle, runde Klang auf, bei dem nichts fehlt und der auch nichts dazu mogelt. Der fundamentale Baß läßt wenn nötig die Kaffeetassen tanzen, eignet sich aber natürlich besser, um tiefste Frequenzen wie Orgel oder gestrichene Bässe wiederzugeben. Bei guten Schlagzeugaufnahmen hat man fast das Gefühl, „mitten drin zu sitzen“.

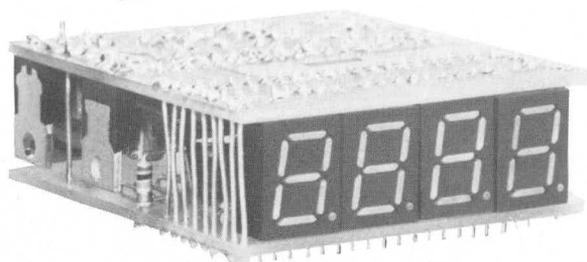
Gesangslagen klingen klar und durchsichtig, ohne näselnde oder andere Verfärbungen. Auch höchste Töne werden durch die Kalotte bis in feinste Nuancen genau wiedergegeben. Bei ernster Musik ist die Box zurückhaltend neutral, bei Pop und Jazz fetzt sie regelrecht los; bei Synthesizer-Musik ist sie voll in ihrem Element.

Sicher, eine Box für ca. DM 8000,— klang im Vergleichstest besser: Da die BR 115 aber nur $\frac{1}{40}$ stel kostet, hat sie das bedeutend bessere Preis-/Leistungsverhältnis.



Kfz-Außen-/Innen-Thermometer

mit Eiswarner und elektronischer Meßstellenumschaltung



Das hier vorgestellte digitale, elektronische Thermometer mit LED-Anzeige verfügt über 2 Meßstellen (außen/innen), deren Temperatur über eine Umschaltautomatik wahlweise zur Anzeige gebracht wird.

Neben einer hervorragenden Genauigkeit mit 0,1°C Auflösung besitzt das Gerät noch einen zusätzlichen Eiswarner, der den Autofahrer auf kritische Temperaturen aufmerksam macht.

Allgemeines

Dieses Gerät stellt eine Weiterentwicklung unseres vor ca. 2 Jahren vorgestellten Kfz-Thermometers dar. Trotz der eingebauten Features, wie automatische Meßstellenumschaltung, eingebauter Warnton, erhöhte Störsicherheit usw. konnte die Konstruktion der Schaltung so ausgeführt werden, daß sie in das ansprechende Gehäuse aus unserer Kfz-Serie eingebaut werden kann.

Zur Befestigung dient ein eingebauter Magnet sowie eine zusätzliche Klebeplattform, die es gestattet, trotz Klebeverbindung das Gerät über den Magneten abzunehmen.

Auf eine weitere Besonderheit wollen wir an dieser Stelle noch hinweisen:

Sobald die Temperatur einer Meßstelle unter 0°C sinkt, wird dies durch Aufleuchten des „-“ Zeichens angezeigt. Darüber hinaus ertönt dann für ca. 2 Sekunden in 15 min-Intervallen ein Warnton, wodurch man in den entsprechenden Zeitabständen an das Vorhandensein kritischer Temperaturen erinnert wird.

Durch den weiten Temperaturmeßbereich von -55°C bis +125°C ist es möglich, die zweite Meßstelle nicht nur für Innentemperaturmessungen, sondern z. B. auch für die Messung der Kühlwassertemperatur heranzuziehen. Die Schaltung wurde so ausgelegt, daß bei Überschreiten einer Temperatur von +100°C ebenfalls das Warnsignal in den entsprechenden Zeitintervallen ertönt.

Die Ansprechgeschwindigkeit der Sensoren ist außerordentlich schnell und beträgt in Öl bzw. Wasser nur wenige Sekunden, während in Luft einige Minuten benötigt werden, um plötzliche Temperaturänderungen voll zu erfassen. Da der Warnton nur alle 15 Minuten ertönt, wenn sich eine der beiden Meßstellen entweder im Minustemperaturbereich oder aber über 100°C befindet, kann es sein, daß gerade in dem Moment, wo eine dieser beiden Temperaturbedingungen erfüllt ist, der Warnton ausgeschaltet ist und dadurch, im ungünstigsten Fall, erst nach 15 Minuten ertönen kann, sofern die entsprechenden Temperaturbedingungen noch vorliegen.

Die Anzeige, welche von den beiden Temperaturmeßstellen jeweils im Einsatz ist, erfolgt ebenfalls auf dem Anzeigendisplay mittels der beiden linken, senkrechten Balken der linken 7-Segment-Anzeige.

Abschließend wollen wir noch auf eine weitere Besonderheit der Schaltung hinweisen:

Als A/D-Wandler findet das IC des Typs ICL 7117 Verwendung. Dieses IC besitzt einen zusätzlichen Steuereingang, um einen Wert zu speichern. In der vorliegenden Schaltung wurde dies dazu genutzt, um die Anzeige des Kfz-Thermometers besonders ruhig zu gestalten (während einer Anzeigenperiode von ca. 2-3 Sekunden je Meßstelle ändert sich der Wert nicht). Angenehm bemerkbar macht sich dies besonders

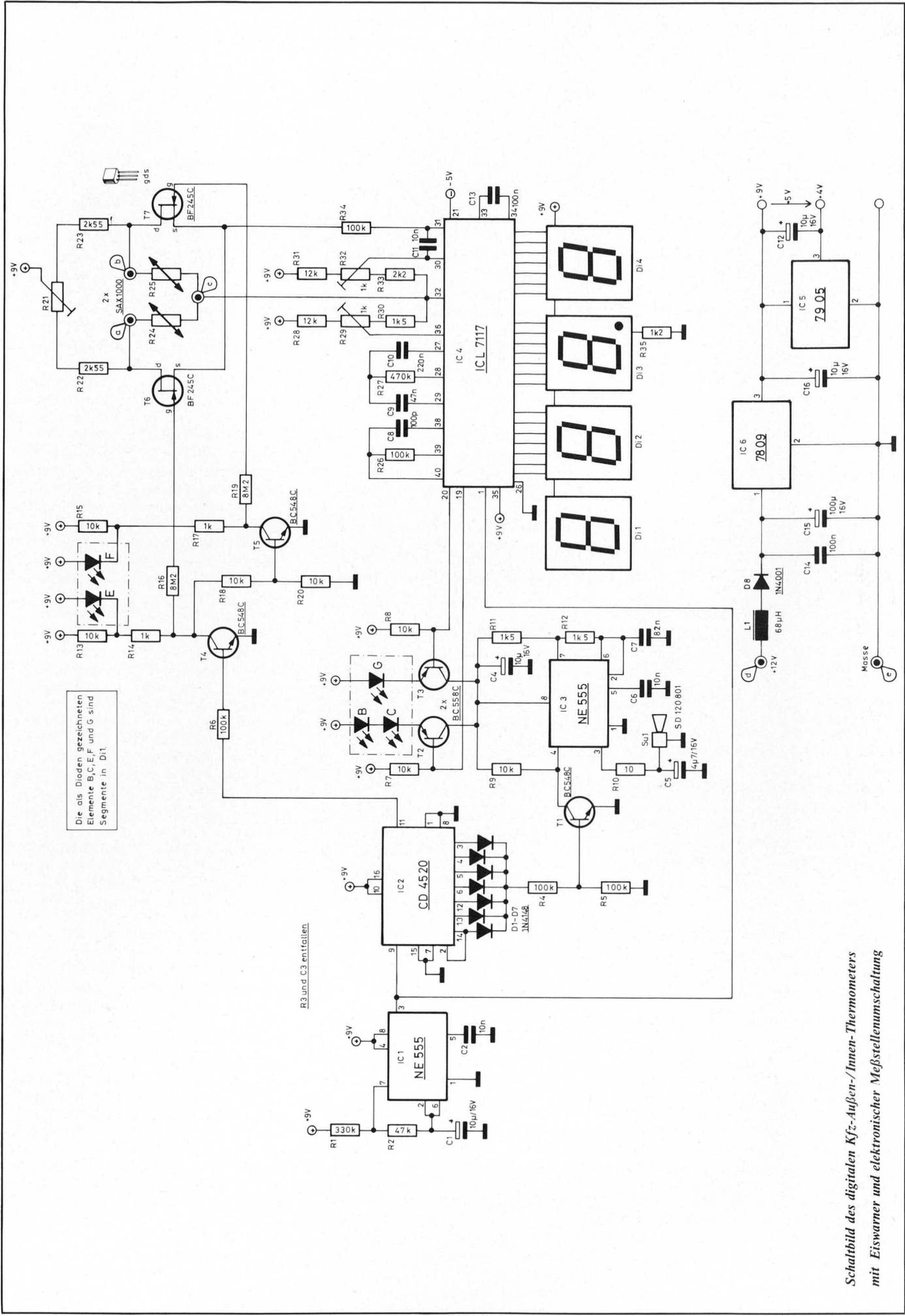
dann, wenn die beiden gemessenen Temperaturen sehr unterschiedlich sind und im Umschaltmoment für kurze Zeit ein Zwischentemperaturwert erscheinen würde, der durch den Speichervorgang jedoch unterdrückt wird.

Zur Schaltung

Mit den beiden Temperatursensoren R 24 und R 25 des Typs SAX 1000 wird die zu messende Temperatur in einen entsprechenden Widerstandswert umgesetzt. Die Widerstände R 22 und R 23 dienen der Linearisierung und R 21 führt eine Übereinstimmung evtl. etwas unterschiedlicher Sensordaten herbei. Aufgrund einer Konstantspannung, die sich zwischen dem Mittelabgriff von R 21 und dem Punkt c befindet (ca. 2,8 V), wird der linearisierte Widerstandswert in eine entsprechende Spannung umgewandelt, die für die eine Meßstelle an Punkt a und für die andere Meßstelle an Punkt b abgegriffen werden kann.

Je nachdem, welche der beiden Meßstellen eingeschaltet ist, steuert entweder T 6 oder T 7 durch und gibt die Spannung von Punkt a oder von Punkt b über R 34 auf den positiven Meßeingang (Pin 31) des IC 4 des Typs ICL 7117.

Zu den Temperatursensoren des Typs SAX 1000 ist noch anzumerken, daß diese in ihren Daten weitgehend mit dem bereits



Die als Dioden gezeichneten Elemente B, C, E, F und G sind Segmente in D1.

R3 und C3 entfallen.

Schaltbild des digitalen Kfz-Außen-/Innen-Thermometers mit Eiswarner und elektronischer Meßstellumschaltung

bekanntem Typ SAC 1000 übereinstimmen. Ein wesentlicher Unterschied liegt darin, daß die Abweichungen untereinander, also von einem Sensor zum anderen kleiner als 0,5 % sind, im Gegensatz zum SAC 1000 mit 10 % Toleranz.

Durch die gute Übereinstimmung verschiedener Sensoren des Typs SAX 1000 untereinander wird eine ausgezeichnete Meßgenauigkeit erreicht, die auch die Auflösung von 0,1°C rechtfertigt. Diese gute Übereinstimmung der Sensoren ist allerdings nur erforderlich bei Geräten mit mehr als einem Sensor, da bei Einsatz eines einzelnen Sensors sowohl Nullpunkt als auch Skalenfaktor speziell auf diesen Typ ausgerichtet werden können. Ohne nennenswerte Genauigkeitseinbuße kann dann der TYP SAC 1000 eingesetzt werden. In dem hier beschriebenen Anwendungsfall mit 2 Sensoren hat der Typ SAX 1000 jedoch deutliche Vorteile. Die Sensoren sind mit einem 3 m langen Anschlußkabel versehen, das mit den Sensoranschlüssen verlötet, vergossen und mit Schrumpfschlauch umhüllt ist.

Doch nun weiter zur Schaltungsbeschreibung:

Der negative Eingang (Pin 30) des IC 4 liegt auf dem Mittelabgriff des Spindeltrimmers R 32 mit dessen Hilfe auf diesen Eingang eine Vorspannung zur Einstellung des Nullpunktes gegeben wird.

Der Skalenfaktor wird mit Hilfe des Spindeltrimmers R 29 eingestellt. Eine detaillierte Funktionsbeschreibung des Meßprinzips der IC's der Typen ICL 7106 bzw. ICL 7107, die in ihren Funktionsweisen dem hier eingesetzten Typ ICL 7117 weitgehend entsprechen, wurde bereits in mehreren früheren Ausgaben vorgenommen, so daß an dieser Stelle darauf verzichtet werden soll.

Ein wesentlicher Unterschied besteht einzig und allein in einem zusätzlichen Speichereingang, der je nach Steuersignal den Anzeigewert konstant hält, wodurch eine ruhige Anzeige über die gesamte Meßperiode erreicht wird.

Die Ansteuerung des Speichereinganges (Pin 1) des IC 4 erfolgt mit Hilfe eines Multivibrators, der mit dem IC 1 und seiner Zusatzbeschaltung aufgebaut wurde.

Der Ausgang (Pin 3) des IC 1 steuert zum einen den Speichereingang des IC 4 und zum anderen einen Mehrfachteiler (IC 2) des Typs CD 4520, dessen Eingang Pin 9 darstellt.

An Pin 11 dieses IC's liegt ein geteiltes Signal mit einem Tastverhältnis von 1:1 an. Die Periodendauer beträgt ca. 5 Sekunden, so daß dieses Signal ca. 2,5 Sek. auf „high“ und 2,5 Sek. auf „low“ liegt. Je nach Schaltzustand wird dadurch entweder T 4 oder T 5 und in der Folge davon entweder T 6 oder T 7 durchgesteuert. Gleichfalls leuchtet eines der linken beiden Segmente auf. Hierdurch erfolgt eine Anzeige der jeweils eingeschalteten Meßstelle.

Die übrigen Ausgänge des IC 2 sind über Dioden sowie den Widerstandsteiler R 4/R 5 auf die Basis des Transistors T 1 geschaltet. Dadurch wird erreicht, daß das als

Multivibrator geschaltete IC 3 des Typs NE 555 über den Steuereingang Pin 4 nur ca. alle 15 Minuten freigegeben wird und den Signalgeber des Typs SD 120801 ansteuert.

Seine Versorgungsspannung an Pin 8 erhält das IC 3 entweder über den Transistor T 2 oder T 3, die nur dann durchsteuern, wenn entweder das Segment „G“ (Minuszeichen) oder die beiden Segmente „B“ und „C“ („1“-leuchtet bei über 100°C auf) der linken 7-Segment-Anzeige aufleuchten. Der Signalgeber ertönt also nur dann, wenn sowohl T 1 das IC 3 freigibt und außerdem das IC über T 2 oder T 3 seine Versorgungsspannung erhält.

Die Stromversorgung wird aus Gründen der Störsicherheit besonders sorgfältig aufbereitet:

Die positive Versorgungsspannung wird zunächst über eine HF-Drossel geführt und anschließend über die Diode D 8, die dem Verpolschutz dient, dem Spannungsregler-IC des Typs 7809 zugeführt.

Damit ist ein wesentlicher Teil der Stabilisierung bereits erledigt. Eine zusätzliche Stabilisierung der erforderlichen +5 V, die zwischen den Anschlußbeinchen 35 und 21 des IC 4 liegen muß, wird über den Negativspannungs-Regler (IC 5) des Typs 7905 erreicht. Es ist hier ein Negativ-Spannungs-Regler erforderlich, da sich die 5 V, bezogen auf die +9 V, als negative Spannung einstellen müssen.

Zum Nachbau

Durch die besonders hohe Bauteildichte und die engen Leiterbahnen sollte dieses Gerät nur von erfahrenen Hobby-Elektronikern nachgebaut werden, da an die Qualität der Lötungen und deren Präzision hohe Anforderungen gestellt werden. Die sehr feinen Lötungen sind nur mit einem kleinen Lötkolben, der eine Bleistiftspitze besitzt, durchzuführen.

Die Bauteile sind in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes einzusetzen. Einige Widerstände sind stehend einzubauen. Dies geht ebenfalls aus dem Bestückungsplan hervor. Alle Bauelemente einschließlich der Spannungsregler sind bis zum Gehäuseanschlag auf der Leiterplatte einzulöten, wobei kurze, jedoch ausreichende Lötzeiten wichtig sind. Durch besonders kurze Anschlußbeinchen ist die thermische Belastung der einzelnen Bauteile besonders hoch.

Eine Besonderheit liegt noch in der Befestigung der vier 7-Segment-Anzeigen. Die Anschlußbeinchen sind um 90°C abzuwickeln, so daß jeweils 5 Anschlüsse einer jeden 7-Segment-Anzeige in die untere Leiterplatte und die anderen 5 Anschlüsse in die obere Leiterplatte eingelötet werden können. Die vier 7-Segment-Anzeigen befinden sich dann ohne weiteren Zwischenraum direkt zwischen den beiden Leiterplatten, die zueinander parallel angeordnet sind.

Als letztes sind noch die an den beiden äußeren Platinenseiten anzuordnenden Drahtverbindungen der beiden Platinen untereinander anzubringen.

Nachdem die Sensoren und die Versorgungsspannungszuführung angelötet wur-

den, kann das Gerät in Betrieb genommen werden.

Abgleich

Bevor das Gerät eingeschaltet wird, sollte man noch einmal die Bestückung kontrollieren.

Zum Abgleich stehen zwei getrennte, beides sehr genaue Methoden zur Verfügung. Bei Einsatz der automatischen Meßstellenumschaltung ist darauf zu achten, daß nur abgeglichen wird, wenn auch der entsprechende Sensor eingeschaltet ist.

Nachdem das Gerät eingeschaltet wurde, taucht man beide Temperaturfühler in ein Glas, das mit einem Gemisch aus kleinstoßen Eiswürfeln und Wasser besteht.

Mit dem Spindeltrimmer R 32 wird nun die Anzeige für den Außentemperaturfühler (R 24 oder R 25) kann selbst bestimmt werden) auf 00.0 abgeglichen, da das Eis-Wasser-Gemisch exakt eine Temperatur von 0,0°C aufweist. Zuvor ist der Trimmer R 21 ungefähr in Mittelstellung zu bringen.

Es ist darauf zu achten, daß die Eiswürfel möglichst klein (wenig mm Durchmesser) gehackt werden und nur verhältnismäßig wenig Wasser (möglichst weniger als 50 %) in dem Glas ist. Alle Eisstückchen müssen mit Wasser bedeckt sein.

Die Fühlerlemente müssen möglichst weit in das Eiswasser getaucht werden, damit der Temperatureinfluß über die beiden Versorgungsleitungen ausgeschaltet wird.

Hält man sich vor Augen, daß mit diesem Gerät Temperaturen mit einer Auflösung von 0,1°C gemessen werden, die man unter Einsatz dieser hochwertigen Fühlerlemente dem Gerät auch weitgehend glauben kann, so ist der Temperatureinfluß über die Versorgungsleitungen der Fühlerlemente durchaus zu beachten und auszuschalten.

Um zu erreichen, daß beide Sensoren 0,0°C anzeigen und damit übereinstimmen, verdreht man den Trimmer R 21 soweit, daß die Anzeige sowohl bei der Messung über den Sensor R 24 als auch bei Messung über den Sensor R 25 gleich ist. Mit R 32 wird nun noch einmal, falls erforderlich, der Nullpunkt korrigiert, wobei ständig das Eiswasser mit den beiden Sensoren gerührt werden muß, um eine einwandfreie Temperaturverteilung zu erzielen.

Sehr wesentlich ist es, daß die Isolierung der Anschlußdrähte der Temperatursensoren einwandfrei ist, damit nicht durch das Eintauchen in Wasser Kriechströme das Ergebnis verfälschen können.

Bei der Einstellung des Skalenfaktors können zwei verschiedene, in jedem Haushalt befindliche Vergleichsmöglichkeiten gewählt werden, wobei lediglich der Abgleich für den Außentemperaturfühler vorgenommen zu werden braucht. Bis auf geringe Abweichungen stimmt die Messung bei Einschalten des anderen Fühlers automatisch.

Erste Möglichkeit:

Man erinnert sich des hoffentlich wenig gebrauchten Fieberthermometers, das normalerweise nur eine Abweichung von höchstens $\pm 0,1^\circ\text{C}$ hat.

Nachdem sowohl Fieberthermometer als auch Temperatursensor desinfiziert und gereinigt wurden, mißt man zunächst seine eigene Körpertemperatur am besten im Mund mit dem Fieberthermometer.

Nehmen wir einmal an, daß sich eine Anzeige von z. B. 36,9° C einstellt. Der Temperatursensor wird dann in den Mund genommen. Nach 1 bis 2 Minuten kann die Anzeige mit dem Wendeltrimmer R 29 auf diesen Wert eingestellt werden. Zu Kontrollzwecken kann gleichzeitig oder auch hinterher die Temperatur noch einmal mit dem Fieberthermometer überprüft werden.

Zweite Möglichkeit:

Man macht sich die Tatsache zunutze, daß kochendes Wasser eine Temperatur von 100° C aufweist, die lediglich geringfügig mit dem Luftdruck schwankt. Dieser Einfluß ist jedoch vernachlässigbar.

Der Temperatursensor wird in das kochende Wasser (muß richtig sprudelnd kochen; Vorsicht Verbrennungsgefahr) mindestens 1 bis 2 cm tief (eher etwas tiefer) eingetaucht.

Wichtig ist hierbei, daß der Sensor nicht den Topfboden berührt, da dieser unter Umständen auch heißer sein kann und das Ergebnis dadurch verfälschen könnte.

Die Anzeige ist nun mit dem Wendeltrimmer R 29 auf 100,0 abzugleichen.

Das digitale, elektronische Thermometer ist jetzt in ° C kalibriert, wobei für den zweiten Sensor kein separater Abgleich erforderlich ist (bis auf die Einstellung von R 21 beim Nullpunktgleich). Die Abweichungen des zweiten Sensors können daher geringfügig größer sein.

Welche Methode des Abgleichs man wählt, hängt im wesentlichen von dem späteren Einsatz ab.

Sollen überwiegend Temperaturen bis +50° C gemessen werden, so ist die Fieberthermometer-Methode günstiger, da hierdurch diese Temperaturen besser abgedeckt werden.

Im Bereich um Null Grad C und im Bereich bis 40° C sind Genauigkeiten von ±01° C erreichbar.

Dies ist eine Genauigkeit, die selbst von sehr teuren, professionellen Temperatursensoren teilweise nur mit Mühe erreicht wird.

Werden häufig Temperaturen von über 50° C gemessen (z. B. Kühlwassertemperatur), so ist die 100° C-Methode vorzuziehen.

Hier sind nahezu über den gesamten Bereich Genauigkeiten von besser als 1% (teilweise erheblich besser) vom Endwert zu erzielen.

Die Methoden des Abgleichs sind deshalb so genau beschrieben, da diese eine ganz wesentliche Voraussetzung für ein genaues und erfolgreiches Arbeiten darstellen.

Achtung

Wir halten es für sehr wichtig, noch auf folgende Tatsache hinzuweisen:

Zwar weist das hier vorgestellte Digitale-Kfz-Außen-/Innen-Thermometer eine ausgezeichnete Genauigkeit auf, jedoch kann diese sowohl durch Alterung als auch Schaltungsdefekte und nicht zuletzt äußere Einflüsse wie Motorwärmestrahlung zum Sensor, Fahrtwind usw. z. T. erheblich beeinträchtigt werden.

Wir empfehlen daher dringend, sich nicht ausschließlich auf die Anzeige zu verlassen und bei Frostgefahr lieber etwas zu früh den Fuß vom Gaspedal zu nehmen als zu spät, denn plötzliche Kälteeinbrüche oder Temperaturgefälle (z. B. an Brücken) können auch schon eine vereiste Fahrbahn hervorrufen, obwohl die Lufttemperatur noch einige Grad über Null ist.

**Stückliste:
Kfz-Thermometer**

Halbleiter:

IC1.....	NE 555
IC2.....	CD 4520
IC3.....	NE 555
IC4.....	ICL 7117
IC5.....	7905
IC6.....	7809
T1.....	BC 548 C
T2, T3.....	BC 558 C
T4, T5.....	BC 548 C
T6, T7.....	BF 245 C
Di1-Di4.....	TIL 701
D1-D7.....	1N 4148
D8.....	1N 4001

Kondensatoren:

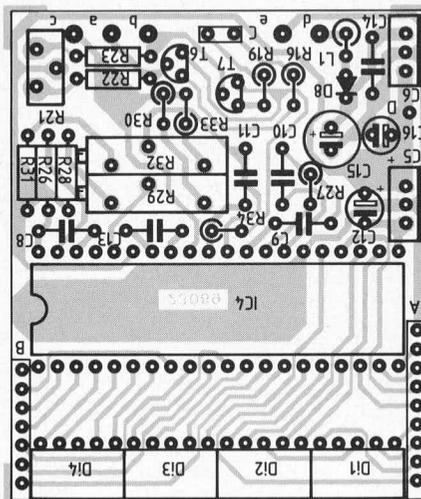
C1.....	10 µF/16 V
C2.....	10 nF
C4.....	10 µF/16 V
C5.....	4,7 µF/16 V
C6.....	10 nF
C7.....	82 nF
C8.....	100 pF
C9.....	47 nF
C10.....	220 nF
C11.....	10 nF
C12.....	10 µF/16 V
C13.....	100 nF
C14.....	100 nF
C15.....	100 µF/16 V
C16.....	10 µF/16 V

Widerstände

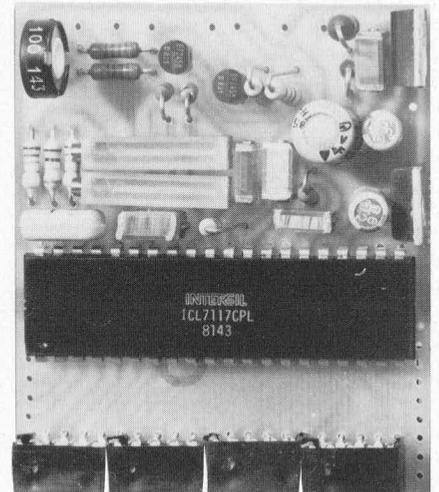
R1.....	330 kΩ
R2.....	47 kΩ
R4-R6.....	100 kΩ
R7-R9.....	10 kΩ
R10.....	10 Ω
R11, R12.....	1,5 kΩ
R13, R15.....	10 kΩ
R14.....	1 kΩ
R16, R19.....	8,2 MΩ
R17.....	1 kΩ
R18, R20.....	10 kΩ
R21.....	100 Ω, Trimmer stehend
R22, R23.....	2,55 kΩ
R24, R25.....	SAX 1000
R26.....	100 kΩ
R27.....	470 kΩ
R28, R31.....	12 kΩ
R29, R32.....	1 kΩ, Spindeltrimmer
R30.....	1,5 kΩ
R33.....	2,2 kΩ
R34.....	100 kΩ
R35.....	1,2 kΩ

Sonstiges

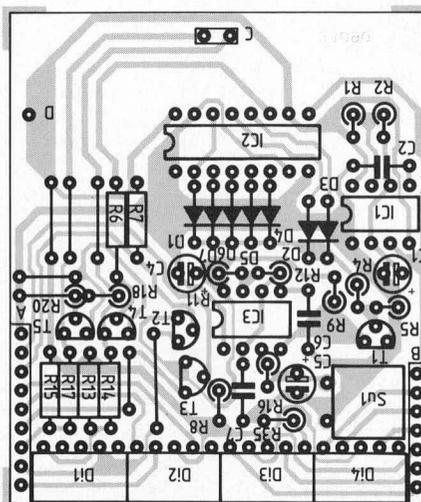
Dr1.....	HF 68 µH
50 cm Silberschalt draht 0,8 mm Ø	
1 Signalgeber Typ SD 120801	



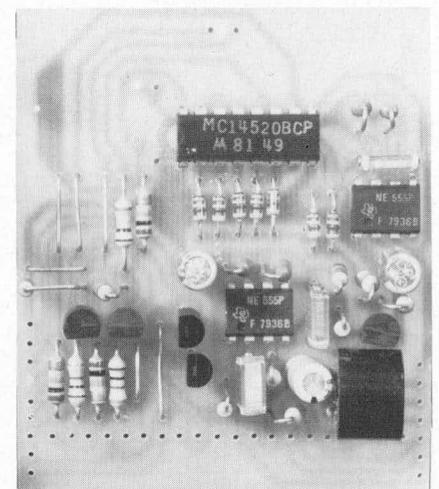
Platinenlayout der oberen Platine



Ansicht der bestückten oberen Platine

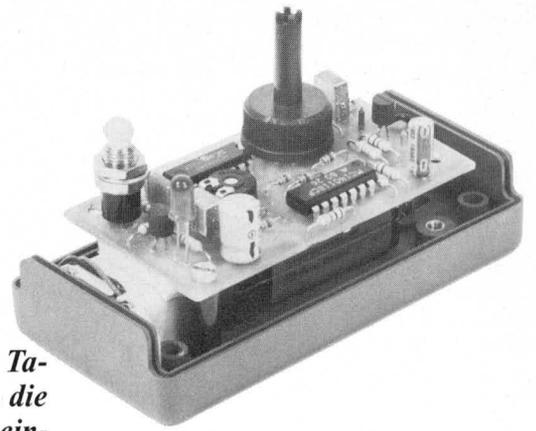


Platinenlayout der unteren Platine



Ansicht der bestückten unteren Platine

Einfacher Zeitschalter



Diese kleine Schaltung ist so ausgelegt, daß z. B. alle 2 Minuten ein Taster gedrückt werden muß, damit kein Alarmsignal ausgelöst wird. Die Zeitintervalle sind in einem Bereich von 2 Minuten bis 64 Minuten einstellbar. Anwendung findet die Schaltung überall dort, wo es wichtig ist, zu wissen, daß eine betreffende Person nicht eingeschlafen ist (z. B. unter einer Höhensonne).

Zur Schaltung

Das IC1 des Typs CD4060 beinhaltet neben einigen Invertiern, die in Verbindung mit C3 und R3/R4 als Oszillator geschaltet sind, 12 Teiler durch 2.

Die Oszillatorfrequenz wird mittels des Trimmers R3 auf ca. 1 Hz eingestellt.

Die genaue Einstellung erfolgt später anhand der Überprüfung eines Zeitintervalls (alle anderen Zeitintervalle stimmen dann automatisch). Ist die Zeitdauer zu groß, wird die Oszillatorfrequenz mittels R3 etwas erhöht, während bei zu geringer Zeitdauer die Oszillatorfrequenz mit R3 reduziert wird.

Der Oszillator steuert nun die einzelnen Teiler, die alle in Reihe geschaltet sind, so an, daß die Frequenz jeweils halbiert bzw. die Periodenzeitdauer verdoppelt wird.

Im Ausgangszustand, d. h. im Einschaltmoment (mit S1a) werden sämtliche Teiler über den Kondensator C2 automatisch auf „0“ gesetzt, so daß die einzelnen Ausgänge des IC1 ebenfalls alle auf „0“ sind (benötigt werden hier nur die Ausgangsanschlüsse 13, 15, 1, 2, 3 des IC1).

Über die zweite Hälfte des Schalters S1 (S1b) gelangt nun eines dieser Signale auf die Basis des Transistors T1, der so lange gesperrt ist, wie das betreffende Ausgangssignal an seiner Basis auf „0“ liegt.

Befindet sich der Schalter S1 in Stellung 1, so steuert der Transistor T1 nach ca. 2 Minuten durch, da das Signal an Anschlußbeinchen 13 des IC1 nach ca. 2 Minuten von „0“ auf ca. „+8 V“ geht – der Summer ertönt.

Befindet sich der Schalter S1 in Stellung 2, so beträgt die Zeitdauer ca. 4 Minuten usw.

Betätigt man innerhalb der eingestellten Zeit zu einem beliebigen Zeitpunkt den Taster Ta1, so beginnt der eingestellte Zeitintervall ohne zwischenzeitliches Ertönen des Summers wieder bei „0“, d. h., wenn ein Zeitintervall von 2 Minuten eingestellt, und nach einer Minute Ta1 gedrückt wurde, ertönt der Summer erst nach 1 Minute + 2 Minuten = 3 Minuten.

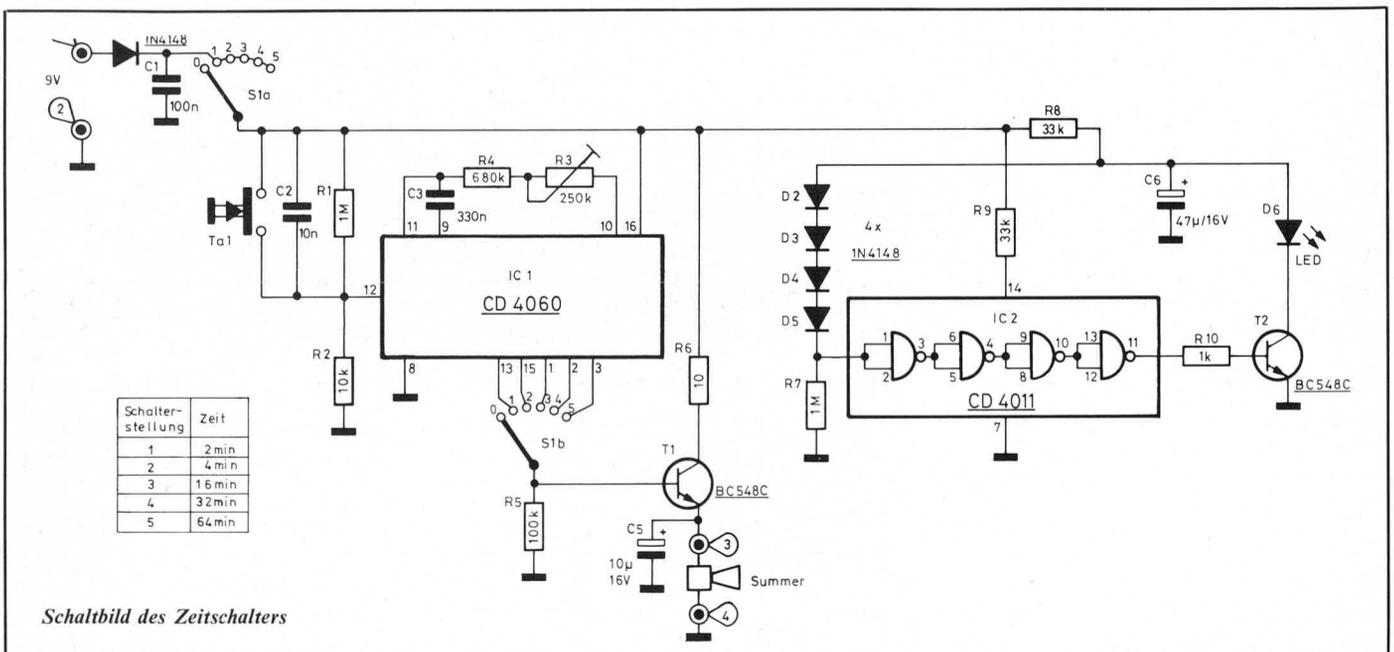
Die Diode D1 schützt die gesamte Schaltung vor Verpolung, während C1 die Versorgungsspannung gegen Störeinflüsse schützt.

Die mit dem IC2 des Typs CD4011 und dessen Zusatzbeschriftung aufgebaute Schaltung kennen wir bereits aus der Ausgabe ELV-Journal Nr. 13.

Es handelt sich hierbei um eine Blinkdiode mit extrem niedrigem Stromverbrauch (ca. 0,2 mA). Diese Schaltung wurde eingebaut, um eine Betriebsanzeige zu erhalten, die jedoch die Batterie nur unwesentlich belastet. Ist die Batterie leer oder der Anschlußkontakt gelockert usw., erkennt man sofort beim Einschalten mit S1 eine evtl. Funktionsuntüchtigkeit. Zwar kann das Nichtauslösen des Summers aus durch Gründe verhindert sein, die trotzdem die Funktionsanzeige blinken lassen. Die häufigste Ausfallursache (leere Batterie) dürfte mit der hier vorliegenden Schaltung aber erkannt werden.

Zum Nachbau

Die Bestückung der kleinen Leiterplatte ist anhand des Bestückungsplanes nicht schwierig. Sie wird in gewohnter Weise vorgenommen. Die Batterie befindet sich unterhalb der Leiterplatte und sollte mittels eines Schaumstoffstreifens o. ä. gegen Verrutschen gesichert werden, wobei darauf zu achten ist, daß beim anschließenden



Stückliste:
Einfacher Zeitschalter

Halbleiter:

IC1	CD 4060
IC2	CD 4011
T1, T2	BC 548 C
D1-D5	1N 4148
D6	LED, rot, 5 mm

Kondensatoren:

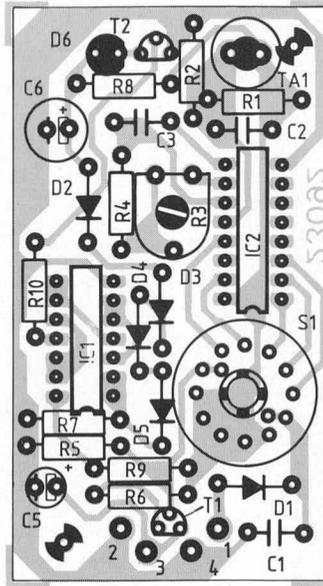
C1	100 nF
C2	10 nF
C3	330 nF
C5	10 μ F/16 V
C6	47 μ F/16 V

Widerstände:

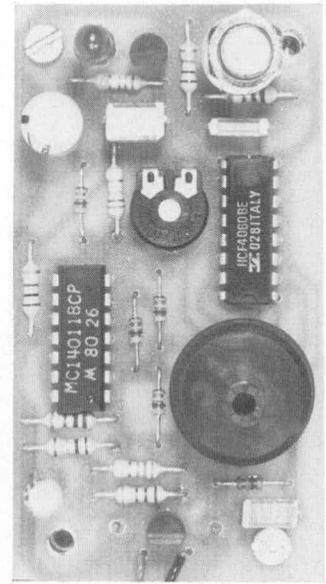
R1	1 M Ω
R2	10 k Ω
R3	250 k Ω , Trimmer
R4	680 k Ω
R5	100 k Ω
R6	10 Ω
R7	1M Ω
R8, R9	33 k Ω
R10	1 k Ω

Sonstiges:

S1	Präzisions-Drehschalter ITT 6 x 2
Ta1	Taster, 1 x Schließer
	1 9 V-Batterieclips
	4 Schrauben M 3 x 20 mm
	4 Abstandsrollchen 15 mm
	1 Miniatur-9-Volt-Summer



Bestückungsplan des Zeitschalters



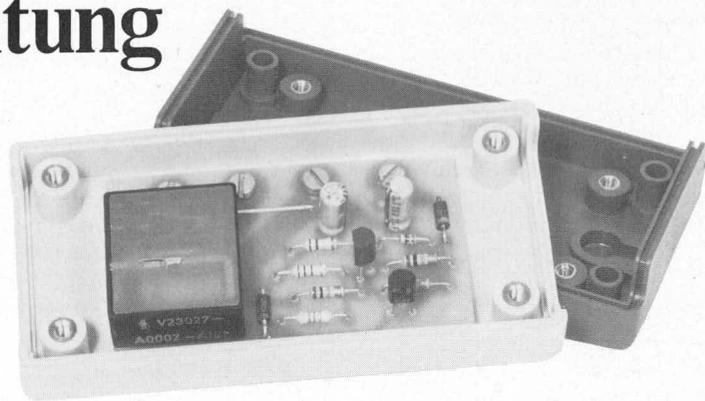
Ansicht der fertig bestückten Platine des Zeitschalters

Darübersetzen und Festschrauben der Leiterplatte die Batterie keine Leiterbahnkurzschlüsse verursacht. Mittels vier 15 mm langen Distanzhülsen und 4 Schrauben M 3 x 20 kann die Leiterplatte am Gehäuseunterteil, in dem entsprechende Gewindebuchsen angeordnet sind, festgeschraubt werden. Die Batterie wird gleichzeitig am Boden angedrückt.

Nachdem im Gehäusedeckel die entsprechenden Bohrungen für den kombinierten Einschalter und Zeiteinsteller (S 1), die Reset-taste sowie die Leuchtdiode angebracht wurden, kann das Gehäuse mit dem Deckel verschraubt werden.

Als letztes wird der Drehknopf auf den Schalter S 1 geschraubt.

Verzögerungsschaltung für Kfz-Fanfare



Damit das lästige Umschalten von Hupe auf Fanfare entfallen kann, haben wir eine Verzögerungsschaltung entwickelt, die nach einer einmal vorwählbaren „Hupzeit“ (ca. 1 sec.) automatisch auf „Fanfare“ umschaltet, wobei wir davon ausgegangen sind, daß im Stadtgebiet, wo „nur gehupt“ werden darf, lediglich ein kurzer Ton abgegeben wird und außerhalb (z. B. auf der Autobahn) meistens ein etwas längeres Signal gegeben wird.

Zur Schaltung

Die hier vorgestellte kleine Schaltung stellt nichts anderes als einen störsicheren Zeitschalter mit Leistungs-Relais-Ausgang dar.

Sobald die Hupe betätigt wird, liegt zwischen den Anschlußklemmen 1 und 3 eine Spannung von ca. 12 V, die allerdings in erheblichem Maße mit von der Hupe hervorgerufenen Störimpulsen überlagert ist.

In Verbindung mit D2/C2 wird diese

Spannung, die nur dann anliegt, wenn das Hupsignal ausgelöst wird, stark gesiebt.

Sobald also das Hupsignal ausgelöst wird, fließt über den zunächst noch nicht angezogenen Relaiskontakt Re 1 ein Strom in die Hupe, wodurch das Signal ertönt.

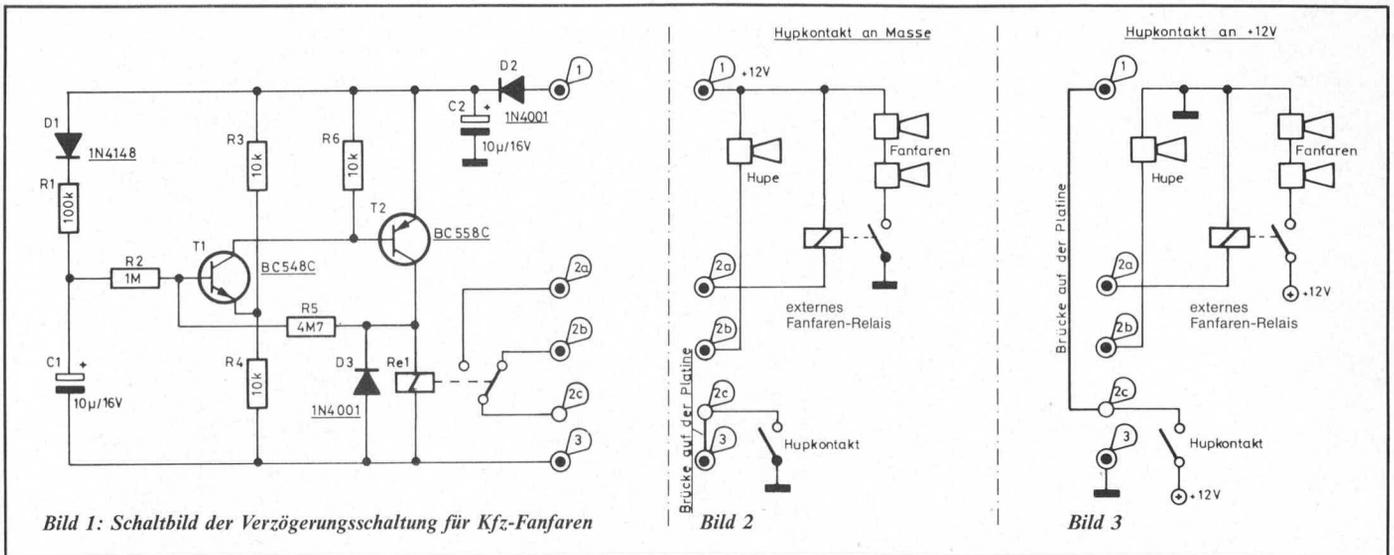
Gleichzeitig fließt über D1/R1 ein Strom in den Kondensator C1, der sich langsam auflädt.

Sobald die Spannung an diesem Kondensa-

tor den Wert der halben Batteriespannung (ca. 6 V) überschreitet, wird über R2 der Transistor T1 durchgesteuert, der wiederum T2 schalten läßt, wodurch das Relais Re 1 anzieht.

Im selben Moment ertönt das Fanfarensignal und die Hupe verstummt.

Die Zeitdauer vom ersten Betätigen der Hupe bis zum Umschalten auf Fanfare kann durch den Widerstand R1 geändert werden



(Vergrößern von R 1 = längere Zeit - Verkleinern von R 1 = kürzere Zeit). Bei der angegebenen Dimensionierung beträgt die Verzögerungszeit ca. 1 Sekunde.

Wird der Hupkontakt mehrmals kurz hintereinander betätigt, so ertönt das Fanfaren-signal sofort wieder (sofern vorher mindestens einmal eine Sekunde ununterbrochen der Kontakt betätigt wurde), da die Entladezeit des Kondensators C 1 ca. um den Faktor 10 größer ist, als die Aufladezeit.

Aufbau- und Anschlußhinweise

Der Aufbau gestaltet sich sehr einfach, da keine empfindlichen oder seltenen Bauteile eingesetzt wurden. Anhand des Bestückungsplanes ist die Positionierung der einzelnen Bauelemente leicht zu erkennen.

Bei den meisten Fahrzeugen befinden sich sowohl die Hupe als auch die Fanfare einseitig am +Pol der Batterie und werden über den Hupkontakt nach Masse (-) geschaltet.

Für diesen Fall sind die auf der Platine befindlichen Punkte 2c + 3 durch eine Brücke miteinander zu verbinden. Die -Zuleitung zur Hupe wird nun aufgetrennt und die Seite, die jetzt noch an der Hupe angeschlossen ist, mit dem Platinenanschlußpunkt 2b

verbunden, während das andere Drahtende mit dem Platinenanschlußpunkt 3 verlötet wird.

Die Fanfare verbindet man mit dem Platinenanschlußpunkt 2a.

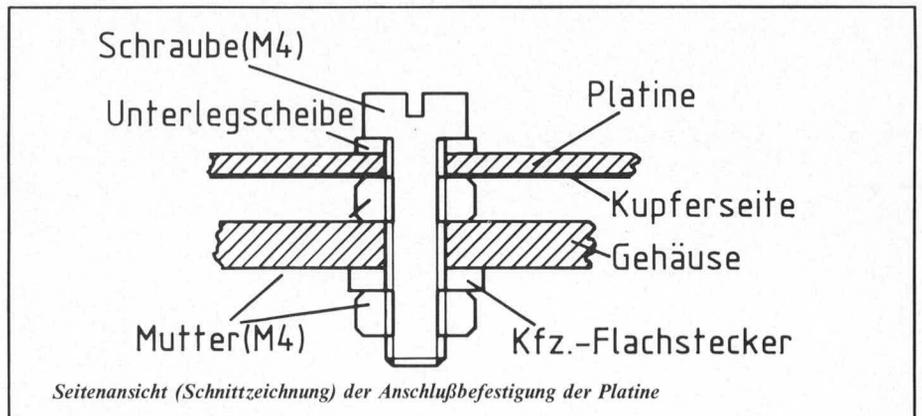
Der jetzt noch übrige Platinenanschlußpunkt 1 wird mit dem +Pol der Autobatterie (über eine Sicherung) verbunden.

In diesem Zusammenhang ist es besonders wichtig anzumerken, daß die Zuleitungskabel besonders dick sein müssen, da sowohl

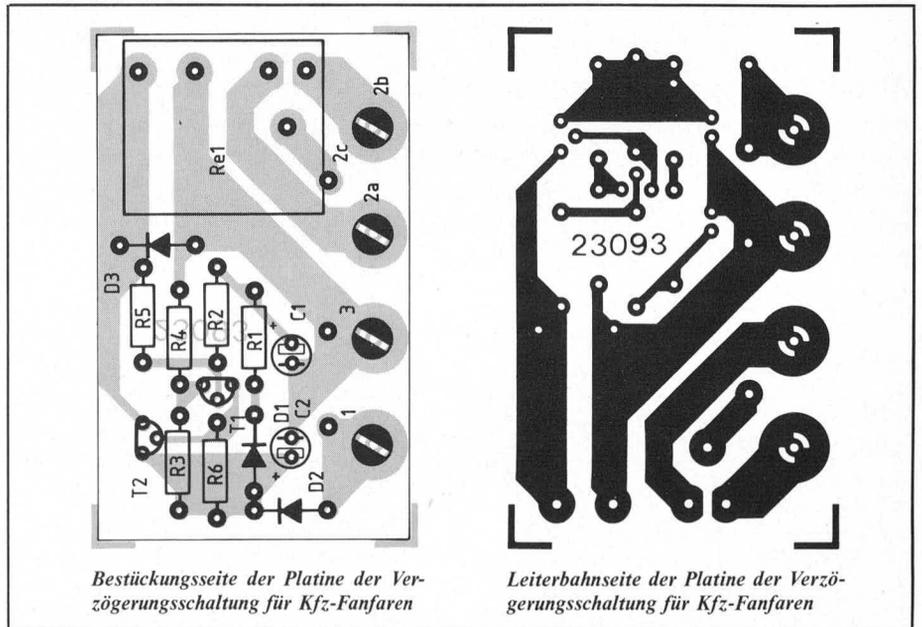
Hupe als auch Fanfare einen hohen Strom benötigen.

Die Anschlußbelegung ist auch aus Bild 2 ersichtlich, während Bild 3 die zweite Version zeigt (Hupe wird nach +12 V geschaltet und ist fest mit Masse verbunden).

Damit der besonders hohe Fanfaren-Strom geschaltet werden kann, ist in den meisten Fällen ein weiteres externes Relais (Re 2) erforderlich, das meistens beim Kauf einer Fanfare gleich mitgeliefert wird.

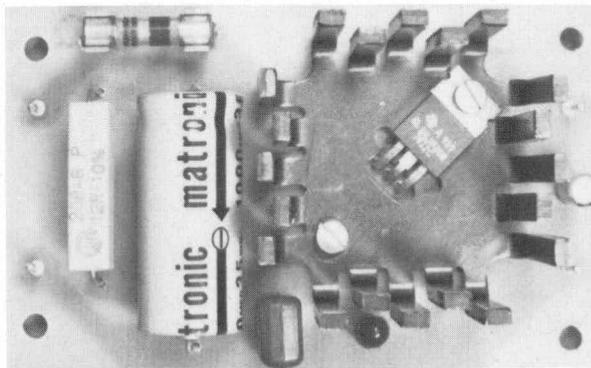


- Stückliste:**
- Verzögerungsschaltung für Kfz-Fanfare**
- Halbleiter:**
- T1 BC 548 C
 - T2 BC 558 C
 - D1 1N 4148
 - D2, D3 1N 4001
- Kondensatoren:**
- C1, C2 10 µF/16 V
- Widerstände:**
- R1 100 kΩ
 - R2 1 MΩ
 - R3, R4 10 kΩ
 - R5 4,7 MΩ
 - R6 10 kΩ
- Sonstiges:**
- Re1 Kartenrelais 12 V, liegend, 1 x um, 8 A
 - 4 Kfz-Flachstecker 6,3 mm
 - 4 Schrauben M 4 x 10 mm
 - 4 Muttern M 4 4 Zahnscheiben



Einfacher Spannungswandler

24 V-12 V/0,5 A



Daß auch sehr einfache und kleine Schaltungen durchaus ihre Freunde finden, beweist der hier vorgestellte Spannungswandler. Er ist besonders für Lastwagen und Boote geeignet, die mit einer 24 V-Bordspannung ausgestattet sind, deren Fahrer bzw. Eigner jedoch Radios bzw. Cassettenrecorder mit 12 V betreiben möchten.

Zur Schaltung

Über die Sicherung Si 1 und den Widerstand R 1 gelangt die Eingangsspannung, die im Bereich von 22 V bis 26 V liegen darf, auf den Eingang des Spannungsregler IC's 7812.

Die Kondensatoren C 1 und C 2 dienen der Pufferung und Störspannungsunterdrückung, während C 3 die Schwingneigung des IC 1 verhindert.

Die in der Massezuleitung vom IC 1 liegende rote Leuchtdiode D 1 bewirkt durch die an ihr abfallende Spannung von ca. 1,2 V eine Ausgangsspannungserhöhung von 12 V auf 13,2 V. Dies ist in den meisten Fällen diejenige Spannung, die im 12 V-Bordnetz vorherrscht und die wir mit dieser Schaltung auch erzeugen wollen.

Die eigentliche Stabilisierung und Regelung findet im IC 1 statt.

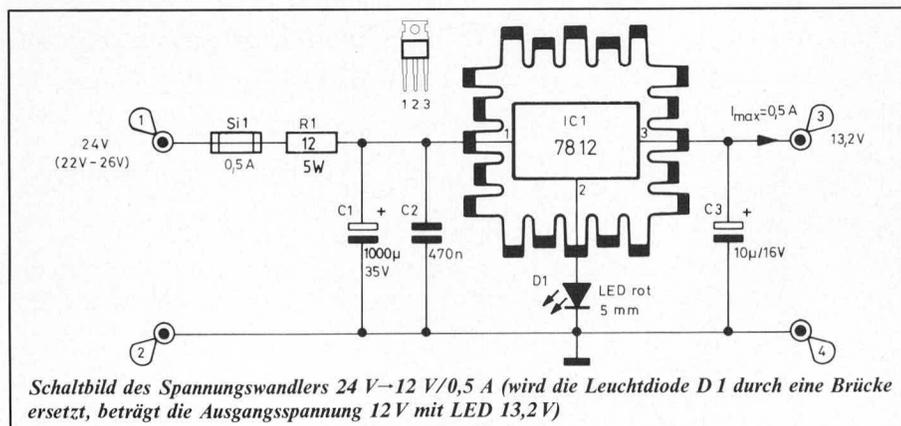
Begnügt man sich mit einem Ausgangsstrom von 0,3 A, kann die Eingangsspannung sogar im Bereich von 20 V bis 28 V schwanken.

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich recht einfach und ist anhand des Bestückungsplanes leicht durchzuführen.

Zu beachten ist die richtige Einbaulage des IC 1 sowie ein guter Wärmekontakt dieses Bauteils mit dem Finger-Kühlkörper.

Auf richtige Polarität der Diode D 1 ist zu achten. Baut man die Diode verkehrt herum ein, ist die Ausgangsspannung erheblich zu groß. Richtig eingebaut muß die Diode im Betriebszustand leuchten. In diesem Zusammenhang wollen wir darauf hinweisen, daß Leuchtdioden beim Einlöten gegenüber zu großer Hitzeeinwirkung empfindlich reagieren.



Stückliste:

24-12 V Spannungswandler

Halbleiter:

IC1 7812
D1 LED, rot, 5 mm

Kondensatoren:

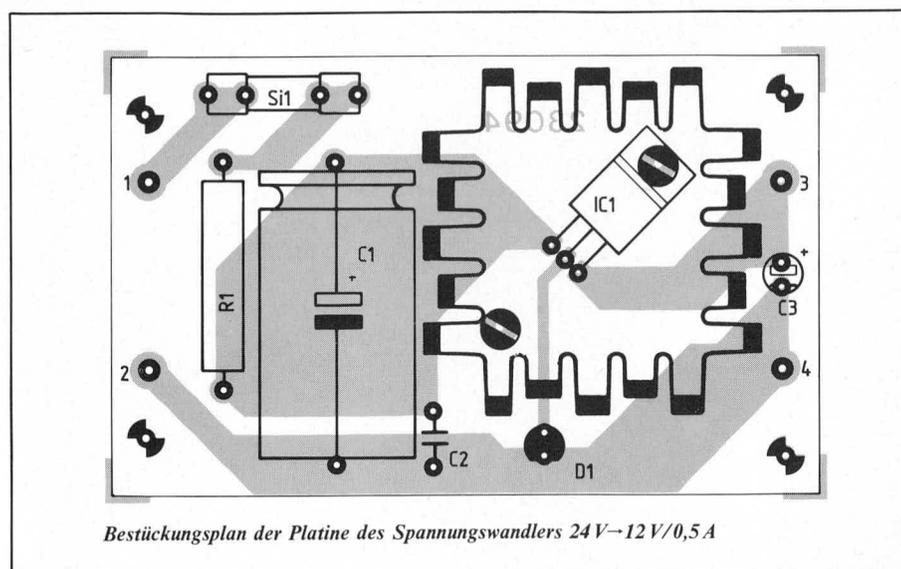
C1 1000 µF/35 V
C2 470 nF
C3 10 µF/16 V

Widerstände:

R1 12 Ω/5 Watt

Sonstiges:

Si1 0,5 A
1 Platinensicherungshalter
1 Fingerkühlkörper
4 Lötstifte



ELV-Serie 7000

Wechselspannungs-Netzteil WSN 7000

(Super-Trenntrafo)



Das Entwickeln, Nachbauen, Testen und Reparieren von elektronischen Geräten im Hobby-Labor beschränkt sich zu Beginn dieses Hobbys allein aus Sicherheitsgründen meist zunächst auf batteriebetriebene Geräte.

Sobald jedoch gewisse Erfahrungen im Aufbau von elektronischen Schaltungen vorliegen, kommt sehr schnell der Wunsch auf, auch qualifiziertere und größere Geräte zu erstellen, die vielfach mit Netzspannung versorgt werden.

Bei unsachgemäßer Handhabung ist die Netzwechselspannung lebensgefährlich. Dies sollte keineswegs unterschätzt werden. Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist größter Wert zu legen.

Aus diesem Grunde stellen wir unseren verehrten Lesern an dieser Stelle ein Gerät vor, das eine galvanische Trennung zwischen Netzkreis und dem angeschlossenen Verbraucher vornimmt.

Das Gerät besitzt einen Trenntrafo sowie eine Spezial-Steckdose ohne Schutzleiter, wodurch eine absolute Trennung zum Netzkreis erfolgt. Die Ausgangsspannung dieses Gerätes ist von 110 Volt bis 250 Volt mit einem Stufenschalter einstellbar. Als Besonderheit werden Spannungen und Strom mit zwei Meßinstrumenten digital angezeigt. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu wissen, daß immer nur ein Gerät, und zwar das an dem gerade gearbeitet (repariert) wird, angeschlossen ist — alle übrigen Geräte (Meß- und Prüfgeräte) bleiben direkt an den Netzkreis angeschlossen.

Allgemeines

Mit einer Spitzenleistung von ca. 100 VA und einer Dauerleistung von ca. 80 VA dürfte das Wechselspannungs-Netzteil für die meisten im Hobby-Labor gebauten und anzuschließenden Geräte ausreichend sein.

Auf eine andere Einsatzmöglichkeit des WSN 7000 wollen wir an dieser Stelle noch hinweisen: Über die Änderungsmöglichkeit der Ausgangsspannung kann die Spitzentemperatur eines „normalen“ unregulierten Lötkolbens den jeweiligen Erfordernis-

sen angepaßt werden. Zu beachten ist, daß die Ausgangsspannung im Leerlauf oder auch bei Teillast etwas höher als bei Vollast ist, da das WSN 7000 über keine automatische Stabilisierung verfügt.

Besonders interessant ist der Einbau eines digitalen Spannungs- und Strommessers. Hierdurch ist jederzeit der angeschlossene Verbraucher hinsichtlich anliegender Spannung und Stromaufnahme optimal unter Kontrolle. Selbst kleine Schwankungen von einigen mA werden zuverlässig angezeigt.

Zur Schaltung

In Bild 1 ist das Gesamtschaltbild des Wechselspannungs-Netzteils dargestellt, wobei der digitale Spannungs- bzw. Strommesser als Kästchen eingezeichnet wurde. Die Innenschaltung ist im Bild 2 angegeben.

In der einfachen Version kann auf die digitalen Anzeigeinstrumente für Spannung und Strom verzichtet werden. In diesem Fall entfallen sämtliche Bauelemente außer den beiden Schaltern S 1 und S 2, sowie der Sicherung Si 1 mit dem Einschraubabsiche-

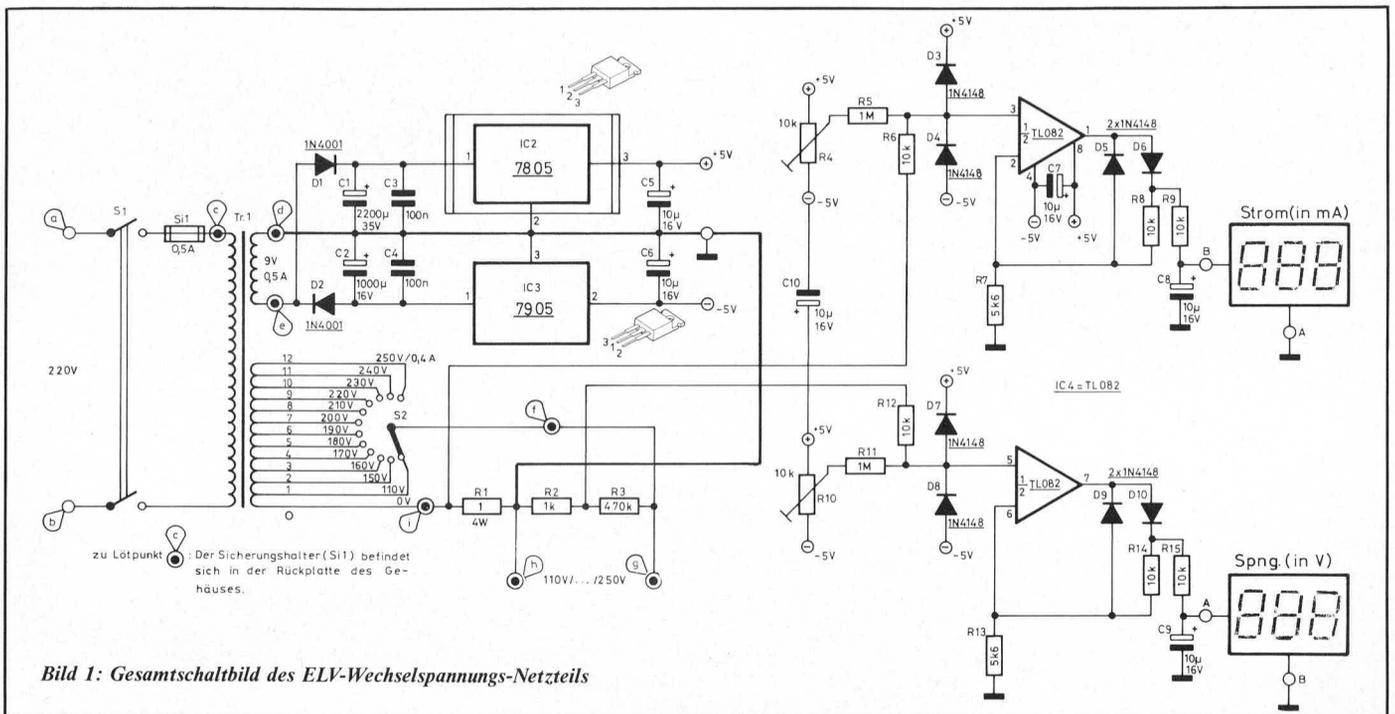


Bild 1: Gesamtschaltbild des ELV-Wechselspannungs-Netzteils

Der Widerstand R 1 ist ebenfalls nicht mehr vorhanden, da der 0-Volt-Anschluß der Sekundär-Wicklung jetzt direkt mit der einen Ausgangsbuchse verbunden wird. Der genaue Anschluß ist unter dem Kapitel „Zum Nachbau“ beschrieben. In den meisten Fällen wird aber sicherlich nicht auf den Komfort der digitalen Meßinstrumente verzichtet werden, zumal die dafür erforderlichen Bauteile inzwischen bei hoher Qualität sehr preiswert geworden sind.

Die Schaltung des digitalen Spannungs- bzw. Strommessers ist uns aus der Ausgabe ELV journal Nr. 21 bereits bekannt, wo sie im SNT 7000 in gleicher Form eingesetzt wurde. Auf eine genaue Beschreibung soll daher an dieser Stelle verzichtet werden. Da diese digitalen Anzeigegeräte jedoch lediglich Gleichspannungen zu messen in der Lage sind, ist es erforderlich, bei der Schaltung des hier vorgestellten Wechselspannungs-Netzteils Wandler einzubauen, die die gemessene Wechselspannung in eine

Gleichspannung umwandeln. Dies geschieht mit Hilfe der beiden AC/DC-Wandler, die mit dem IC des Typs TL 082 aufgebaut wurden. In jedem IC dieses Typs befinden sich zwei voneinander unabhängige Operationsverstärker.

Beide AC/DC-Wandler sind identisch aufgebaut. Mit den Trimmern R 4 bzw. R 10 wird der Nullpunkt eingestellt. Der Umwandlungsfaktor beträgt ungefähr 1, ist jedoch nicht von besonderem Interesse, da der Skalenfaktor später ohnehin bei den Digital-Anzeigegeräten mittels des Trimmers R 104 eingestellt wird.

Die Dioden D 3, D 4 bzw. D 7, D 8 dienen dem Schutz vor Überspannungen.

D 5, D 6 bzw. D 9, D 10 stellen in Verbindung mit den Widerständen R 7 bis R 9 sowie R 13 bis R 15 und den Kondensatoren C 8 und C 9 die äußere Beschaltung der Operationsverstärker dar.

Über den Kondensatoren C 8 bzw. C 9 liegt eine der Eingangsspannung proportionale Gleichspannung an.

Für den digitalen Spannungsmesser erfolgt der Spannungsabgriff der Ausgangsspannung über den Widerstand R 2, der in Verbindung mit R 3 einen hochohmigen Spannungsteiler darstellt, so daß nur eine Teilspannung von der Ausgangsspannung auf den Meßgleichrichter gegeben wird.

Der Bezugspunkt der Gesamtschaltung, d. h. der Massepunkt, ist der Platinenanschlußpunkt „h“.

Die für den Strommesser erforderliche Meßspannung wird über den Widerstand R 1 (linke Seite) abgenommen und auf den entsprechenden Meßgleichrichter für das digitale Strommeßgerät gegeben.

Zur Stromversorgung der Meßgleichrichter und Anzeigegeräte dient eine getrennte Trafowicklung (9 Volt/0,5 A) in Verbindung mit den beiden Festspannungsreglern IC 2 und IC 3 mit Zusatzbeschaltung.

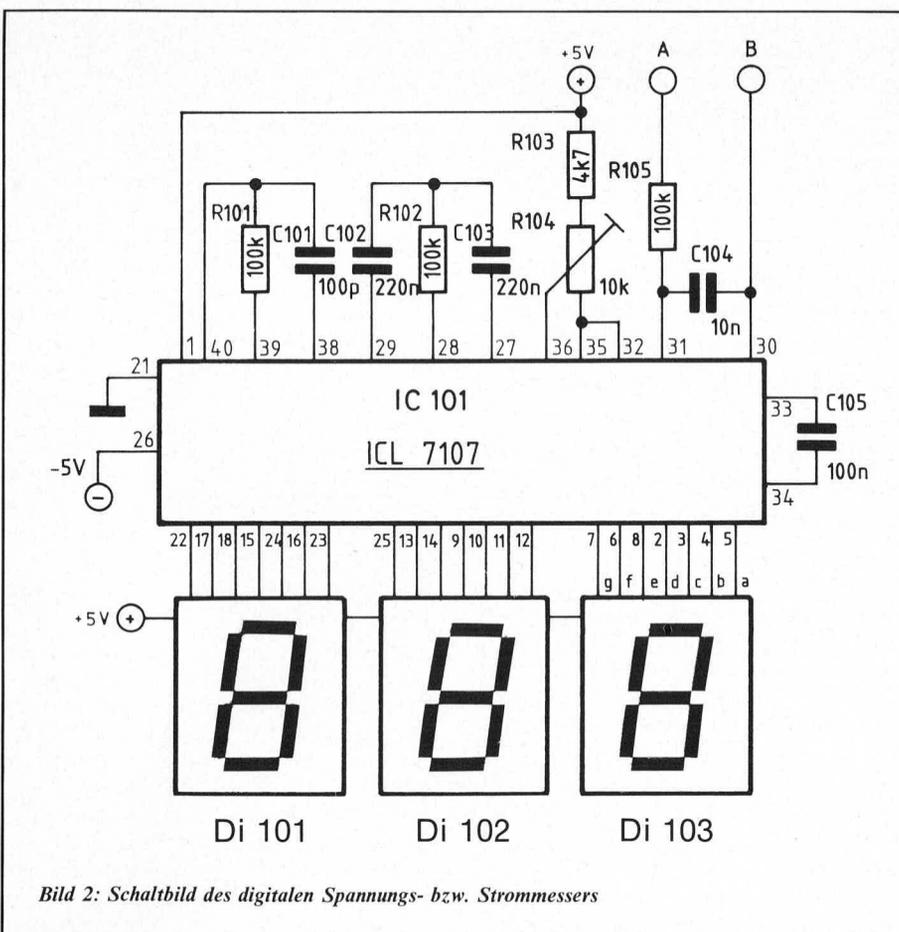


Bild 2: Schaltbild des digitalen Spannungs- bzw. Strommessers

Zum Nachbau

Wie an anderer Stelle dieses Artikels bereits beschrieben, kann das Wechselspannungs-Netzteil auch ohne die Anzeigeelemente betrieben werden. Es ist dann lediglich der Transformator mit dem Netzschalter S 1 der Sicherung Si 1 sowie dem Spannungsumschalter S 2 erforderlich. Auch die Leiterplatten können entfallen. Der 0-Volt-Anschluß der Sekundärwicklung, der normalerweise über den Widerstand R 1 an die eine Ausgangsbuchse geführt wird, liegt jetzt direkt an der betreffenden Buchse, da auch der Widerstand R 1 entfallen kann.

Die übrigen, mit den entsprechenden Spannungswerten gekennzeichneten Anschlußdrähte des Transformators, werden mit den entsprechenden Lötösen des Drehschalters S 2 verbunden. Die Lötösen sind auf der Rückseite des Drehschalters mit den Zahlen 1—12 gekennzeichnet.

In Tabelle I ist die Zuordnung der einzelnen Trafowicklungen zu den Anschlußlötlösen des Drehschalters aufgezeigt. Der Mittelabgriff des Drehschalters wird direkt mit der zweiten Ausgangsbuchse verbunden.

Möchte man auf den Komfort der digitalen Anzeige von Spannung und Strom nicht verzichten, kann man entweder sofort oder auch zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt die entsprechenden Anzeigen nachrüsten.

Hierzu sind zwei Leiterplatten erforderlich: Auf der Anzeigenplatine befinden sich die beiden eigentlichen Digitalanzeigeelemente, die allerdings nur Gleichspannungen zu messen in der Lage sind.

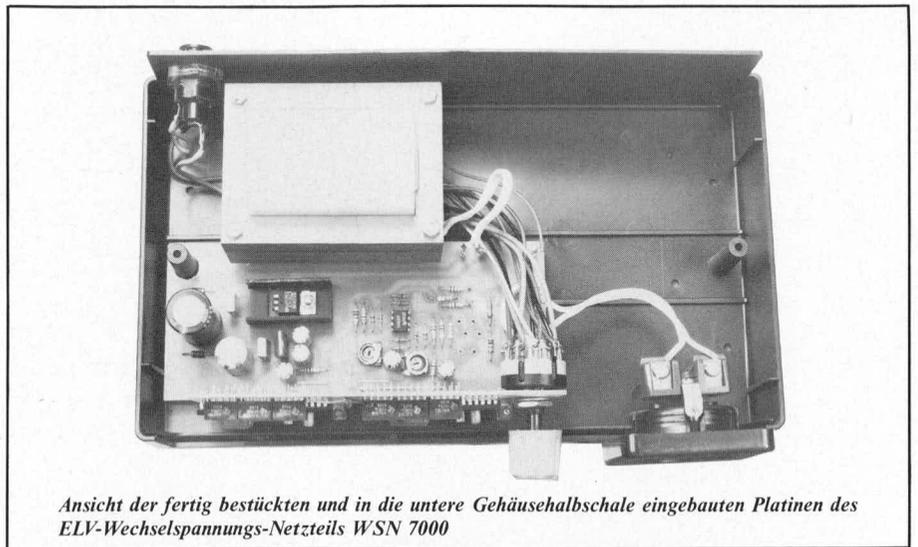
Die Basisplatine enthält alle übrigen Bauelemente zur Stromversorgung sowie zur AC/DC-Umwandlung.

Die Bestückung ist in bekannter Weise vorzunehmen.

Nachdem alle Bauelemente auf die Platinen gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet wurden, wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine gelötet, und zwar so, daß sie ca. 2 mm unter ihr hervorragt.

Sind alle Kupferflächen der senkrecht aufeinanderliegenden Platinen miteinander verlötet, kann der Einbau ins Gehäuse vorgenommen werden.

Hierzu sind zunächst vier Schrauben M 4 x 60 mm durch die vorher an entsprechender Stelle im Gehäuseboden angebrachten Bohrungen von unten hindurchzustecken,



Ansicht der fertig bestückten und in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platinen des ELV-Wechselspannungs-Netzteils WSN 7000

und an der Gehäuseinnenseite mit 4 Muttern M 4 zu verschrauben.

Die Positionierung der vier Löcher für die Trafobefestigung ergibt sich daraus, indem die linke große Bohrung mit einem Durchmesser von 10,5 mm auf der Basisplatine über den linken Gehäuseboden-Befestigungszapfen gestülpt wird, und die Leiterplattenkanten parallel zu den Gehäusebodenkanten ausgerichtet werden. Die beiden hinteren 4,5 mm großen Bohrungen in der Basisplatine geben die Position der ersten beiden Transformatorbefestigungslöcher an, da die Basisplatine mit denselben beiden Befestigungsschrauben wie der Transformator festgesetzt wird. Nachdem diese beiden Schrauben, wie vorstehend bereits beschrieben, durch die Bohrungen gesteckt und verschraubt wurden, kann der Transformator von oben darübergesetzt werden, wodurch sich die Positionierung der beiden hinteren, im Gehäuseboden anzubringenden Löcher ergibt.

Befestigung und Ausrichtung von Platinen und Transformator ist auch aus Bild 3 ersichtlich.

Nachdem die entsprechenden Verbindungen zwischen Leiterplatten, Ausgangsbuchsen und Transformator vorgenommen wurden, kann die Schaltung in Betrieb genommen werden.

Zu beachten ist noch, daß der Schutzleiter des Netzkabels sowohl mit dem Hals des Netzschalters als auch mit dem Blechpaket des Netztrafos (an einer Befestigungsschraube) zu verbinden ist.

Inbetriebnahme und Einstellung

Bevor das Gerät in Betrieb genommen wird, sollten noch einmal alle Verbindungen, Anschlüsse und Lötungen sorgfältig überprüft werden. Hierbei ist besonders auf den Hochspannungsteil zu achten.

Ein Abgleich ist nur dann erforderlich, wenn die digitalen Anzeigeelemente eingebaut wurden.

Als erstes ist der Nullpunkt der beiden AC/DC-Wandler einzustellen.

Damit später Schwankungen des Meßwertes durch Driften der ICs weitgehend vermieden wird, sollte die Schaltung vor dem Abgleich mehrere Stunden im Dauerbetrieb laufen (selbstverständlich unter Aufsicht).

Jetzt kann der Nullpunkt der AC/DC-Wandler mit Hilfe der beiden Trimmer R 4 bzw. R 10 so eingestellt werden, daß auf der digitalen Anzeige eines jeden der beiden Anzeigeelemente „000“ erscheint. Vorher sind allerdings die Widerstände R 6 und R 12 an einem Ende hochzulöten, damit keine Eingangsspannung auf die AC/DC-Wandler gelangt. Die Trimmer R 104 (gleiche Bezeichnung für die beiden identisch aufgebauten Anzeigeelemente) sollten sich hierbei ungefähr in Mittelstellung befinden.

Als nächstes kann der Skalenfaktor des digitalen Spannungsmeßinstrumentes mit Hilfe des linken auf der Anzeigenplatine befindlichen Spindeltrimmers R 104 eingestellt werden, indem die Ausgangsspannung mit einem möglichst genauen Wechselspannungsmeßinstrument gemessen, und dieser Wert auf dem linken Anzeigendisplay mit R 104 eingestellt wird.

Zur Einstellung des Skalenfaktors für den digitalen Strommesser legt man an den Ausgang des Wechselspannungs-Netztes eine Last von 50—100 Watt, zu der man in Reihe ein digitales Wechselspannungs-Ampere-meter schaltet. Mit dem rechten Spindeltrimmer R 104 auf der Anzeigenplatine wird jetzt der mit dem externen Wechselstrommeßgerät gemessene Stromwert auf der Anzeige des eingebauten digitalen Strommessers eingestellt.

Damit ist die Kalibrierung des Wechselspannungs-Netztes abgeschlossen.

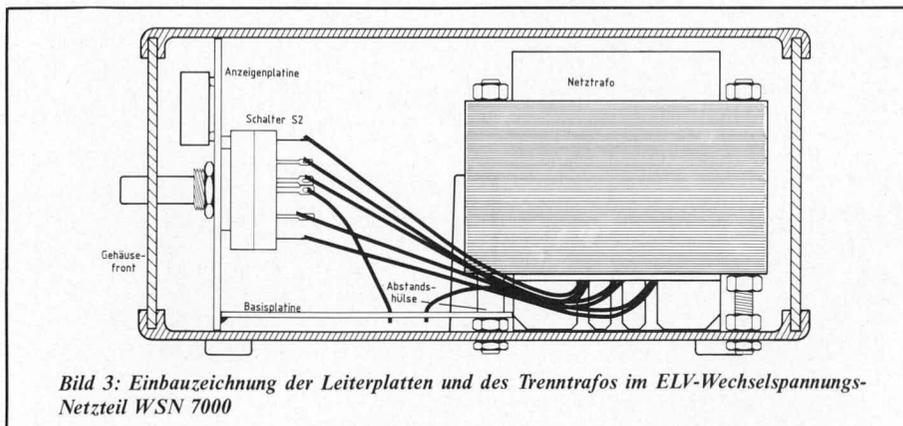
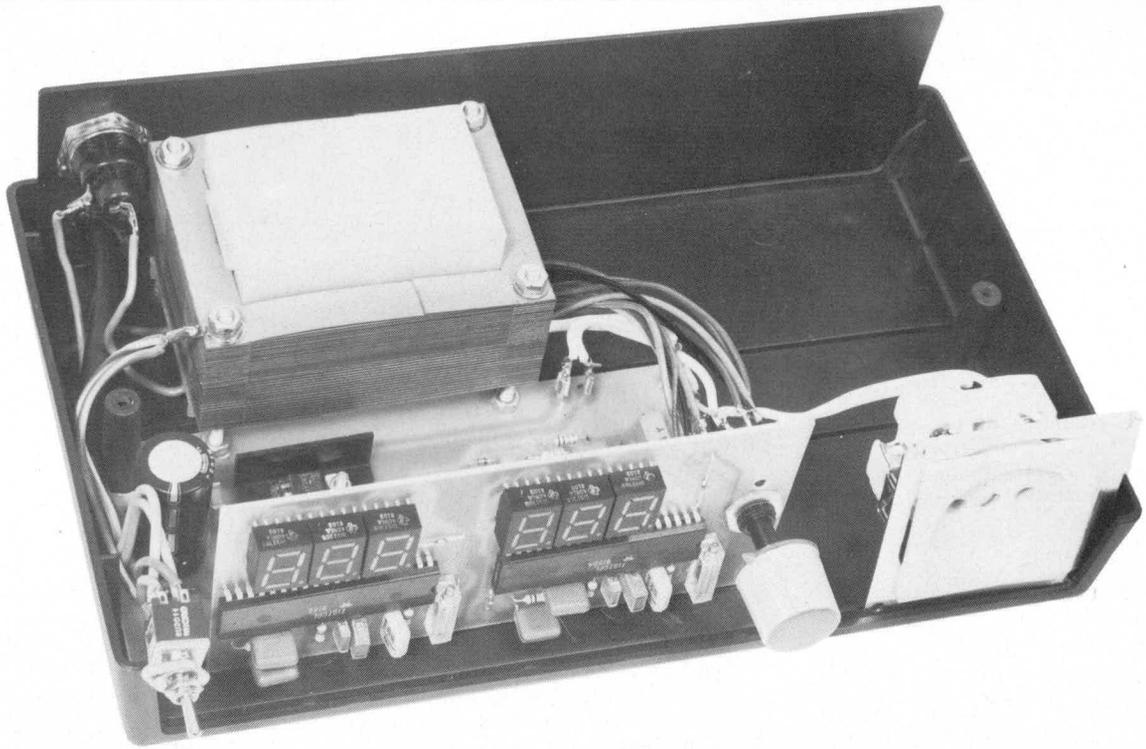
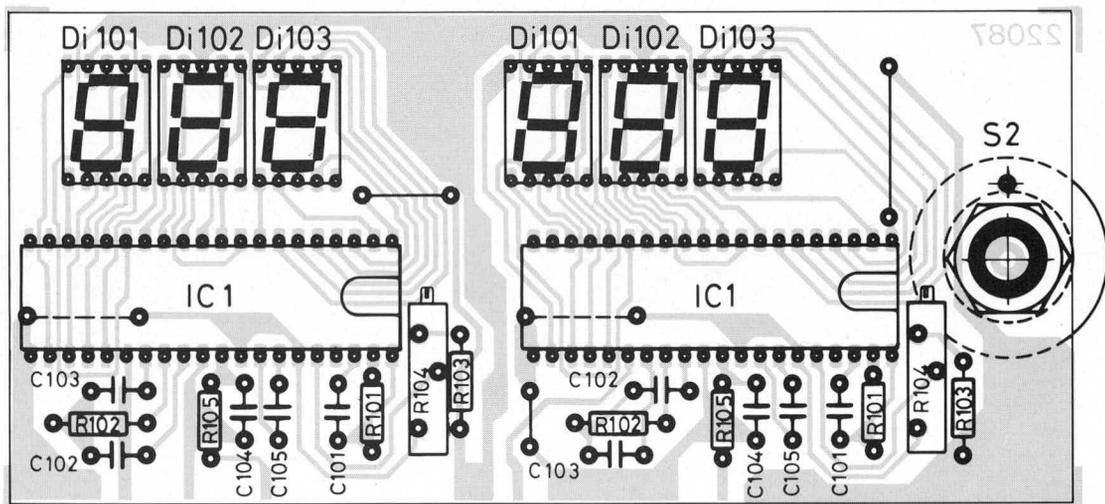


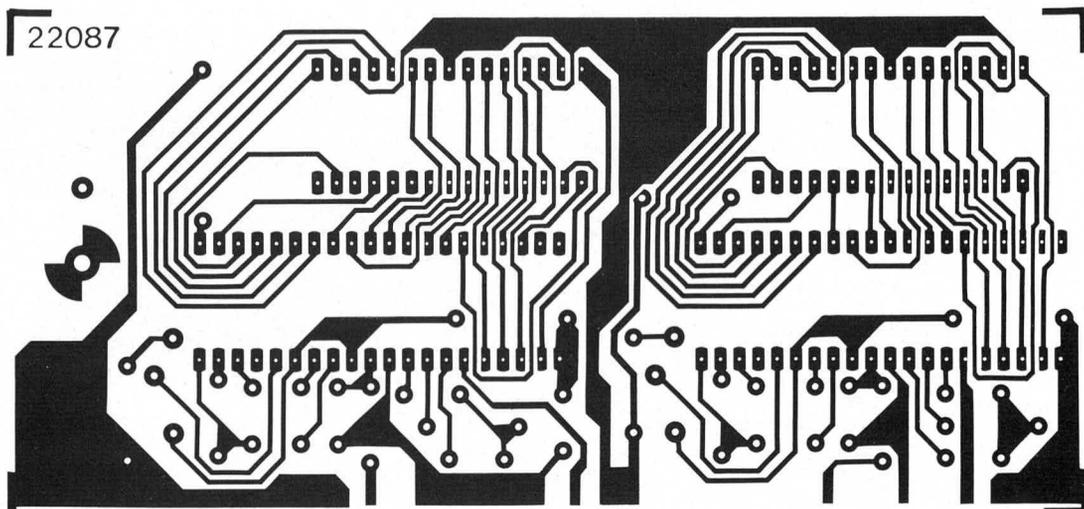
Bild 3: Einbauzeichnung der Leiterplatten und des Trenntrafos im ELV-Wechselspannungs-Netzteil WSN 7000



Ansicht der fertig bestückten und in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platinen des ELV-Wechselspannungs-Netzteils WSN 7000



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des ELV-Wechselspannungs-Netzteils WSN 7000



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine des ELV-Wechselspannungs-Netzteils WSN 7000

Stückliste:
Wechselspannungsnetzteil
WSN 7000

Halbleiter:

- IC2 7805
- IC3 7905
- IC4 TL 082
- D1, D2 1 N 4001
- D3-D10..... 1 N 4148

Kondensatoren:

- C1 2200 μ F/35 V
- C2 1000 μ F/16 V
- C3, C4..... 100 nF
- C5-C10 10 μ F/16 V

Widerstände:

- R1 1 Ω /4 Watt
- R2 1 k Ω
- R3 470 k Ω
- R4, R10..... 10 k-Trimmer
- R5, R11..... 1 M Ω
- R6, R8, R9, R12, R14, R15 10 k Ω
- R7, R13 5,6 k Ω

Sonstiges:

- Tr. 1 Netztrafo
- prim.: 220 V
- sek.: 110 V 170 V 200 V 230 V
- 150 V 180 V 210 V 240 V
- 160 V 190 V 220 V 250 V/0,4 A
- S2 Umschalter 12 x 1 Lorlin
- Si1 Sicherung 0,5 A, mittelträge
- 1 U-Kühlkörper für TO 220 (SK 13)

- 1 Einbausicherungshalter
- 1 Spezialsteckdose (Mertens)
- 6 Lötstifte
- 20 cm Silberschalt draht, 0,8 mm \varnothing
- 4 Schrauben M 4 x 60 mm
- 12 Muttern M 4
- 4 Zahnscheiben
- 1 Lötflamme 4 mm

Gehäusebausatz

- 1 Gehäuse aus der Serie 7000
- 1 bedruckte und gebohrte Frontplatte
- 1 3adriges Netzkabel mit Stecker
- S1 Netzschalter 2-polig
- 1 Drehknopf 21 mm \varnothing
- mit Deckel und Pfeilscheibe

Digitales Anzeiginstrument
(Spannungs- oder Strommesser)

Halbleiter:

- IC101 ICL 7107
- Di101-Di103 TIL 701

Kondensatoren:

- C101 100 pF
- C102, C103 220 nF
- C104 10 nF
- C105 100 nF

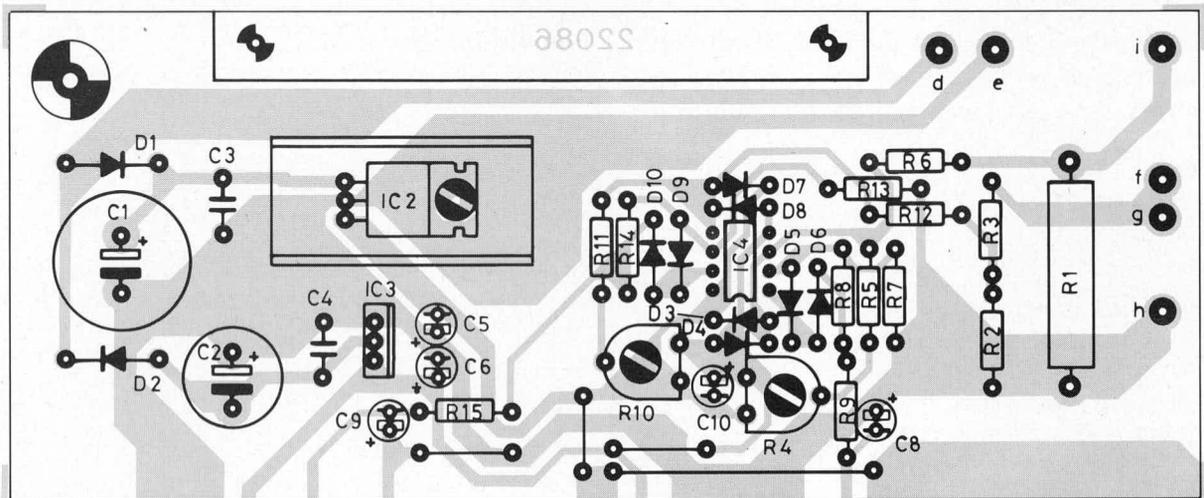
Widerstände:

- R101, R102, R105 100 k Ω
- R103 4,7 k Ω
- R104 10 k Ω , Spindeltrimmer

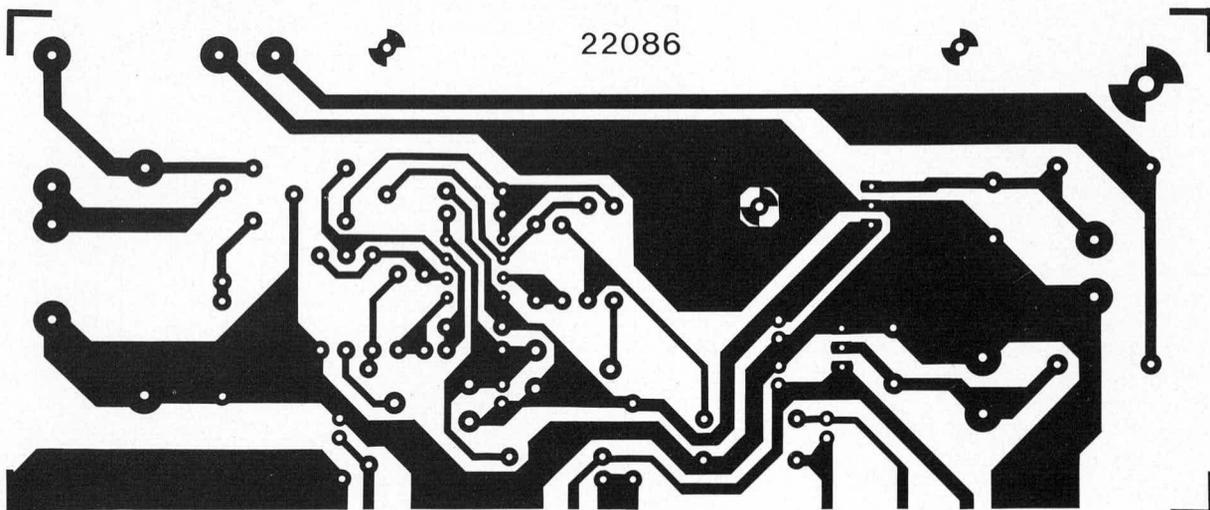
Tabelle I

Bezeichnung der Trafoanschlüsse	Trafo-Spannungen	Anschlußpunkte an Buchse, Platine bzw. Schalter
sekundär:		
0	0 V	Platine „i“
1	110 V	1
2	150 V	2
3	160 V	3
4	170 V	4
5	180 V	5
6	190 V	6
7	200 V	7
8	210 V	8
9	220 V	9
10	230 V	10
11	240 V	11
12	250 V	12
13	9 V	Platine „d“
14		Platine „e“
primär:		
15	220 V	
16		

Der Drehschalteranschluß „A“ (Mittelpunkt von S 2) wird an die Platine Punkt „f“ angeschlossen.

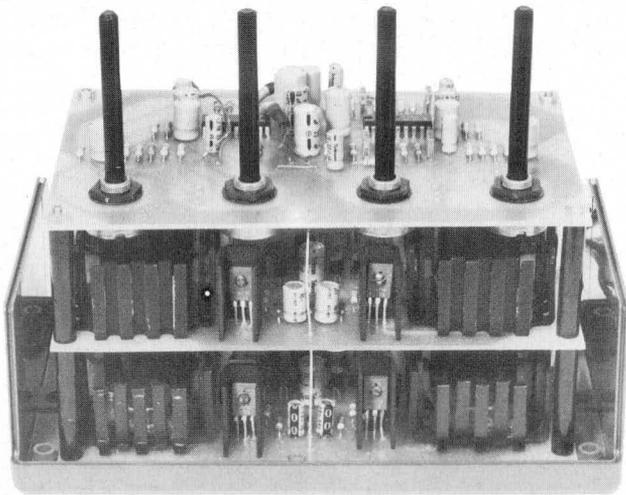


Bestückungsseite der Basisplatine des ELV-Wechselspannungs-Netzteils WSN 7000



Leiterbahnseite der Basisplatine des ELV-Wechselspannungs-Netzteils WSN 7000

Vorverstärker mit Klangregelteil für 12 V-Leistungs-Verstärker



Der in unserer Ausgabe Nr. 22 vorgestellte 12 V-Leistungs-Verstärker kann mit Hilfe der hier vorgestellten Schaltung zu einem Voll-Verstärker ausgebaut werden, wobei 2 Endstufen angeschlossen einen Stereoverstärker ergeben. – Alles bei 12 V Batterie-Betrieb.

Allgemeines

Die Besonderheit der hier vorgestellten Schaltung liegt darin, daß sowohl für den Lautstärke- und Balance-Einsteller, als auch für die Höhen- und Tiefen-Regler nicht die Potis selbst die Regelung des NF-Signals vornehmen, sondern lediglich eine Gleichspannung auf ein IC geben.

Mit Hilfe dieser über die Potis einstellbaren Gleichspannung wird die Verstärkung von VCA's (Voltage Controlled Amplifier's = spannungsgesteuerte Verstärker) geregelt.

In einem IC des Typs TCA 1074 der Firma VALVO befinden sich 4 solcher VCA's, die mit geradezu erstaunlichen Daten aufwarten können. Der Fremdspannungsabstand liegt bei ca. 120 dB und der Regelbereich bei ca. 100 dB. Mit „normalen“ Potentiometern wird hingegen nur ein Regelbereich von ca. 60 dB erreicht.

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes dieser Schaltung liegt in dem hervorragenden „Gleichlauf“ von jeweils 2 VCA's, wodurch bei Lautstärkeänderungen beide Kanäle mit hervorragender Übereinstimmung verändert werden können.

Zur Schaltung

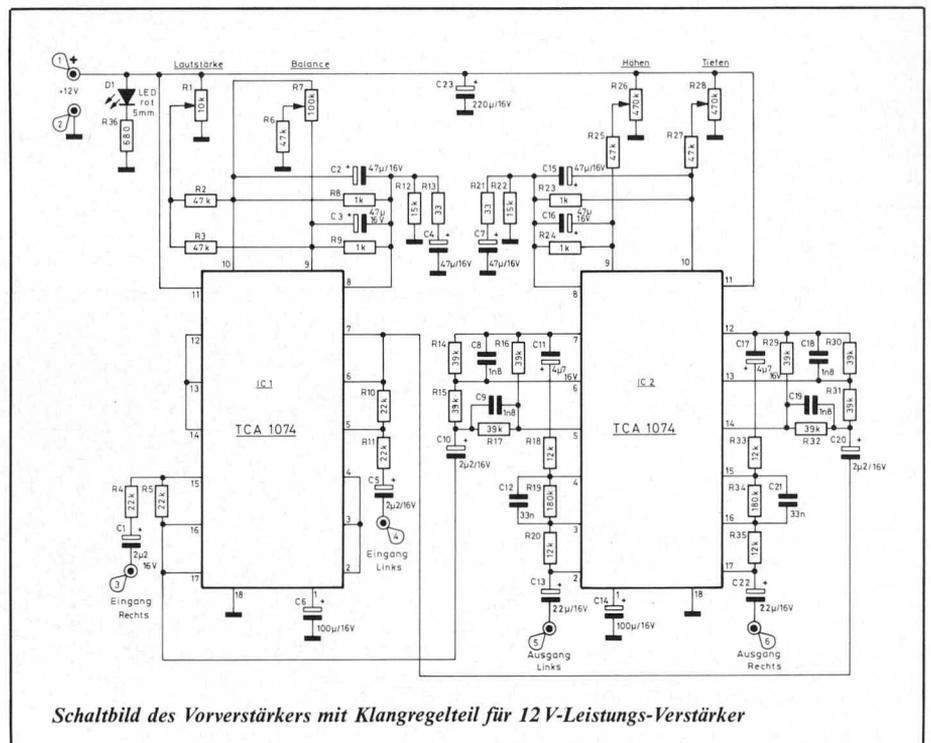
Mit dem Potentiometer R 1 wird über die Steuereingänge P 9 und P 10 die Lautstärke und mit R 7 die Balance eingestellt.

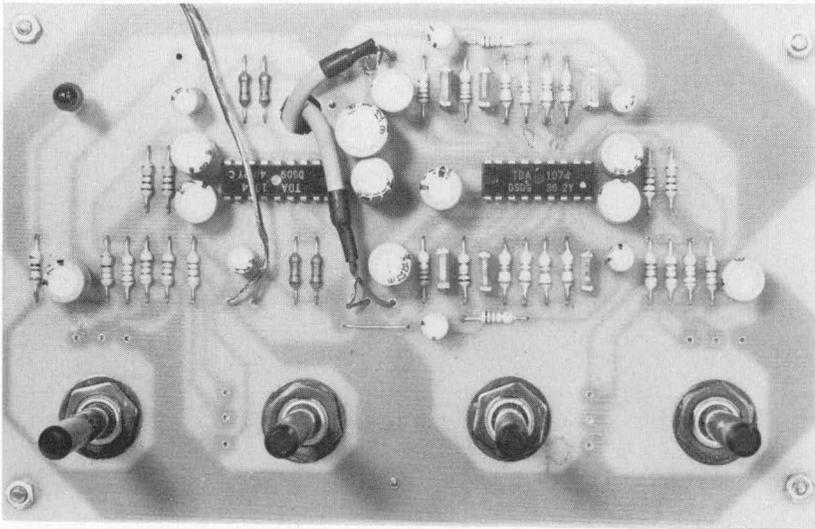
Die äußere Beschaltung des IC 2 ist so ausgelegt, daß die internen VCA's, die über die Steuereingänge P 9 und P 10 mit Hilfe der

Potentiometer R 26 und R 28 ihre Verstärkung verändern können, eine Anhebung bzw. Absenkung der Höhen und Tiefen zu lassen. Das an die Anschlußbeinchen 5 bis 7 sowie 12 bis 14 jeweils angeschlossene Netzwerk bewirkt die Tiefenbeeinflussung, während die an den Anschlußbeinchen 2 bis 4

sowie 15 bis 17 angeschlossenen Komponenten die Höhenanhebung bzw. Absenkung bewirken.

Ein außerordentlicher Vorteil des Einsatzes dieser IC's liegt noch darin, daß diese Bausteine räumlich gesehen an den Stellen an-





Ansicht der bestückten Platine des Vorverstärkers mit Klangregelteil für 12V-Leistungsverstärker

geordnet werden können, an denen die entsprechenden Regelungsfunktionen erforderlich sind, während die Einstellpotentiometer nahezu beliebig weit entfernt sein können, da Brummeinstreuungen und andere Störeinflüsse von den Pufferkondensatoren C2, C3 bzw. C15 und C16 weitgehend ausgefiltert werden.

Aufgrund der außerordentlichen Komplexität des Innenlebens des IC's des Typs TCA 1074 ist eine detaillierte Schaltungsbeschreibung nicht möglich.

Zum Aufbau

Die gesamte Schaltung findet auf einer Europakarte mit den Abmessungen 100 mm x 160 mm Platz.

Durch die verhältnismäßig großzügig ausgelegte Leiterbahnführung dürfte der Nachbau keine Schwierigkeiten bereiten.

Wird die Schaltung in Verbindung mit den in unserer Ausgabe Nr. 22 vorgestellten Endstufen betrieben, kann sie in das dazu passende Gehäuse eingebaut werden, wobei die beiden Endstufenplatinen sowie die hier vorgestellte Reglerplatine übereinander angeordnet werden können.

Die entsprechenden Ein- und Ausgänge sind mit möglichst kurzen Leitungen miteinander zu verbinden. Die Zuleitungen zum Eingang der Reglerplatine sollten möglichst abgeschirmt sein.

Der Versorgungsspannungsbereich der Reglerplatine erstreckt sich von 10 bis 24 V.

Stückliste: Vorverstärker mit Klangregelteil

Halbleiter:

IC1 TCA 1074
IC2 TCA 1074
D1 LED, rot, 5 mm

Kondensatoren:

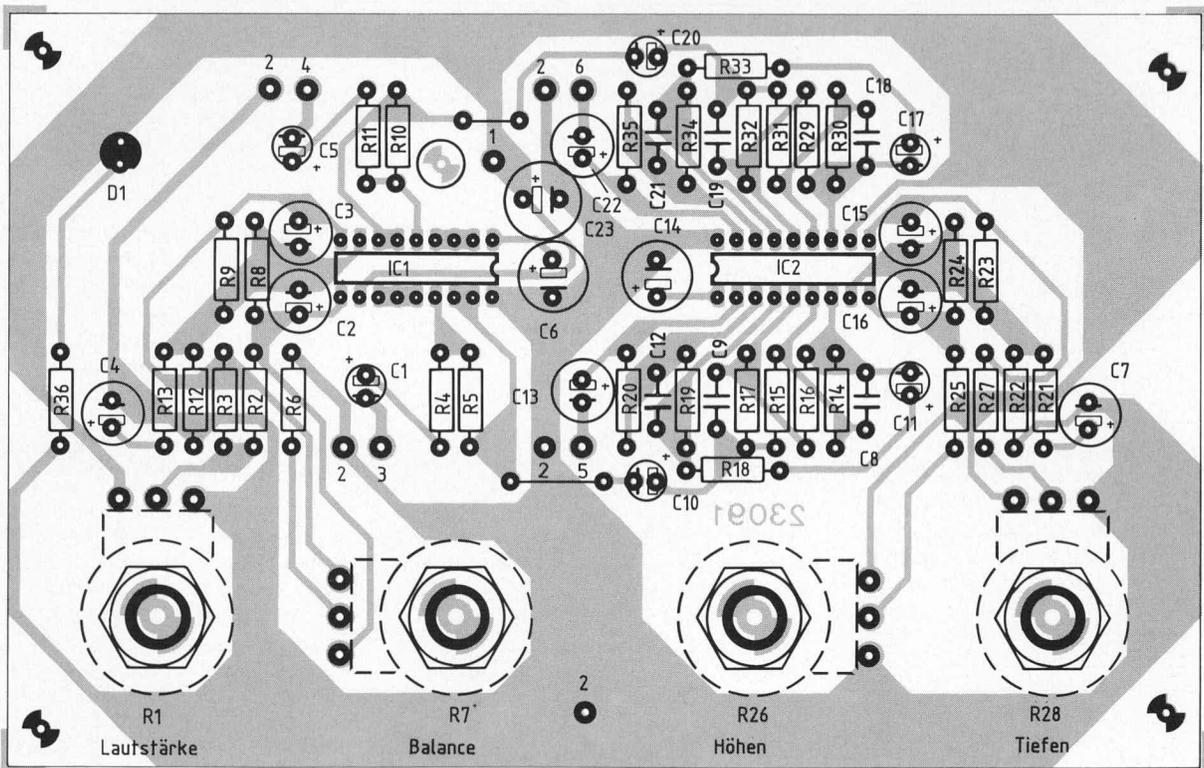
C1, C5, C10, C20 2,2 μ F/16 V
C2-C4, C7 47 μ F/16 V
C6, C14 100 μ F/16 V
C8, C9, C18, C19 1,8 nF
C11, C17 4,7 μ F/16 V
C12 33 nF
C13, C22 22 μ F/16 V
C15, C16 47 μ F/16 V
C21 33 nF

Widerstände:

R1 10 k Ω , Poti lin
R2, R3 47 k Ω
R4, R5 22 k Ω
R6 47 k Ω
R7 100 k Ω , Poti lin
R8, R9 1 k Ω
R10, R11 22 k Ω
R12 15 k Ω
R13 33 Ω
R14-R17 39 k Ω
R18, R20 12 k Ω
R19 180 k Ω
R21 33 Ω
R22 15 k Ω
R23, R24 1 k Ω
R25, R27 47 k Ω
R26, R28 470 k Ω , Poti lin
R29-R32 39 k Ω
R33, R35 12 k Ω
R34 180 k Ω
R36 680 Ω

Sonstiges:

ca. 60 cm abgeschirmte Leitung



Bestückungsplan der Platine des Vorverstärkers mit Klangregelteil für 12V-Leistungs-Verstärker

ELV-UNISCOPE

10 MHz-Oszilloskop
von ELV-HAMEG



Teil 6: Einführung in die Oszilloskopie

Nachfolgend soll eine kurze Einführung in die Oszilloskopie gegeben werden. Wir beziehen uns hierbei speziell auf das ELV-UNISCOPE, wobei die gemachten Angaben und Erläuterungen sinngemäß auch auf die meisten anderen gebräuchlichen Oszilloskope übertragen werden können.

Große Bandbreite, hohe Empfindlichkeit, große Auflösung sowie ein eingebauter Komponententester zeichnen jedoch das ELV-UNISCOPE besonders aus.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Vor der ersten Inbetriebnahme muß der Netzspannungswähler kontrolliert werden!

Bei Lieferung ist das Fertig-Gerät auf 220 V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf eine andere Spannung erfolgt am Netzsicherungshalter (kombiniert mit Kaltgerätestecker) an der Gehäuserückseite. Der Sicherungshalter mit seiner quadratischen Abdeckplatte kann mittels Werkzeug (z. B. kleiner Schraubenzieher) nach Entfernung der Netzschnurbuchse herausgezogen und nach Drehung um jeweils 90° für jede der 4 einstellbaren Netzspannungen wieder hineingesteckt werden. Dann muß das auf dem Rückdeckel des Gerätes befindliche schwarze Dreieck unter dem Sicherungshalter auf die gewählte Netzspannung zeigen. Diese ist also immer an der **unteren** Kante des Sicherungshalters ablesbar. Die Netzsicherung muß der geänderten Netzspannung entsprechen und, wenn erforderlich, ausgetauscht werden. Typ und Nennstrom der Sicherung sind auf der Gehäuserückseite und in der Service-Anleitung angegeben.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten einzudrücken und beide

Bedienungsknöpfe mit Pfeilen in ihre calibrierte Stellung C einzurasten. Die auf vier Knopfkapfen angebrachten Striche sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß auch die kleine braune Taste für die Triggerart-Umschaltung **AT/Norm.** ungedrückt sein soll.

Mit der roten Netztaaste **POWER** wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Das aufleuchtende Lämpchen zeigt den Betriebszustand an. Wird nach 30 Sekunden Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der **INTENS.**-Einsteller nicht genügend aufgedreht oder der Zeitbasis-Generator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die **POS.**-Einsteller verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Tasten in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf die **AT/Norm.**-Taste zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich diese Taste ungedrückt in der **AT**-Stellung (automatische Triggerung) befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht, Einbrennengefahr!), ist wahrscheinlich die Taste **Hor. ext.** gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am **INTENS.**-Knopf eine mittlere Helligkeit und am Knopf **FOCUS** die maximale Schärfe einge-

stellt. Dabei sollte die Taste **GD** (ground = Masse) gedrückt sein. Der Eingang des Vertikalverstärkers ist dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell am Y-Eingang anliegende Signalspannungen werden bei gedrückter Taste **GD** nicht kurzgeschlossen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Umgebungsbeleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann dieser die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahlage nicht ganz vermeiden. Das ist abhängig von der Aufstellrichtung des Oszilloskops am Arbeitsplatz. Dann verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist an einem Potentiometer hinter der mit **TR** bezeichneten Öffnung in der Frontplatte mit einem kleinen Schraubenzieher möglich.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die thermischen Eigenschaften des Doppel-FET's im Eingang des Vertikalverstärkers etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich beim Durchdrehen des Feinstellers (kleiner Knopf mit roter Pfeilkappe) am Eingangsteiler Y-AMPL. die Strahlage merklich ändert. Wenn das Fertig-Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1 mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung BAL. oberhalb des Y-AMPL.-Schalters einführt, an der etwa 25 mm dahinterliegenden Balance-Einstellung korrigiert. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient 5mV/cm; Taste GD gedrückt) wird der Feinsteller ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die vertikale Strahlage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt.

Art der Signalspannung

Mit dem UNISCOPE können praktisch alle sich periodisch wiederholende Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 10 MHz liegt. Die Darstellung einfacher elektrischer Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder netzfrequente Brummspannungen, ist in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Folgefrequenz des Signals muß deshalb wesentlich kleiner sein als die obere Grenzfrequenz des Vertikalverstärkers. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem UNISCOPE ist deshalb nur bis ca. 1 MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrende höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z. B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u. U. die Zuhilfenahme des Zeitfeinstellers erforderlich. Fernseh-Video-Signale sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz die Taste TV (= television) gedrückt sein. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse durch ein Tiefpaß-Filter so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegel-einstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

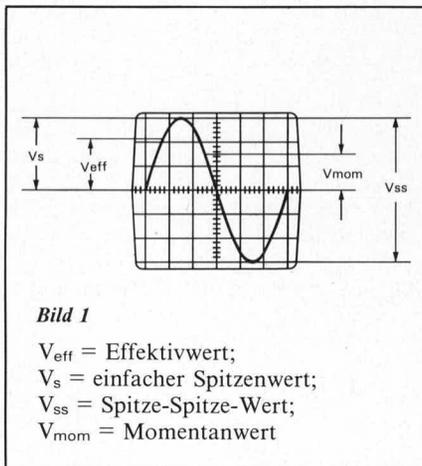
Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat der Vertikalverstärker-Eingang eine AC/DC-Taste (AC = alternating current; DC = direct current). Mit Gleichspannungskopplung DC (gedrückte Taste) sollte nur bei vorgeschaltetem Tastteiler oder bei sehr niedrigen Frequenzen gearbeitet werden, oder wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist. Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Kopplung des Vertikalverstärkers störende Dachschragen

auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, die DC-Kopplung vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des auf DC-Kopplung geschalteten Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. DC-Kopplung ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen, besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf- oder abwärtsbewegen. Reine Gleichspannungen können nur mit DC-Kopplung gemessen werden.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der V_{ss} -Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in V_{ss} ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2,83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in V_{eff} angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83fachen Potentialunterschied in V_{ss} haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen untereinander sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1 cm hohes Bild beträgt ca. $2 \text{ m } V_{ss}$, wenn der Feinsteller am Eingangsteilerschalter Y-AMPL. bis zum Anschlag nach rechts gedreht ist. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten am Eingangsteiler sind in $\text{m}V_{ss}/\text{cm}$ oder V_{ss}/cm angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der abgelesenen vertikalen Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Für Amplitudenmessungen muß der Feinregler am Eingangsteilerschalter in seiner kalibrierten Stellung C stehen (Pfeil waagrecht nach links zeigend). Bei direktem An-

schluß an den Y-Eingang kann man Signale bis $120 V_{ss}$ aufzeichnen.

Mit den Bezeichnungen

H = Höhe in cm des Schirmbildes,

U = Spannung in V_{ss} des Signals am Y-Eingang,

A = Ablenkkoeffizient in V/cm am Teiler
 schalter läßt sich aus gegebenen zwei Werten die dritte Größe errechnen:

$$U = A \cdot H \quad H = \frac{U}{A} \quad A = \frac{U}{H}$$

Alle drei Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie müssen beim UNISCOPE innerhalb folgender Grenzen liegen:

H zwischen 0,3 und 6 cm, möglichst 2,5 und 6 cm,

U zwischen $1,5 \text{ m}V_{ss}$ und $120 V_{ss}$,

A zwischen $5 \text{ m}V/\text{cm}$ und $20 V/\text{cm}$ in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:

Eingestellter Ablenkkoeffizient

$A = 50 \text{ m}V/\text{cm} \cong 0,05 V/\text{cm}$,

abgelesene Bildhöhe $H = 2,3 \text{ cm}$,

gesuchte Spannung $U = 0,05 \cdot 2,3 = 0,115 V_{ss}$

Eingangsspannung $U = 5 V_{ss}$,

eingestellter Ablenkkoeffizient $A = 1 V/\text{cm}$,

gesuchte Bildhöhe $H = 5:1 = 5 \text{ cm}$

Signalspannung $U = 220 V_{eff} \cdot 2 \cdot \sqrt{2} = 622 V_{ss}$

(Spannung $> 120 V_{ss}$,

mit Tastteiler 10:1 $U = 62,2 V_{ss}$),

gewünschte Bildhöhe

$H = \text{mind. } 2,5 \text{ cm, max. } 6 \text{ cm}$,

maximaler Ablenkkoeffizient

$A = 62,2:2,5 = 24,9 V/\text{cm}$,

minimaler Ablenkkoeffizient

$A = 62,2:6 = 10,4 V/\text{cm}$,

einzustellender Ablenkkoeffizient

$A = 20 V/\text{cm}$

Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang $\pm 500 V$ nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. $1000 V_{ss}$ auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z. B. HZ 37) können Spannungen bis ca. $3000 V_{ss}$ gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ 37). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z. B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22—68 nF) vorzuschalten.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Oszilloskop-Eingangskopplung unbedingt auf DC zu schalten ist, wenn Tastteiler an höhere Spannungen als 500 V gelegt werden (siehe „Anlegen der Signalspannung“).

Mit der gedrückten Taste GD und dem Y-POS.-Einsteller kann vor der Messung eine

horizontale Rasterlinie als Referenzlinie für Massepotential eingestellt werden. Sie kann unterhalb, auf oder oberhalb der horizontalen Mittellinie liegen, je nachdem, ob positive und/oder negative Abweichungen vom Massepotential zahlenmäßig erfaßt werden sollen. Gewisse umschaltbare Tastteile haben ebenfalls eine eingebaute Referenz-Schalterstellung.

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt. Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Zeitbasis-Einstellung des TIMEBASE-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten (Time/cm) sind am TIMEBASE-Schalter in ms/cm und $\mu\text{s/cm}$ angegeben. Die Skala ist dementsprechend in zwei Felder aufgeteilt. Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (Horizontalabstand in cm) mit dem am TIMEBASE-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit einer blauen Pfeil-Knopfkappe gekennzeichnete Zeit-Feinsteller in seiner calibrierten Stellung C stehen (Pfeil waagrecht nach links zeigend).

Mit den Bezeichnungen

L = Länge in cm einer Welle auf dem Schirmbild,

T = Zeit in s für eine Periode,

F = Frequenz in Hz der Folgefrequenz des Signals,

Z = Zeitkoeffizient in s/cm am Zeitbasis-schalter und der Beziehung $F = 1/T$ lassen sich folgende Gleichungen aufstellen:

$$T = L \cdot Z \quad L = \frac{T}{Z} \quad Z = \frac{T}{L}$$

$$F = \frac{1}{L \cdot Z} \quad L = \frac{1}{F \cdot Z} \quad Z = \frac{1}{L \cdot F}$$

Alle vier Werte sind jedoch nicht frei wählbar. Sie sollten beim UNISCOPE innerhalb folgender Grenzen liegen:

L zwischen 0,2 und 7 cm, möglichst 1 bis 7 cm,

T zwischen 0,1 μs und 0,5 s,

F zwischen 2 Hz und 10 MHz,

Z zwischen 0,5 $\mu\text{s/cm}$ und 0,2 s/cm in 1-2-5 Teilung.

Beispiele:

Länge eines Wellenzugs **L** = 7 cm, eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,5 $\mu\text{s/cm}$, gesuchte Periodenzeit **T** = $7 \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 3,5 \mu\text{s}$ gesuchte Folgefrequenz **F** = $1:(3,5 \cdot 10^6) = 286 \text{ kHz}$.

Zeit einer Signalperiode **T** = 0,5 s, eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 0,2 s/cm, gesuchte Wellenlänge **L** = $0,5:0,2 = 2,5 \text{ cm}$.

Länge eines Brummspannung-Wellenzugs **L** = 1 cm, eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 ms/cm, gesuchte Brummfrequenz **F** = $1:(1 \cdot 10 \cdot 10^3) = 100 \text{ Hz}$.

TV-Zeilensfrequenz **F** = 15625 Hz, eingestellter Zeitkoeffizient **Z** = 10 $\mu\text{s/cm}$, gesuchte Wellenlänge **L** = $1:(15625 \cdot 10^5) = 6,4 \text{ cm}$.

Länge einer Sinuswelle **L** = min. 2,8 cm, max. 7 cm,

Frequenz **F** = 1 kHz,

max. Zeitkoeffizient:

$$Z = 1:(2,8 \cdot 10^3) = 0,357 \text{ ms/cm},$$

min. Zeitkoeffizient:

$$Z = 1:(7 \cdot 10^3) = 0,143 \text{ ms/cm},$$

einzustellender Zeitkoeffizient:

$$Z = 0,2 \text{ ms/cm},$$

dargestellte Wellenlänge:

$$L = 1:(10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^3) = 5 \text{ cm}.$$

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreitengrenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen 10 % und 90 % der vertikalen Impulshöhe.

Beispiel: Die Signalamplitude wird mit Hilfe des Eingangsteilerschalters **Y-AMPL.** und seines Feinstellers (rote Pfeil-Knopfkappe) auf eine vertikale Bildhöhe von 5 cm eingestellt. Mit dem Positionseinsteller **Y-POS.** stellt man diese Bildhöhe symmetrisch zur horizontalen Raster-Mittellinie ein ($\pm 2,5 \text{ cm}$ Mittenabstand). Der horizontale Zeitabstand in cm zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die horizontalen Rasterlinien von $\pm 2 \text{ cm}$ Mittenabstand kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Die optimale vertikale Bildlage und der Meßbereich für die Anstiegszeit sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

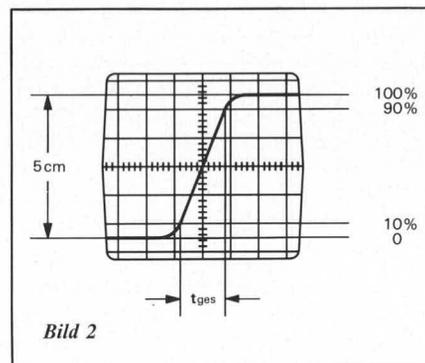


Bild 2

Bei einem am TIMEBASE-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten von 20 $\mu\text{s/cm}$ ergäbe das Bildbeispiel eine gemessene Gesamtanstiegszeit von

$$t_{ges} = 1,6 \text{ cm} \cdot 20 \mu\text{s/cm} = 32 \mu\text{s}$$

Selbstverständlich muß die Einstellung für die Zeitmessung nicht unbedingt genau dem Beispiel folgen. Zu beachten ist:

Alle Einstellungen im Y-Feld beeinflussen nicht die Zeitmessung. Sie kann also auch mit einer anderen Bildhöhe gemessen werden. Wichtig ist nur, daß der horizontale Zeitabstand zwischen 10 und 90 % der Impulshöhe gemessen wird und daß der Zeit-Feinsteller in Calibrationsstellung **C** steht. Aus Gründen der Genauigkeit sollte keine sehr kleine Bildhöhe und keine sehr steile Flanke (zu langsame Zeitablenkung) gewählt werden.

Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Vertikalverstärkers geo-

metrisch vom gemessenen Zeitwert abziehen. Die Anstiegszeit des Signals ist dann

$$t_a = \sqrt{t_{ges}^2 - t_{osz}^2}$$

Dabei ist t_{ges} die gemessene Gesamtanstiegszeit und t_{osz} die vom Oszilloskop (beim UNISCOPE ca. 0,035 μs). Ist t_{ges} größer als 0,25 μs , dann kann die Anstiegszeit des Vertikalverstärkers vernachlässigt werden (Fehler < 1 %).

Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z. B. HZ 32 und HZ 34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 50 kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d. h. an den Kabel-Wellenwiderstand (in der Regel 50 Ω) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50 Ω -Kabels wie z. B. HZ 34 ist hierfür von HAMEG der 50 Ω -Durchgangsabschluß HZ 22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand nur mit max. 2 Watt belasten darf. Diese Leistung wird mit 10 V_{eff} oder — bei Sinussignal — mit 28,3 V_{ss} erreicht. Wird ein Tastteiler 10:1 (z. B. HZ 30) verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlusskabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteilern werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10 $M\Omega \parallel 12 \text{ pF}$). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Oszilloskop vorgenommen werden (siehe „Abgleich des Tastteilers“).

Wenn ein Tastteiler 10:1 oder 100:1 verwendet wird, muß bei Spannungen über 500 V immer DC-Eingangskopplung benutzt werden. Bei AC-Kopplung tieffrequenter Signale ist die Teilung nicht mehr frequenzunabhängig, Impulse können Dachschrägen zeigen, Gleichspannungen werden unterdrückt — belasten aber den betreffenden

Oszilloskop-Eingangskopplungskondensator. Dessen Spannungsfestigkeit ist max. 500 V (DC + Spitze AC). Ganz besonders wichtig ist deshalb die DC-Eingangskopplung bei einem Tastteiler 100:1, der meist eine zulässige Spannungsfestigkeit von max. 1500 V (DC + Spitze AC) hat. Zur Unterdrückung störender Gleichspannung darf aber ein Kondensator entsprechender

Kapazität und Spannungsfestigkeit vor den Tastteilereingang geschaltet werden (z. B. zur Brummspannungsmessung).

Beim 100:1 Tastteiler HZ 37 ist die zulässige Eingangswchelspannung frequenzabhängig begrenzt:

unterhalb 20 kHz (TV-Zeilenfrequenz!) auf max. $1500 V_s \triangleq 3000 V_{ss} \triangleq 1061 V_{eff}$; oberhalb 20 kHz (mit f in MHz) auf

$$\frac{212}{\sqrt{f}} V_s \triangleq \frac{424}{\sqrt{f}} V_{ss} \triangleq \frac{150}{\sqrt{f}} V_{eff}.$$

Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

Das Auftreten merklicher Brumm- oder Störspannungen im Meßkreis (speziell bei einem kleinen Ablenkoeffizienten) wird möglicherweise durch Mehrfach-Erdung verursacht, weil dadurch Ausgleichströme in den Abschirmungen der Meßkabel fließen können (Spannungsabfall zwischen den Schutzleiterverbindungen, verursacht von angeschlossenen fremden Netzgeräten, z. B. Signalgeneratoren).

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Meßeingang! Ohne vorgeschalteten Tastteiler sollte die Taste für die Signalankopplung zunächst immer ungedrückt auf AC und der Eingangsteilerschalter auf 20 V/cm stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Meßverstärker total übersteuert. Der Eingangsteilerschalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3–6 cm hoch ist. Bei mehr als 120 V_{ss} großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten.

Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der eingestellte Wert am TIMEBASE-Schalter. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Ableich des Tastteilers

Für die naturgetreue Aufzeichnung der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Das UNISCOPE besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1 kHz und einer Ausgangsspannung von $0,2 V_{ss} \pm 1\%$. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit aufgestecktem Federhaken einfach an die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Ausgang-Öse gelegt und sein Kompensationstrimmer entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen (Bild 3).

Der TIMEBASE-Schalter soll sich dabei in Stellung 0,2 ms/cm befinden, und die Y-Eingangskopplung muß auf DC geschaltet sein. Steht der Eingangsteilerschalter in der 5mV/cm-Stellung (Feinsteller auf C), ist das

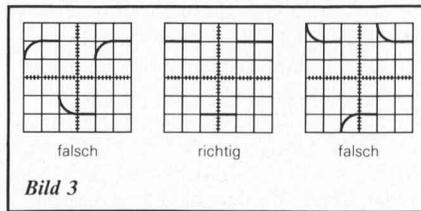


Bild 3

aufgezeichnete Signal 4 cm hoch. Da ein Tastteiler ständig mechanisch und elektrisch stark beansprucht wird, sollte man den Abgleich öfters kontrollieren.

Es wird darauf hingewiesen, daß die Frequenz des eingebauten Rechteckgenerators nicht zur Zeit-Eichung verwendet werden kann. Ferner weicht das Tastverhältnis vom Wert 1:1 ab. Schließlich sei noch bemerkt, daß die Anstiegs- und Abfallzeiten des Rechtecksignals so kurz sind, daß die Rechteckflanken selbst bei maximaler Intensitätseinstellung kaum sichtbar sind. Dies ist kein Fehler, sondern ebenso Voraussetzung für einen einfachen und exakten Tastteilerabgleich (oder eine Ablenkoeffizientenkontrolle) wie horizontale Impulsdächer, calibrierte Impulshöhe und Nullpotential am negativen Impulsdach.

Triggern und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst, also getriggert wird. Damit sich auch ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Ist die Taste AT/Norm. ungedrückt in der Stellung AT (Automatische Triggern), wird die Zeitlinie immer, also auch ohne angelegte Meßspannung geschrieben. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30 Hz Folgefrequenz stabil stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung.

Mit gedrückter AT/Norm.-Taste und LEVEL-Einstellung (Normaltriggern) kann die Triggern der Zeitablenkung an jeder Stelle einer Signalfanke erfolgen. Mit interner Normaltriggern ist der mit der LEVEL-Einstellung erfaßbare Triggernbereich stark abhängig von der Bildhöhe des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1 cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl. Fällt die Triggern aus irgendeinem Grunde aus (z. B. falsche LEVEL-Einstellung, fehlendes oder zu kleines Signal unter 3 mm Bildhöhe), wird sofort der Bildschirm dunkelgetastet. Dies ist kein Fehler, sondern bei Normaltriggern prinzipiell bedingt. Der wieder einsetzenden Triggern folgt sofort die Helltastung des Bildschirms.

Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Signalfanke beginnen, muß die mit +/- bezeichnete Taste gedrückt werden. Bei einem Signal mit kurzen Impulsen kann so die Vorder- oder die Rückflanke der Impulse zum Triggern gewählt werden. Bei der Darstellung nur eines Teils des Wellenzugs einer Periode ist die richtige Wahl der positiv steigenden oder negativ fallenden Triggernflanke besonders wichtig.

Für externe Triggern wird die Taste Trig. ext. gedrückt und ein externes Signal der linken BNC-Buchse im X-Feld zugeführt. Dieses externe Triggernsignal muß synchron mit dem Meßsignal sein. Es kann aber auch ein ganzzahliges Vielfaches oder einen ganzzahligen Teil der Meßsignalfrequenz haben. Seine Amplitude sollte $0,5 V_{ss}$ nicht unter- und $5 V_{ss}$ nicht überschreiten. Externe Triggern ist — abhängig von der Signalform — mit automatischer oder mit Normaltriggern (LEVEL-Einstellung) möglich. Die externe Triggernmöglichkeit ist beispielsweise nützlich bei der Brummspannungsmessung von Netzgleichrichtern. Dazu wird der Triggernbuchse eine netzfrequente Sinusspannung der angegebenen Größe zugeführt. Nun ist sofort die stabile Darstellung der am Y-Eingang angelegten Brummspannung möglich, gleichgültig ob es sich um 50 (60) oder 100 (120) Hz Brummfrequenz handelt, selbst wenn ihre Amplitude unter 3 mm Bildhöhe (interne Triggernschwelle) liegt. Ferner kann beurteilt werden, ob überlagerte Störspannungen netzfrequent oder von anderen Generatoren asynchron verursacht sind. Ein am TIMEBASE-Schalter eingestellter Zeitkoeffizient von 10 ms/cm kann zur ersten Beurteilung dienen. Selbstverständlich lassen sich noch viele andere Meßbeispiele für die sinngemäße Anwendung der externen Triggern finden.

Die Kopplungsart des Triggernsignals ist intern wie extern Wechselspannungskopplung (AC). Bei externer Normaltriggern mit LEVEL-Einstellung können alle Signale mit Folgefrequenzen über 2 Hz stabil getriggert werden.

Soll das Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse die Taste TV drücken. Dies ist auch für die Triggern anderer Signale unter 800 Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten Tiefpaß hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggernspannungszuführung unterdrückt werden. Für die Darstellung eines Video-Signals mit Zeilenfrequenz muß dagegen die Taste TV ungedrückt bleiben. In beiden Fällen sollte dabei immer Normaltriggern mit LEVEL-Einstellung zur Anwendung kommen. Außerdem muß die passende Stellung der +/- Taste gewählt werden.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale mit ungedrückter Taste AT/Norm. automatisch getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des Rechtecks zum Nadelimpuls verformt, kann die Umschaltung auf Normaltriggern und die Bedienung des LEVEL-Reglers erforderlich werden. Bei Signalgemischen ist die Triggernmöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die LEVEL-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühl-

vollen Durchdrehen des LEVEL-Reglers bei Normaltriggerung kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, ist in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des Zeit-Feinstellers zu erreichen. Besonders bei Burst-Signalen und Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Start der Triggerung dann auf den jeweils günstigsten Zeitpunkt eingestellt werden. Dabei ist die richtige Wahl der +/- Tastenstellung ebenfalls wichtig.

Alle am TIMEBASE-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die linke Anschlagstellung des Zeit-Feinstellers und eine Länge der Zeitlinie von 7 cm. Bei Rechtsanschlag wird die Ablenkzeit etwa um das 2,5fache verkürzt. Dieser Wert ist jedoch nicht exakt kalibriert. Es ergibt sich dann in der obersten Stellung des TIMEBASE-Schalters eine maximale Auflösung von ca. 200 ns/cm. Die Wahl des günstigsten Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der dargestellten Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung des Zeitkoeffizienten, also mit einer Drehung des TIMEBASE-Schalters nach links.

XY-Betrieb

Zur externen Horizontalablenkung (XY-Betrieb) ist die Taste **Hor. ext.** zu drücken. Das X-Signal muß der rechten BNC-Buchse im X-Feld zugeführt werden. Die Empfindlichkeit des X-Verstärkers ist nicht einstellbar, sie beträgt ca. $0,65 V_{ss}/cm$. Die Spannung an der Buchse darf also nicht mehr als $4,5 V_{ss}$ betragen. Größere X-Spannungen müssen durch einen vorgeschalteten Teiler auf diesen Wert herabgesetzt werden. Die Buchse hat Kondensatorkopplung (AC); es werden also nur Wechsellspannungen übertragen. Die Bandbreite des X-Verstärkers reicht von 2 Hz bis 1 MHz (-3 dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 30 kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt, die oberhalb ca. 100 kHz 3° übersteigt. Fallen die an der Y- und X-Eingangsbuchse angelegten Spannungen aus irgendeinem Grunde aus, wird ein Punkt auf dem Bildschirm abgebildet. Bei zu hoher Strahlhelligkeit (INTENS.-Einstellung) kann dieser Punkt im Bildschirm einbrennen, also die Strahlröhre schädigen!

Ein Anwendungsbeispiel für den XY-Betrieb ist die Darstellung von Lissajous-Figuren zum Frequenzvergleich zweier Generatoren, von denen mindestens einer eine variable Frequenzeinstellung besitzt. Sie werden mit passender Ausgangsspannung einfach an die Y-Eingangsbuchse bzw. an die **Hor. ext.**-Buchse gelegt. Durch Änderung der einstellbaren Frequenz läßt sich die Frequenzübereinstimmung auf Bruchteile von 1 Hz genau festlegen. Aber auch Harmonische und Sub-Harmonische oder die Frequenz- oder Phasen-Konstanz (z. B. in Abhängigkeit von der Temperatur oder der Betriebsspannung) der Generatoren lassen sich so kontrollieren.

Komponenten-Test

Das ELV-UNISCOPE hat einen eingebauten Komponenten-Tester, der durch Drücken der CT-Taste sofort betriebsbereit ist. Der Anschluß eines Bauteils erfolgt über

die zwei Steckbuchsen unterhalb der CT-Taste. Bei gedrückter CT-Taste sind sowohl der Y-Vorverstärker wie auch der Zeitbasisgenerator abgeschaltet. Jedoch dürfen Signalspannungen an den drei BNC-Buchsen weiter anliegen. Deren Zuleitungen müssen also nicht gelöst werden (siehe aber unten „Tests direkt in der Schaltung“). Außer den INTENS.- und FOCUS-Kontrollen haben die übrigen Oszilloskop-Einstellungen keinen Einfluß auf den Testbetrieb. Für die Verbindung des Testobjekts mit den CT-Buchsen sind zwei einfache Meßschnüre, wie sie z. B. bei Multimetern verwendet werden, erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Auslösen der CT-Taste der Oszilloskop-Betrieb übergangslos fortgesetzt werden.

Entsprechend der Schutzklasse des UNISCOPE's und der Schutzklasse eventuell über Meßkabel angeschlossener anderer Netzgeräte ist es möglich, daß die mit Erdzeichen versehene CT-Buchse mit dem Netzschutzleiter verbunden, also geerdet ist. Im allgemeinen ist das für den Test einzelner Bauelemente ohne Belang.

Bei Tests in der Schaltung muß letztere unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Bei schutzgeerdeter Netzanschluß-Schaltung ist es dazu erforderlich, den Netzstecker der zu testenden Schaltung zu ziehen, damit auch deren Schutzerdverbindung aufgetrennt ist. Eine doppelte Schutzleiterverbindung würde zu falschen Testergebnissen führen.

Das Testprinzip ist von bestechender Einfachheit. Der Netztrafo im UNISCOPE liefert eine netzfrequente Sinusspannung, die die Reihenschaltung aus Prüfobjekt und einem eingebauten Widerstand speist. Die Sinusspannung wird zur Horizontalablenkung und der Spannungsabfall am Widerstand zur Vertikalablenkung benutzt.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z. B. ein Widerstand), sind beide Ablenkspannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohm'sche Widerstände zwischen 20Ω und $4,7 k\Omega$ testen.

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung, also auch zwischen den Ablenkspannungen. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. Schrägstellung und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei Netzfrequenz. Kondensatoren werden im Bereich von $0,1 \mu F$ bis $1000 \mu F$ angezeigt.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknice beim Übergang von der leitenden in die nichtleitende Zone. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z. B. bei einer Z-Diode unter 8 V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z. B. die Verstärkung eines Transistors

nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da die am Testobjekt anliegende Spannung nur einige Volt beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Andererseits ist deshalb ein Test der Durchbruch- oder Sperrspannung an Halbleitern für hohe Speisespannung ausgeschlossen. Das ist im allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben.

Recht genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere auch für Halbleiter. Man kann damit z. B. den kathodenseitigen Anschluß einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlußfolge B-C-E eines unbekanntem Transistortyps schnell ermitteln. Wichtiger noch ist die einfache Gut-Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluß, die im Servicebetrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Die übliche Vorsicht gegenüber einzelnen MOS-Bauelementen in bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität wird dringend angeraten. — Brumm kann auf dem Bildschirm sichtbar werden, wenn der Basis- oder Gate-Anschluß eines einzelnen Transistors offen ist, also gerade nicht getestet wird (Handempfindlichkeit).

Tests direkt in der Schaltung sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen — besonders wenn diese bei Netzfrequenz relativ niederohmig sind — ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muß (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Meßpunkt-paare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z. B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluß einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluß sollte dann mit der Prüfbuchse ohne Erdzeichen verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die Prüfbuchse mit Erdzeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist brumm-unempfindlich.

Beim Test in der Schaltung ist es notwendig, die an die BNC-Buchsen des UNISCOPEs angeschlossenen Meßkabel- und Tasterleiter-Verbindungen zur Schaltung hin zu trennen. Sonst ist man nicht mehr wahlfrei bei der Meßpunkt-Abstastung (doppelte Masseverbindung).

Wir sind nun am Schluß der ELV-Serie UNISCOPE angelangt und wünschen Ihnen viel Erfolg beim Nachbau und späteren Einsatz Ihres UNISCOPEs.

ELV-Serie-Modelleisenbahn-Elektronik

Luxus- Modellbahn-Fahrpult

Teil I

In dem hier vorliegenden I. Teil sowie dem in der nächsten Ausgabe folgenden abschließenden II. Teil stellen wir Ihnen ein Luxus-Modellbahn-Fahrpult vor, das wohl keine Wünsche bezüglich Bedienungs- und Fahrkomfort offen läßt.

Die Features reichen von einer stufenlos einstellbaren Anfahr- und Bremsverzögerung über eine in drei Bereichen ebenfalls stufenlos einstellbare Impuls-/Breitensteuerung bis hin zur optischen Anzeige des Betriebszustandes.

Allgemeines

Je länger und intensiver man das Modellbahnhobby betreibt, desto größer werden im allgemeinen die Ansprüche an die Modellbahnanlage hinsichtlich Ausstattung und Komfort. Ein wesentlicher Aspekt ist hierbei eine möglichst gute Übereinstimmung zwischen Modell und Original herzustellen. Der maßstabsgetreue Nachbau der gesamten Anlage wie auch die vorbildgetreue Orientierung der technischen Ausstattung zählen dazu. Ein weiterer wesentlicher Punkt, den wir mit Hilfe der hier vorgestellten Schaltung lösen wollen, bezieht sich auf die vorbildgetreuen Fahreigenschaften der Modellbahnzüge. Besonders das Anfahren und Bremsen sowie Rangier- oder Schnellzugbetrieb sind mit Hilfe des hier vorgestellten Luxus-Modellbahn-Fahrpultes gut in den Griff zu bekommen.

Das Blockschaltbild

In Bild 1 ist das Blockschaltbild des Luxus-Modellbahn-Fahrpultes dargestellt.

Über den Netztransformator wird die Netzwechselspannung von 220 V auf ca. 17 V heruntertransformiert und anschließend gleichgerichtet und geglättet.

Eine daran anschließende elektronische Stabilisierung sorgt für konstante Spannungsverhältnisse zur Versorgung der eigentlichen Schaltung des Fahrpultes, unabhängig von Eingangsspannungsschwankungen oder Laständerungen.

Die Endstufe gibt über den Polwender den über die Steuerschaltung entsprechend aufbereiteten Strom auf die Gleise.

Eine Steuerschaltung besteht aus den unten 6 Funktionsblöcken:

1. Einstellung des Geschwindigkeitsbereiches
 - a) 0–100%
 - b) 0–ca. 60%
 - c) ca. 40%–100%

2. Einstellung der Anfahr- und Bremsverzögerung
3. Geschwindigkeitseinstellung (Bereich ist abhängig von 1.)
4. Mit der Nullstellungsdrückung werden die Restimpulse unterdrückt, die noch anstehen, wenn sich das Geschwindigkeitseinstellpoti am Linksanschlag befindet. Hierdurch wird ein Brummen der Züge im Stand unterdrückt.
5. Die Takterzeugung mit Pulsbreitensteuerung dient zum einen dazu, eine konstante Steuerfrequenz von ca. 80 Hz zu erzeugen und zum anderen die Impulsbreiten mit Hilfe der entsprechenden Regler zu verändern.
6. Die Endstufensteuerung dient, wie der Name schon sagt, zur Ansteuerung der Endstufen, wobei als Besonderheit eine kleine Tastlücke zwischen den einzelnen Schaltphasen erzeugt wird, so daß eine Überschneidung beim Schalten der beiden Endstufentransistoren ausgeschlossen wird.

Bedienung

Anhand der obenstehenden Abbildung ist das gelungene Design des ELV-Luxus-Modellbahn-Fahrpultes, das sich in einem formschönen flachen Pultgehäuse befindet, gut zu erkennen.

Zentral in der Mitte befindet sich ergonomisch günstig angeordnet der Geschwindigkeitseinstellregler.

Sein Regelbereich wird mit dem links unten befindlichen Bereichseinsteller vorgegeben. Drei Bereiche können gewählt werden:

- a) Gesamtbereich von 0–100%
- b) Rangierbereich von 0–ca. 60%
- c) Schnellzugbetrieb von ca. 40%–100%.

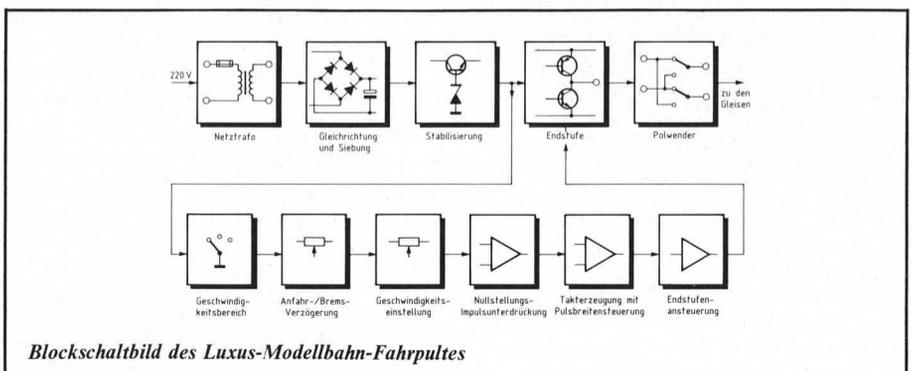
Der jeweils gewählte Bereich wird mittels der drei linken, oben angeordneten Leuchtdioden angezeigt.

Der über dem Bereicheinstellpoti befindliche Regler dient der Einstellung der Anfahr- und Bremsverzögerung. Diese kann in einem großen Bereich von 0 beginnend stufenlos festgelegt werden.

Die Fahrrichtung wird mit Hilfe der beiden darüber befindlichen Taster festgelegt und mit den beiden rechten Leuchtdioden angezeigt.

Oben links befindet sich der Knopf für die Notbremsung. Dieser ist erforderlich, wenn z. B. eine große Bremsverzögerung eingestellt wurde, und man sich mit dem Bremsweg verschätzt hat. Durch Betätigen des Notbremstasters wird der Zug abrupt abgebremst.

In der nächsten Ausgabe stellen wir Ihnen dann den II. und letzten Teil mit Schaltbild und Platinenlayout vor.



Blockschaltbild des Luxus-Modellbahn-Fahrpultes