

ELV *journal*

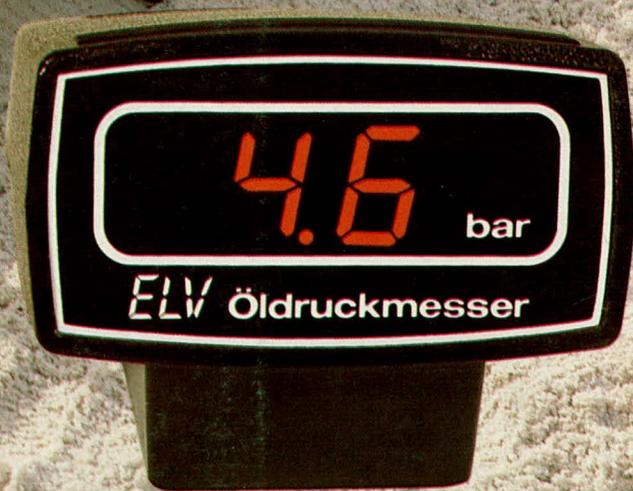
Nr. 35

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

Digitaler Kfz-Öldruckmesser



In dieser Ausgabe:

ELV-Serie 7000:
Super-Frequenz-Kalibrator

ELV micro-line:
Präzisions-
Spannungsreferenz

ELV-Serie Kfz-Elektronik:
Digitaler Öldruckmesser
Kfz-Stromwächter
Kfz-Frostwarner
ELV Abgastester AT 7001

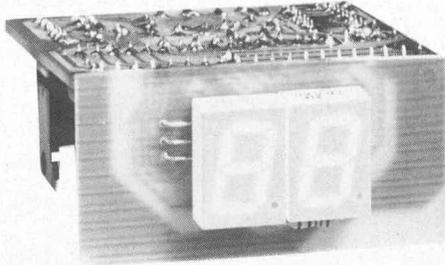
Quarz-Ofen
Quarztester

Komfort-Haustelefon-
Anlage
für 2-10 Telefone

Zusätzlich in dieser
Ausgabe:
Neue Vorverstärker zum
1 GHz-Frequenzzähler
FZ 7000

Mit
Platinenfolien

ELV-Serie Kfz-Elektronik: Digitaler Öldruckmesser



Aufbau vollkommen ohne Abgleich

Zur genauen digitalen Messung des Öldruckes dient dieses speziell für den Einsatz im Kfz konzipierte Meßgerät. Als Meßwertaufnehmer kann z. B. ein Öldruckgeber der Firma VDO eingesetzt werden, der für fast alle Autotypen lieferbar ist und überall im Kfz-Handel angeboten wird.

Allgemeines

Die genaue Anzeige und damit Kenntnis des Öldruckes liefert wertvolle Hinweise auf den jeweiligen Zustand des Motors.

Bei der Auswertung und Interpretation der Meßwerte muß man hierbei zwischen der Kurzzeit und Langzeitanzeige unterscheiden.

Die unmittelbare direkte Anzeige des Öldruckes im Kfz-Motor liefert Hinweise auf den jeweiligen Betriebszustand. Bei kaltem Motor weist der Öldruck im gesamten Drehzahlbereich des Motors erhöhte Werte auf. Sobald die Betriebstemperatur des Motors erreicht wurde und das Motorenöl seine volle Schmierfähigkeit erreicht hat, sinkt der Öldruck auf seinen Nennwert ab. Hierbei darf er jedoch auch bei der niedrigsten Leerlaufdrehzahl einen Minimalwert nicht unterschreiten.

Die Langzeitkontrolle des Öldruckes hingegen läßt Rückschlüsse auf den Abnutzungsgrad des Kfz-Motors zu. Bei fortschreitendem Verschleiß des Motors und damit zunehmendem Spiel der Passungen von Dichtungen und Lagern, wird der Öldruck im allgemeinen stetig leicht abnehmen. Hierbei muß man selbstverständlich gleiche Betriebszustände von früheren Anzeigen (z. B. Kilometerstand 10 000) und aktueller Anzeige (z. B. Kilometerstand 20 000) miteinander vergleichen. Lag der

Öldruck bei einem relativ neuen Motor im Leerlauf z. B. bei 1,5 bar und ist er inzwischen nach 100 000 Kilometern Fahrleistung auf 0,5 bar abgesunken, so läßt dies auf eine starke Abnutzung des Motors schließen, während ein nur geringfügig abgesunkener Öldruck noch eine weitere längere Motorlebensdauer erwarten läßt. Daß selbstverständlich noch eine Vielzahl anderer Fehlerquellen dabei unberücksichtigt sind, darf allerdings nicht vergessen werden.

Zur Schaltung

Bei unseren Testgeräten wurden die weit verbreiteten Öldruckgeber der Firma VDO als Meßwertaufnehmer eingesetzt. Sie besitzen einen Nennwiderstandswert von 184 Ω am Meßbereichsendwert. Je nach Fahrzeugtyp kommt ein Öldruckgeber bei Pkw's von 0-5 bar oder aber von 0-10 bar zum Einsatz.

Die im ELV-Labor entwickelte Schaltung eines digitalen Öldruckmessers ist so ausgelegt, daß in Verbindung mit dem vorstehend beschriebenen Öldruckgeber ein Abgleich nicht mehr erforderlich ist.

Die Schaltung besitzt 3 Verbindungspunkte zum Fahrzeug. Über Punkt „a“ wird die positive Versorgungsspannung von 9-15 V zugeführt, während Punkt „b“ an die Fahr-

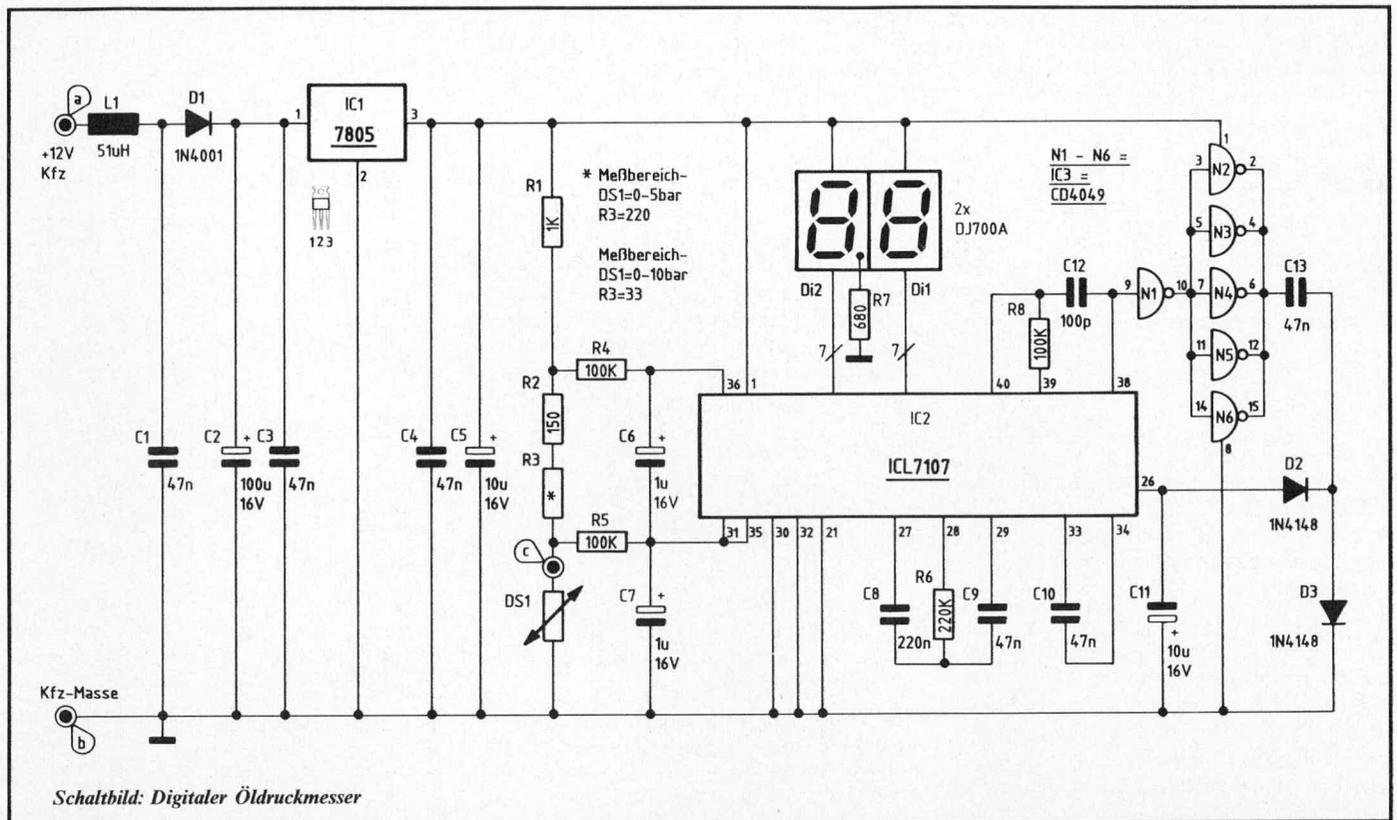
zeugmasse (negative Versorgungsspannung) gelegt wird.

Da der Öldruckgeber mit einem seiner beiden Anschlüsse ebenfalls mit der Fahrzeugmasse verbunden ist, benötigt unsere Schaltung zur Zuführung des Meßwertes lediglich eine weitere Zuleitung, die an den Punkt „c“ angeschlossen wird.

Zur Umsetzung des Meßwertes in eine zweistellige digitale Anzeige, dient der bekannte Analog-/Digital-Wandlerbaustein des Typs ICL 7107 (IC 2). Meß- und Referenzgänge liegen an der Reihenschaltung, bestehend aus R 1 bis R 3 sowie dem Widerstand des Öldruckgebers, der dem Öldruck proportional ist (Meßbereichsendwert: typ. 184 Ω).

Hierbei liegt der positive Referenzspannungseingang über R 4 an der vorstehend beschriebenen Reihenschaltung, während der negative Referenzspannungseingang sowie der positive Meßspannungseingang gemeinsam über R 5 ihren Meßwert zugeführt bekommen. Der negative Meßspannungseingang ist mit der Schaltungsmasse verbunden.

Ohne die Zuführung einer separaten negativen Versorgungsspannung, kann das IC 2 jedoch keine Messungen im eigenen System vornehmen. Wir benötigen also noch eine zusätzliche negative Versorgungsspannung,



die unterhalb der Schaltungsmasse liegt. Hierzu bedienen wir uns eines einfachen Spannungswandlers, der mit dem IC 3 (Gatter N1 bis N6), D2, D3 sowie C11 und C13 aufgebaut ist. Die Funktionsweise ist wie folgt:

Die bei ca. 100 kHz liegende Frequenz des im IC 2 integrierten Oszillators, wird an Pin 38 ausgekoppelt und auf den Eingang (Pin 9) des als Puffer und Inverter arbeitenden Gatters N1 gegeben. Der Ausgang (Pin 10) steuert nun 5 parallel geschaltete Eingänge der Gatter N2 bis N6. Die entsprechenden Ausgänge sind ebenfalls alle parallel geschaltet, um eine höhere Strombelastbarkeit zu erreichen.

C13 bewirkt nun in Verbindung mit D2/D3 eine Gleichrichtung dieses Wechselspannungssignales bei zusätzlicher Pegelverschiebung. An Pin 26 liegt dann eine mit C11 gepufferte Spannung an, die gegenüber der Schaltungsmasse ein negatives Vorzeichen aufweist. Die Spannungshöhe beträgt ca. 3 bis 4 V.

Durch vorstehend beschriebene Maßnahme wird mit verhältnismäßig geringem Aufwand an Bauelementen und Kosten eine Schaltung realisiert, die es ermöglicht, mit einer einzigen positiven Versorgungsspannung (5 V/IC 1) eine auf Masse bezogene Messung mit dem IC des Typs ICL 7107 durchzuführen, wie dies auch im vorliegenden Fall praktiziert wird.

Da die Spannungen im Kfz-Bordnetz im allgemeinen von größeren Störimpulsen überlagert sind, wurde zur Spannungsversorgung der Festspannungsregler des Typs 7805 (IC 1) mit vorgeschalteter Gleichrichterdiode (gleichzeitig Verpolungsschutz) und Entkopplungsdrossel eingesetzt. Dies sichert ein hohes Maß an Störsicherheit und die digitale Anzeige weist ruhige und kontinuierliche Meßwerte auf.

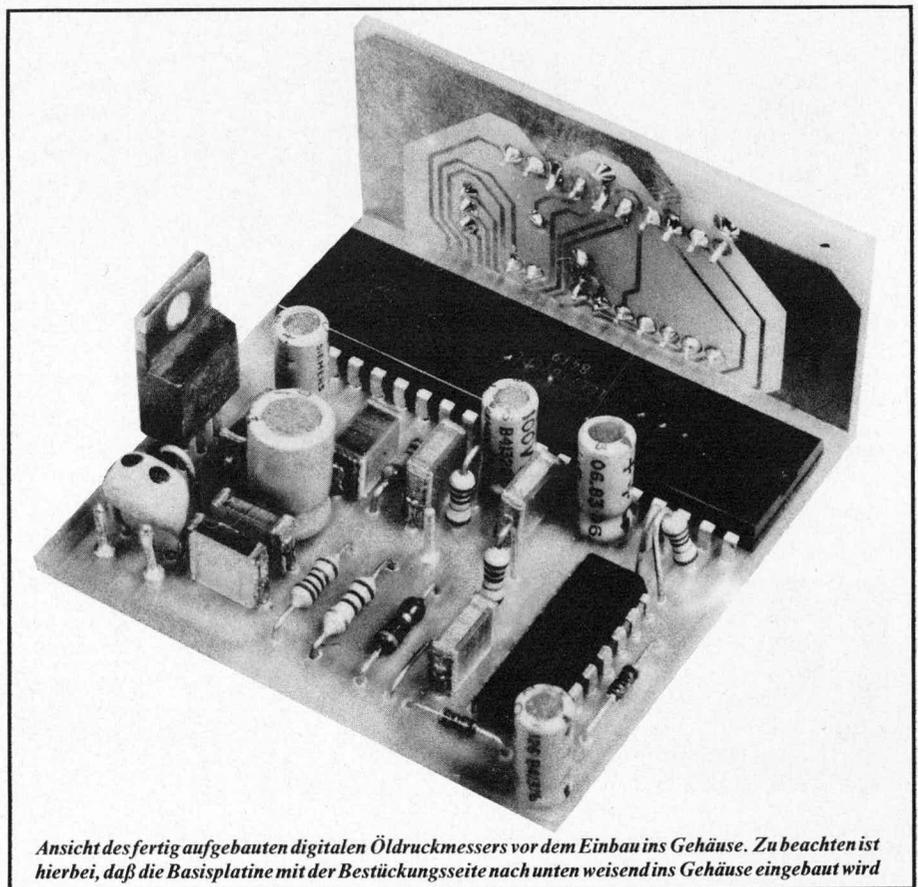
Kalibrierung

Wird ein VDO-Öldruckgeber mit einem Meßbereichsendwert von 5 bar eingesetzt, so beträgt der Widerstandswert von R 3 = 220 Ω. R 3 = 33 Ω bei 10 bar Meßbereichsendwert.

Eine Kalibrierung ist hierbei nicht erforderlich.

Werden hingegen andere Öldruckgeber eingesetzt, deren Meßprinzip allerdings ebenfalls auf einem linearen Zusammenhang von Öldruck zu Ausgangswiderstand beruhen muß, ist der Skalenfaktor ggf. zu ändern, d. h. für R 2 und R 3 sind entsprechend andere Widerstandswerte einzusetzen.

Die Reihenschaltung von R 2 und R 3 kann nach folgender Formel berechnet werden,



unter der Voraussetzung, daß der Meßbereichsendwert des verwendeten Druckaufnehmers sowie der entsprechend zugehörige Widerstandswert am Meßbereichsendwert bekannt sind:

$$R_{\text{ref}} (\Omega) = \frac{R_{\text{Endwert}} (\Omega) \times 10 \text{ bar}}{P_{\text{Endwert}} (\text{bar})}$$

Für den VDO Öldruckgeber mit einem Meßbereichsendwert von 5 bar, ergibt sich folgender Referenzwiderstandswert:

$$R_{\text{ref}} (\Omega) = \frac{184 (\Omega) \times 10 \text{ bar}}{5,0 \text{ bar}} = 368 \Omega$$

Dieser Wert wird in unserer Schaltung durch die Reihenschaltung von 150 Ω und 220 Ω = 370 Ω sehr gut erreicht. Die Differenz von 2 Ω liegt unterhalb der Widerstandsgenauigkeit und ist vollkommen vernachlässigbar.

Ist weder der Meßbereichsendwert noch der zugehörige Widerstandswert des verwendeten Öldruckgebers bekannt, so setzt man für R 3 einen Spindeltrimmer von zunächst 1 k Ω ein und stellt die Anzeige des ELV Öldruckmeßgerätes auf den Wert des gerade anliegenden tatsächlichen Öldruckes ein. Hierzu ist allerdings die genaue Kenntnis des Öldruckes erforderlich. Der Reihenwiderstand R 2 sowie der Wert des eingesetzten Spindeltrimmers sind ggf. den Erfordernissen entsprechend anzupassen.

Meßgenauigkeit

Bei der Angabe der Meßgenauigkeit darf man sich nicht auf die technischen Daten des sehr genau arbeitenden Analog-/Digital-Wandlers des Typs ICL 7107 beziehen, die bei ca. 0,05 % liegen. Unter Berücksich-

tigung aller schaltungstechnischen Gegebenheiten, liegt die realistische Genauigkeit der Schaltung bei ca. 0,5 %, wobei der eigentliche Öldruckgeber hiervon ausklammert ist.

Nach den von uns gemachten Erfahrungen kann man beim Öldruckgeber mit Genauigkeiten von einigen Prozenten rechnen. Obwohl diese Daten auf den ersten Blick „nicht berauschend“ sind, so liegen sie doch im allgemeinen deutlich über den praktischen Erfordernissen. Mit der hier vorgestellten Schaltung eines Öldruckmeßgerätes kann daher ein wertvolles, praxisorientiertes Kfz-Zusatzgerät erstellt werden.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente können auf zwei kleinen Platinen untergebracht werden, die in bewährter Weise direkt miteinander zu verlöten sind.

Zunächst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die zunächst noch nicht miteinander verbundenen Platinen gesetzt und verlötet.

Nachdem die Bestückungsarbeiten abgeschlossen sind, können die beiden Leiterplatten im rechten Winkel miteinander verbunden werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1 bis 2 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine vorsteht.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß die Basisplatine später beim Einbau in das dazu passende Gehäuse aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik mit der Leiterbahnseite nach obenweisend positioniert wird.

Wir wünschen unseren Lesern viel Erfolg beim Nachbau und späteren Einsatz dieses interessanten Meßgerätes.

Stückliste: Digitaler Öldruckmesser

Halbleiter

IC 1	.....	7805
IC 2	.....	ICL 7107
IC 3	.....	CD 4049
D 1	.....	1N4001
D 2, D 3	.....	1N4148
Di 1, Di 2	.....	DJ 700A

Kondensatoren

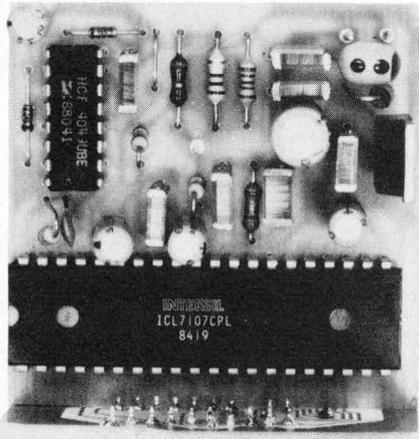
C 1, C 3, C 4, C 9, C 10, C 13	47 nF
C 2	100 μ F/16 V
C 5, C 11	10 μ F/16 V
C 6, C 7	1 μ F/16 V
C 8	220 nF
C 12	100 pF Ker.

Widerstände

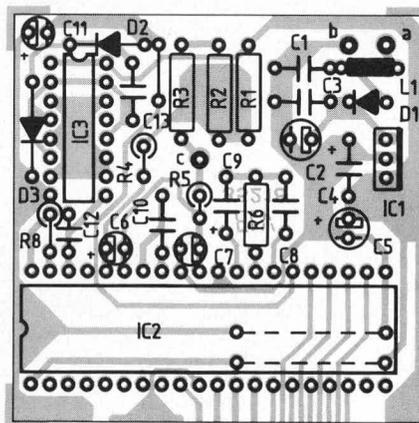
R 1	.....	1 k Ω
R 2	.....	150 Ω
R 3	.....	*33 Ω bei 10 bar * 220 Ω bei 5 bar
R 4, R 5, R 8	.....	100 k Ω
R 6	.....	220 k Ω
R 7	.....	680 Ω

Sonstiges

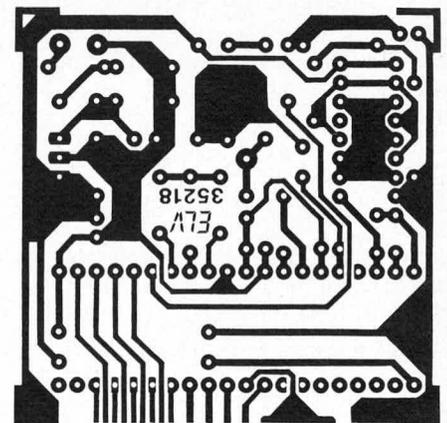
L 1	Drossel 51 μ H
3	Lötstifte



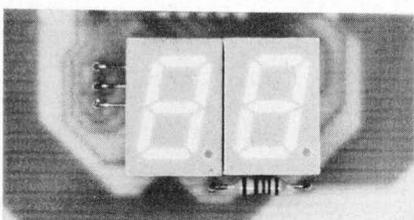
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine



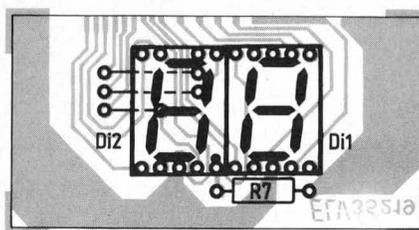
Bestückungsseite der Basisplatine



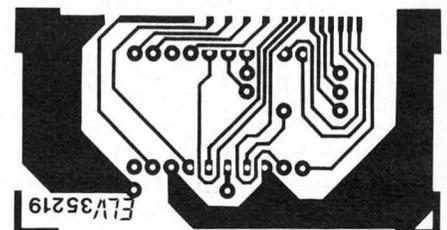
Leiterbahnseite der Basisplatine



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine



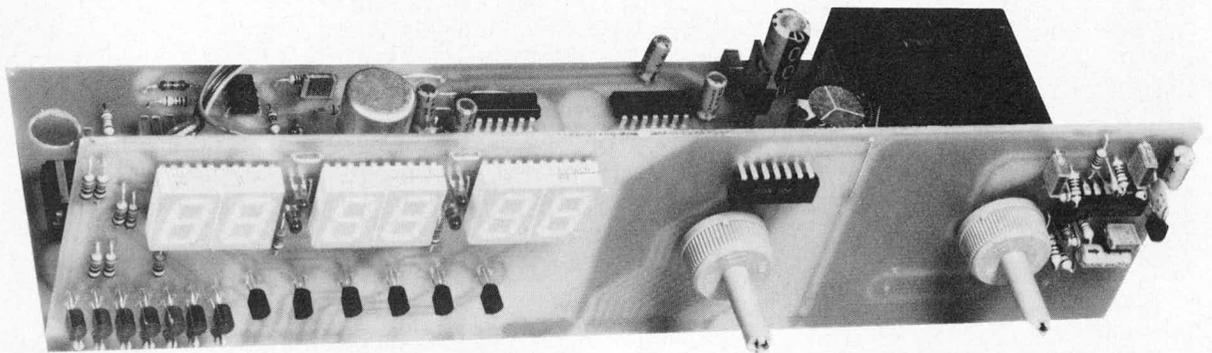
Bestückungsseite der Anzeigenplatine



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine

ELV-Serie 7000

Super-Frequenz-Kalibrator FK 7000



II. Teil

In diesem zweiten und gleichzeitig letzten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen das Layout mit dem Bestückungsplan sowie die Beschreibung des Nachbaus und der Kalibrierung vor.

Der ELV-Super-Frequenz-Kalibrator zeichnet sich zur präzisen Einstellung von Quarzoszillatoren (z. B. in Frequenzzählern) sowie zur Kalibrierung von hochwertigen Oszilloskopen und Tastköpfen aus.

Zum Nachbau

Durch die besonders hochwertige Schaltung ist es von Vorteil, daß sämtliche Bauelemente auf den beiden Platinen untergebracht werden können und die Leiterbahnführung dadurch genau festgelegt ist. Besonders bei den extrem hohen Spannungsanstiegsgeschwindigkeiten der Ausgangsrechtecksignale spielt die Leiterbahnführung eine ganz wesentliche Rolle. Bereits geringfügige Veränderungen können die Qualität des Ausgangssignals erheblich beeinflussen. Lediglich einige wenige Verbindungspunkte, wie z. B. die Anschlüsse der Drucktaster zum Stellen der eingebauten Digital-Referenz-Uhr, sind mit flexiblen isolierten Leitungen durchzuführen. Diese Verbindungen sind jedoch von untergeordneter Bedeutung und haben keinen Einfluß auf die Qualität des Ausgangssignals.

Der Nachbau dieses professionellen Gerätes gestaltet sich daher recht einfach und nach Abschluß der Arbeiten steht ein qualitativ hochwertiges Referenzgerät zur Verfügung, das selbst industriellen Ansprüchen genügen dürfte.

Anhand der Bestückungspläne sind die Platinen in gewohnter Weise zu bestücken. Zunächst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente eingelötet.

Nachdem die Bestückung der Leiterplatten noch einmal sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Basisplatine gelötet werden, und zwar so, daß sie ca. 2 mm unterhalb der Basisplattenunterseite hervorsteht.

Jetzt können die bereits in die Frontplatte gesetzten Ausgangsbuchsen mit kurzen Silberschaltdrahtabschnitten mit der Anzeigenplatine verbunden werden.

Abschließend wird die dreiadrige Netzzuleitung durch die Zugentlastung in der Gehäuserückwand geführt und direkt mit den beiden Anschlußstiften rechts hinter dem Trafo verlötet, wobei der Schutzleiter an alle von außen berührbaren Metallteile anzuschließen ist (Taster, Buchsen etc.). Die Netzzuleitung sollte im Gehäuse so verlegt werden, daß auch beim Abreißen einer Lötstelle das Netzkabel keine Bauelemente der eigentlichen Schaltung berühren kann. Hierdurch soll erreicht werden, daß selbst im Störfall die Ausgangsbuchsen keine Netzspannung führen können.

Die Qualität der Ausgangsrechteckspannungen kann ggf. noch weiter verbessert werden, wenn sowohl die Gehäusehalbschalen als auch die Front- und Rückplatte mit Graphitspray eingesprüht und mit der Schaltungsmasse verbunden werden.

Kalibrierung

Aufgrund der hochwertigen und ausgereiften Schaltungskonzeption kann der hier vorgestellte ELV-Super-Frequenz-Kalibrator auf eine Frequenzgenauigkeit von ca. 3×10^{-8} gebracht werden. Hierzu ist selbstverständlich eine besonders sorgfältige Kalibrierung des Gerätes sehr wesentlich, die vom Prinzip her durchaus einfach vorgenommen werden kann.

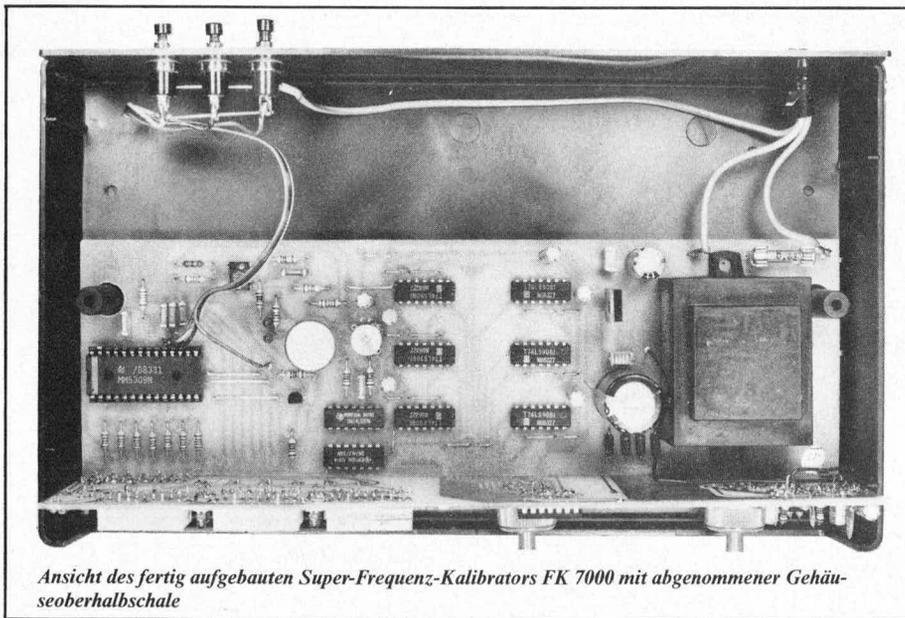
Die exakte Einstellung des Referenz-Quarz-Oszillators kann ohne fremde Hilfe auf einfache Weise durchgeführt werden. Hierzu wird zunächst die eingebaute Referenz-Digital-Uhr mit Hilfe der Taster Ta 1 bis Ta 3 anhand einer Referenz-Uhr (z. B. Tagesschau-Gong) auf die exakte Uhrzeit eingestellt. Nach einem genau festgelegten Zeitraum registriert man die Abweichung (z. B. Tagesschau-Gong) am nächsten Tag.

Der C-Trimmer C 13 wird jetzt um ein kleines Stückchen verdreht, das man sich möglichst genau merkt. Wieder einen Tag später stellt man erneut die Abweichung fest. Ist sie größer geworden, wird der Trimmer jetzt in die entgegengesetzte Richtung geringfügig gedreht, im anderen Fall in die gleiche Richtung.

Dieser Vorgang ist so häufig zu wiederholen, bis die Abweichungen der Referenz-Digital-Uhr praktisch nicht mehr meßbar sind.

Verständlicherweise sind die Zeiträume zur Überprüfung und Feststellung einer Abweichung mit zunehmender Genauigkeit größer zu wählen, wobei der Trimmer C 13 nur noch ganz wenig verdreht werden darf.

Sollte der Einstellbereich des C-Trimmers nicht ausreichen, kann hierzu ggf. ein weiterer Kondensator (z. B. 22 pF) parallel bzw. in Reihe geschaltet werden. Geht die Uhr zu schnell, so ist der Kondensator parallel zu schalten, während bei zu langsam gehender Uhr der Zusatzkondensator in Reihe zu schalten ist. Bei den von uns ange-



Ansicht des fertig aufgebauten Super-Frequenz-Kalibrators FK 7000 mit abgenommener Gehäusoberhalschale

gebenen Werten dürfte jedoch der Einstellbereich von C 13 ausreichend dimensioniert sein.

Sind die Gangabweichungen der Referenz-Digital-Uhr schon sehr gering geworden, kann die Einstellung des Trimmer-Kondensators, bedingt durch die kleinen Änderungen, schwierig werden. Zur Erleichterung einer genauen Einstellung sind neben C 13 zwei Bohrungen in einem Abstand von 5 mm vorgesehen. Hier können zwei ca. 20 mm lange Silberschaltdrähte, senkrecht nach oben weisend, eingelötet werden. Durch die Änderung des Abstandes dieser beiden parallel zueinander angeordneten Drähte, kann deren Kapazität und damit die Ganggenauigkeit der Referenz-Digital-Uhr eingestellt werden. Die beiden Drähte wirken als Platten eines sehr kleinen Kondensators mit der Umgebungsluft als Dielektrikum. Der Abstand der Drähte sollte nur wenige mm betragen. Eine Verringerung des Abstandes bedeutet eine Erhöhung der Kapazität, d. h. die Uhr geht langsamer. Auf diese Weise ist ein Feinabgleich leichter möglich.

Selbstverständlich ist auch eine Kalibrierung der Oszillatorfrequenz des Referenz-Quarzoszillators möglich, so daß der vorstehende, etwas zeitaufwendige, Abgleich entfallen kann. Hierzu muß jedoch gesagt werden, daß der Referenzzähler zur Einstellung des ELV-Super-Frequenz-Kalibra-

tors eine Genauigkeit von 0,03 ppm aufweisen muß, um eine Abweichung von ± 1 Sekunde pro Jahr zu realisieren. Da ein entsprechend genauer Zähler in den meisten Fällen nicht zur Verfügung stehen wird, haben wir die etwas zeitaufwendige, jedoch sehr einfach durchzuführende Abgleichmethode beschrieben.

Ist der Abgleich des Referenzquarzoszillators anhand der eingebauten Referenz-Digital-Uhr erfolgreich abgeschlossen, so weisen die mit S 1 wählbaren Ausgangsfrequenzen eine Abweichung von 3×10^{-8} auf, unter der Voraussetzung, daß die Gangabweichung der Referenz-Digital-Uhr bei ca. 1 Sekunde pro Jahr liegt.

Hierbei empfiehlt es sich, das Gerät permanent eingeschaltet zu belassen, um eine genaue Rangzeitüberwachung des Referenzzeitoszillators sicher vornehmen zu können. Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, das Gerät nach abgeschlossenem Abgleich auszuschalten und erst bei Bedarf wieder in Betrieb zu nehmen. Eine Anheizzeit von ca. 30 Minuten ist unbedingt einzuhalten. Nach Ablauf dieser Zeitspanne stehen die Ausgangsfrequenzen mit guter Genauigkeit zur Verfügung. Die vollen Leistungsdaten des Gerätes werden jedoch nur im Dauerbetrieb erreicht, wobei man sich vor Augen halten muß, daß bei einer Frequenz von 1 MHz eine Abweichung von ca. 0,03 Hz (!) auftritt.



Ansicht des Super-Frequenz-Kalibrators FK 7000

Stückliste: Super-Frequenz-Kalibrator FK 7000

Halbleiter

IC 1	.....	7805
IC 2	.....	78L05
IC 3	.....	MM 5309
IC 4	.....	TLC 271
IC 5	.....	SQ 2,00
IC 6	.....	74LS00
IC 7	.....	74LS73
IC 8-IC 13	.....	74LS90
IC 14	.....	74LS73
IC 15	.....	74HC00
T 1-T 7	.....	BC 548
T 8-T 13	.....	BC 328
T 14	.....	BC 548
D 1-D 4	.....	1N4001
D 7-D 12	.....	LED, rot, 3 mm
Di 1-Di 6	.....	DJ700A

Kondensatoren

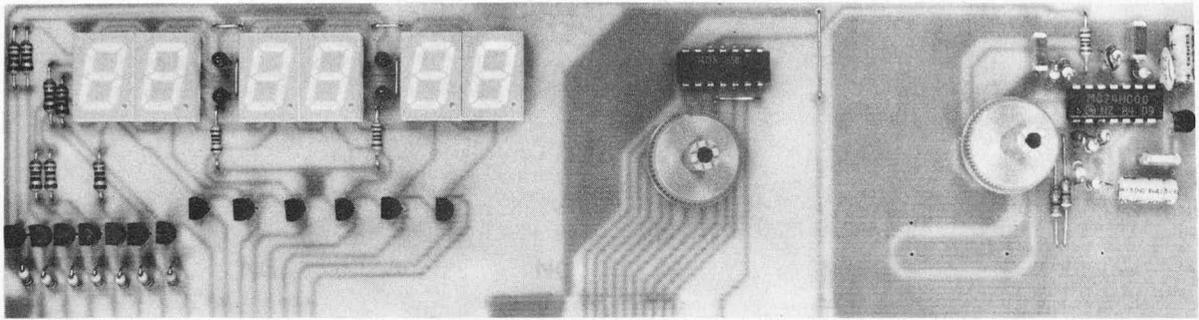
C 1	.....	2200 μ F/35 V
C 2, C 10	.....	100 nF
C 3, C 5, C 7,		
C 11, C 15-C 17, C 21	.....	10 μ F/16 V
C 4, C 19, C 20	.....	47 nF
C 6, C 22	.....	22 nF Ker.
C 8, C 12, D 14, C 23-C 25	.....	10 nF
C 9	.....	220 μ F/16 V
C 13 Trimmerkondensator	.....	4-40 pF
C 18	.....	10 pF Ker.

Widerstände

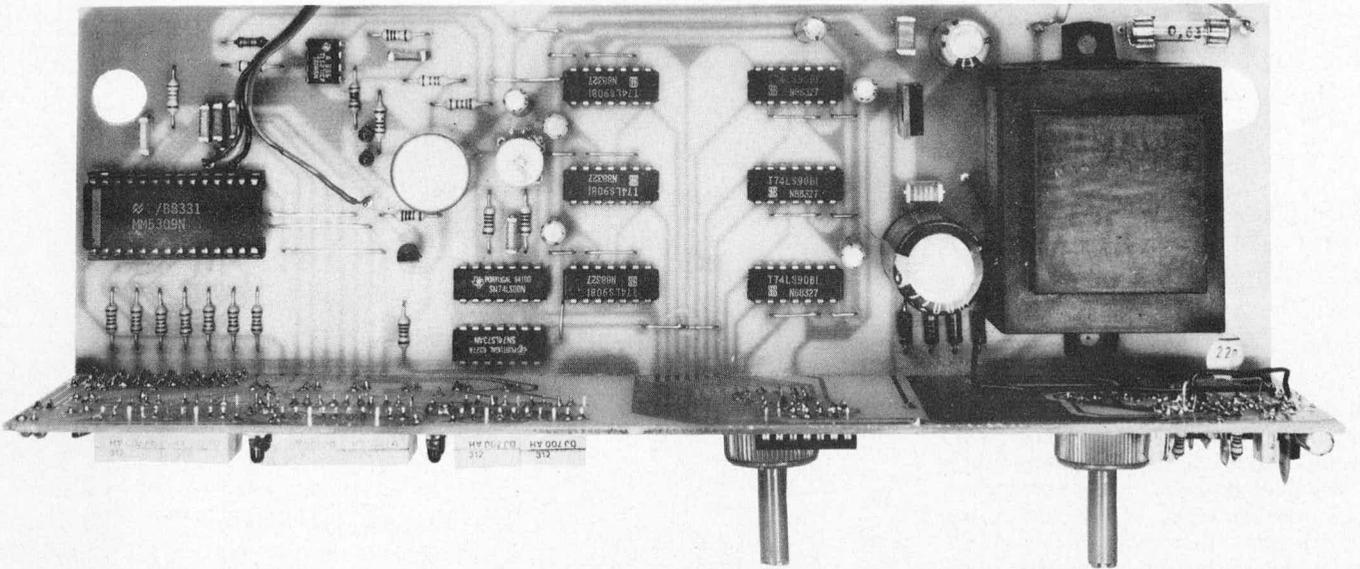
R 1	.....	180 k Ω
R 2-R 8	.....	2,2 k Ω
R 9-R 15, R 29, R 40	.....	4,7 k Ω
R 16-R 22	.....	330 Ω
R 23, R 24, R 31, R 36	.....	1 k Ω
R 25, R 33-R 35,		
R 37-R 39, R 47	.....	10 k Ω
R 26	.....	56 k Ω
R 27	.....	12 k Ω
R 28	.....	5,6 k Ω
R 30	.....	1 M Ω
R 32	.....	10 Ω
R 41	.....	3,9 k Ω
R 42	.....	560 Ω
R 43, R 46	.....	47 Ω
R 44, R 45	.....	470 Ω

Sonstiges

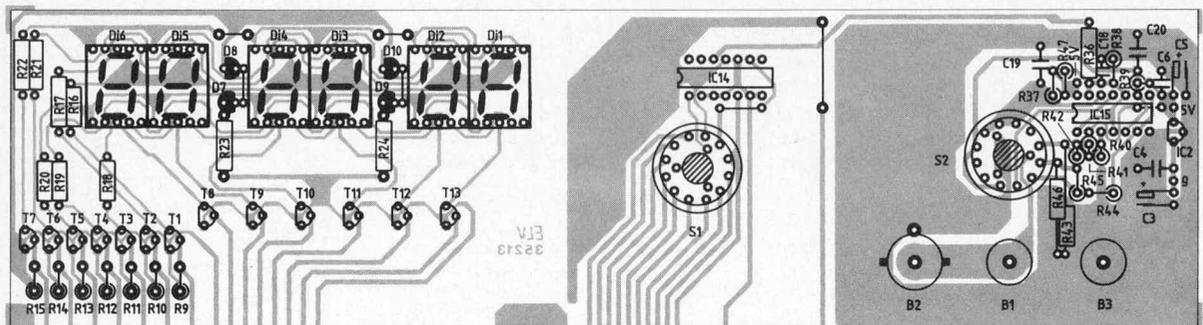
- Si 1 0,1 A
- 1 Platinsicherungshalter
- Tr 1 prim.: 220 V, 8 VA
- sek.: 12 V, 0,7 A
- Ta 1, Ta 2 Schließer 1 x ein
- Ta 3 Öffner 1 x aus
- S1 ITT-Präzisionsdreheschalter 12.1 S
- S2 ITT-Präzisionsdreheschalter 4.3 S
- 1 m isolierter Schalterdraht
- 30 cm Silberdraht
- 3 Lötflansen 6,2 mm
- 6 Lötstifte



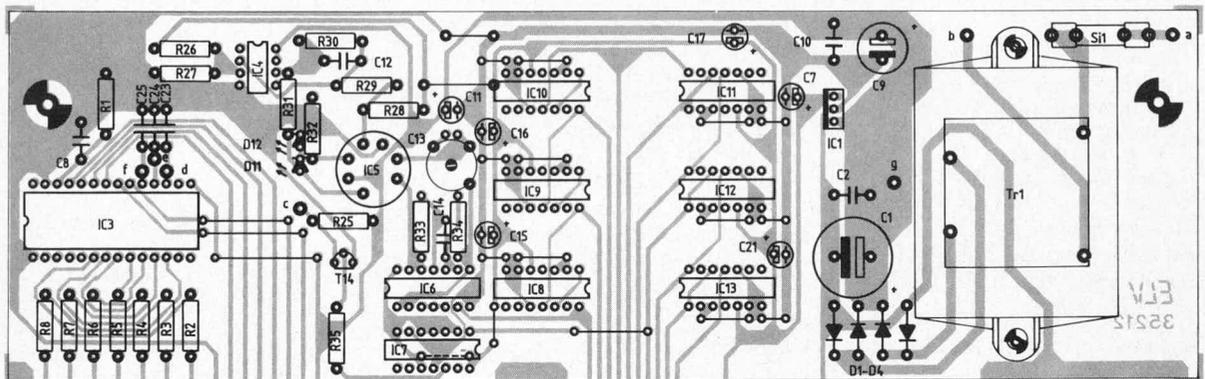
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des ELV-Super-Frequenz-Kalibrators FK 7000



Ansicht des betriebsfertigen ELV-Super-Frequenz-Kalibrators FK 7000 von oben, vor dem Einbau ins Gehäuse

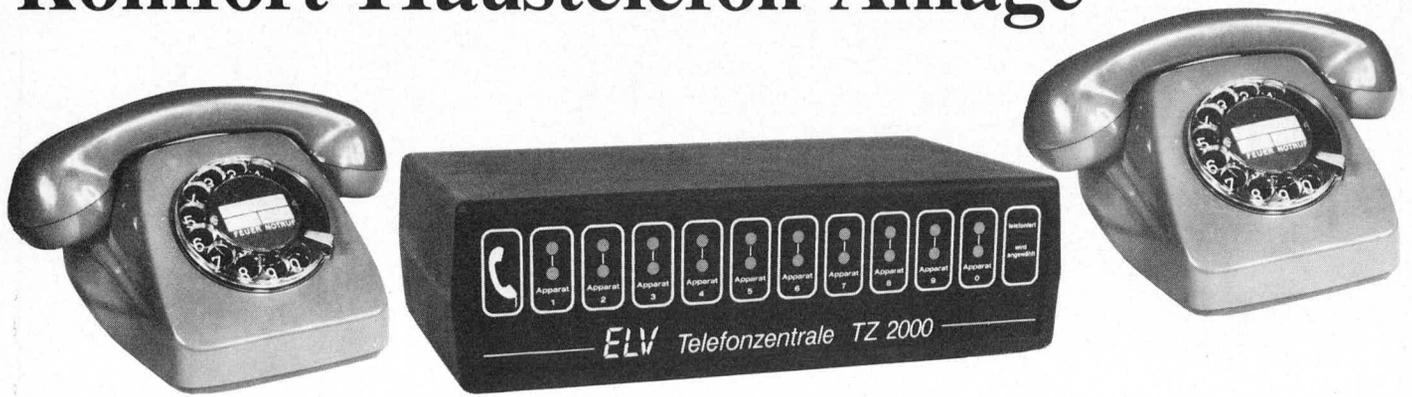


Bestückungsseite der Anzeigenplatine des ELV-Super-Frequenz-Kalibrators FK 7000 (Originalgröße: 245 x 65 mm)



Bestückungsseite der Basisplatine des ELV-Super-Frequenz-Kalibrators FK 7000 (Originalgröße: 245 x 75 mm)

Komfort-Haustelefon-Anlage



Zwei bis zehn Nebenstellen können an diese komfortable Haustelefon-Anlage angeschlossen werden. Als Nebenstellen eignen sich „ganz normale“ Post-Telefonapparate, die vielfach gebraucht sehr günstig angeboten werden.

Die Anlage arbeitet so, wie man es von einem „normalen“ Telefon gewohnt ist. Freizeichen, Rufzeichen, Besetztton, Klingelzeichen und selbst der Wählvorgang werden „naturgetreu“ durchgeführt. Der Anschluß der Telefonapparate erfolgt über eine Zweidraht-Verbindung, wodurch der Einsatz besonders anwenderfreundlich ist.

Allgemeines

Ob eine Verbindung von der Küche zum Wohnzimmer, vom Eßzimmer zum Hobbykeller oder vom Büro zum Gartenhaus hergestellt werden soll, mit der hier vorgestellten Komfort-Haustelefon-Anlage ist dies kein Problem. Von der Zentrale ist zu jedem der angeschlossenen Telefonapparate jeweils nur eine zweiadrige Leitung zu ziehen. Von den max. 10 anschließbaren Teilnehmern (Telefonapparaten) kann jeder mit jedem telefonieren und das praktisch zum „Nulltarif“.

Lediglich die einmaligen, jedoch sehr günstigen, Anschaffungskosten sowie die Stromkosten sind zu berücksichtigen. Letztere bewegen sich für einen ganzen Monat in der Größenordnung einer einzigen Gebühreneinheit der Deutschen Bundespost. D. h. ein ganzes Jahr Dauerbetrieb kostet nicht einmal DM 3,00.

Die Handhabung der Anlage ist denkbar einfach, da sie sich so verhält, wie man es von Amtsapparaten gewohnt ist.

Sobald der Hörer abgehoben wird, ertönt das Freizeichen.

Jetzt wählt man mit den Zahlen 0—9 den gewünschten Teilnehmer an. Hierbei ist jedem der angeschlossenen Apparate eine Zahl zugeordnet.

Bei dem angewählten Teilnehmer ertönt das Klingelzeichen in den gewohnten Abständen, wobei gleichzeitig im Hörer des anrufenden Teilnehmers zur Kontrolle ein 400 Hz-Signal ertönt.

Sobald der zweite Teilnehmer den Hörer abhebt, ist die Verbindung zustande gekommen und beide Teilnehmer können miteinander sprechen.

Hebt während des Bestehens einer Sprechverbindung ein weiterer Teilnehmer den

Hörer von der Gabel, so erhält er das gewohnte Besetztzeichen, da mit dieser Komfort-Haustelefon-Anlage jeweils nur ein Gespräch gleichzeitig geführt werden kann. Auf diese Weise wird es zuverlässig ausgeschlossen, daß Gespräche von Dritten mitgehört werden können.

Eine bestehende Verbindung wird automatisch abgebrochen, wenn die entsprechenden Hörer wieder aufgelegt werden.

Durch eine ausgefeilte Technik konnte erreicht werden, daß die Anlage eine hohe Störsicherheit und Langzeitstabilität besitzt. Darüber hinaus ist der Nachbau besonders einfach und preiswert durchzuführen, da ausschließlich kostengünstige Standardbauelemente eingesetzt wurden. Alles in allem also eine „runde“ Sache.

Zur Schaltung

Das Blockschaltbild gibt einen ersten Einblick in die Funktionsweise der Haustelefonanlage. Block I setzt sich aus den Teilnehmerschaltungen TS 0—TS 9 zusammen. Die Teilnehmerschaltungen in Block I korrespondieren unter Zuhilfenahme von Block II (Anpassung) mit den Blöcken III und IV (Wähler, Funktionsgenerator). Da immer nur eine Verbindung gleichzeitig hergestellt werden kann, reichen 4 Leitungen zwischen Block I und II aus. Block III (Wähler) ist mit jeder Teilnehmerschaltung in Block I einzeln verbunden und gibt die angewählte Teilnehmerschaltung frei. Die 2 Teilnehmer sind dann über die Leitung SPSS (Sprechsammelschiene) miteinander verbunden.

Durch Block V wird die Spannungsversorgung sichergestellt. Tabelle 1 erklärt die Bedeutung der Signale, die im Blockschaltbild und im Schaltplan angegeben sind.

Nachfolgend wollen wir einen kompletten

Funktionsablauf beschreiben, und zwar vom Abheben des Telefonhörers bis zur Erstellung der Sprechverbindung.

1. Der Ruhezustand

Bei allen angeschlossenen Telefonapparaten liegt der Hörer auf. Die Gabelumschaltkontakte sind geöffnet. Wechselstrommäßig ist die Schleife a—b über den Wecker und einen Kondensator geschlossen. Gleichstrommäßig ist die Schleife geöffnet. Die Transistoren, die zur Aufschaltung der Teilnehmer auf die Sprechsammelschiene dienen, sind gesperrt.

Die Steuerleitung ST wird nicht belastet. Die Operationsverstärker OP 3 und OP 4 werten diesen Zustand aus, an ihren Ausgängen steht ein „high“-Signal. Die Signale TV, EIN und AUS sind high.

Die Sprechsammelschiene wird nicht belastet. Die Speisestromquelle T 41, T 42 liefert keinen Strom. Am Kollektor von T 41 stehen 24 V an. Dies wird von OP 1 und OP 2 zu WIMP = high ausgewertet. Die Zähler 1 und 2 im IC 2 sind gesperrt.

Das Signal EIN = high sperrt IC 9 des Funktionsgenerators und IC 3 des Wählers schaltet T 43 durch, die Leitung FROB führt dadurch 12 V und die Teilnehmerschaltungen (TS) sind freigegeben.

2. Teilnehmer 1 nimmt den Hörer auf

Die Schleife a1—b1 ist mit ca. 500 Ω geschlossen, und es fließt ein Strom über D 2, a—b, R 1 nach Masse. Der Transistor T 3 steuert über R 5 T 2 durch. Dadurch wird der Teilnehmer auf die Sprechsammelschiene SPSS geschaltet. Durch den Spannungsabfall an R 1 wird über das Netzwerk (D 10, C 1, R 3, C 2, R 4) T 3 durchgesteuert. Das Netzwerk verhindert ein Sperren

Mit freundlicher Unterstützung von Herrn Wolfgang Lehmann, Peine.

von T3 während des Wählvorganges, bei dem „Spannungslücken“ an R1 auftreten.

Die als komplementäre Darlingtonstufe geschalteten Transistoren T41/T42 vergleichen den Spannungsabfall an R111 mit dem am Knotenpunkt von R120, R121, R122, und beaufschlagen SPSS mit einem konstanten Strom von 40 mA bei einem Teilnehmer.

Die Kollektorspannung von T41 sinkt auf 20 V und die Zähler 1 und 2 im IC2 werden über die OP1 und OP2 freigegeben (WIMP = low).

Mit dem Durchschalten von T3 wird die Steuerleitung ST belastet. Es fließt ein Strom über R117, R116, R11, D13 und T3 nach Masse. R132 liegt jetzt an ca. 10,4 V und OP4 geht gegen 0 V. Die Signale AUS und EIN sind low. Daraufhin werden IC9 (Funktionsgenerator) und IC3 (Wähler) freigegeben.

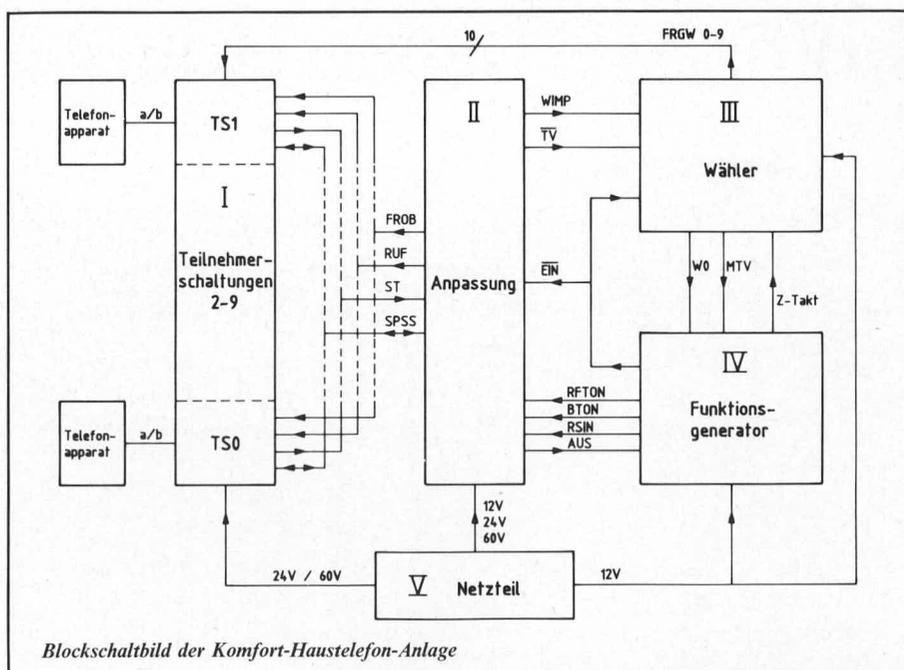
An den Ausgängen von IC9 (Funktionsgenerator) stehen die entsprechenden Frequenzen (siehe Schaltplan) an. Durch WO = high wird der Dezimalzähler IC7 auf Null gehalten, die Gatter N8 und N10 sind gesperrt, da noch nicht gewählt wurde und somit auch kein Rufton und keine Rufspannung benötigt werden.

Durch EIN = low wird die Leitung FROB jetzt mit 2 V betrieben. Gleichzeitig wird das Besetztszeichen BTON über C27, C28 aufmoduliert.

Das Besetztszeichen wird unter Zuhilfenahme des Gatters N9 und der Dioden D138/D139 mit den Frequenzen, die am Pin 2/3 vom IC9 anstehen, erzeugt.

Nimmt z. B. zusätzlich Teilnehmer 0 auf, so hört er das Besetztszeichen.

Die Gleichspannung mit aufmoduliertem Besetztszeichen FROB langt nicht aus, um T39 durchzusteuern. Teilnehmer 1 hört das Besetztszeichen nicht, da die Diode D2 (Kathode > 5 V) gesperrt ist.



Blockschaltbild der Komfort-Haustelefon-Anlage

3. Teilnehmer 1 wählt die Zahl 0

Wie schon erwähnt, sind nach dem Abheben des Hörers die Signale EIN und WIMP low. Der Zähler 1 läuft durch Z-Takt, steuert auf 8 und hält sich dort selbst.

Der von T41, T42 gesteuerte Strom (40 mA) wird beim Wählen von der Zahl Null 10 mal unterbrochen. Während der Strompausen steigt das Potential am Kollektor von T41 von 20 V auf 24 V an. OP1 und OP2 verarbeiten die Spannungsänderung zu Wählimpulsen.

Der Zähler 1 wird von jedem Wählimpuls zurückgesetzt, der Zähler 2 zählt die einzelnen Impulse.

Ist der Wählvorgang abgeschlossen, läuft Zähler 1 wieder hoch auf 8. Während der Zählerstände 4-7 ist der Ausgang Q3 (Pin 5) vom IC2 auf „high“ und gibt den

Binär-Dezimal-Decoder IC3 frei. Der Zählerstand an den Ausgängen von IC2 (Pin 11-14) steht im Binär-Code an und wird von IC3 eingelesen und decodiert, Q10 (Pin 9) wird auf „high“ geschaltet (FRGW 0 = high).

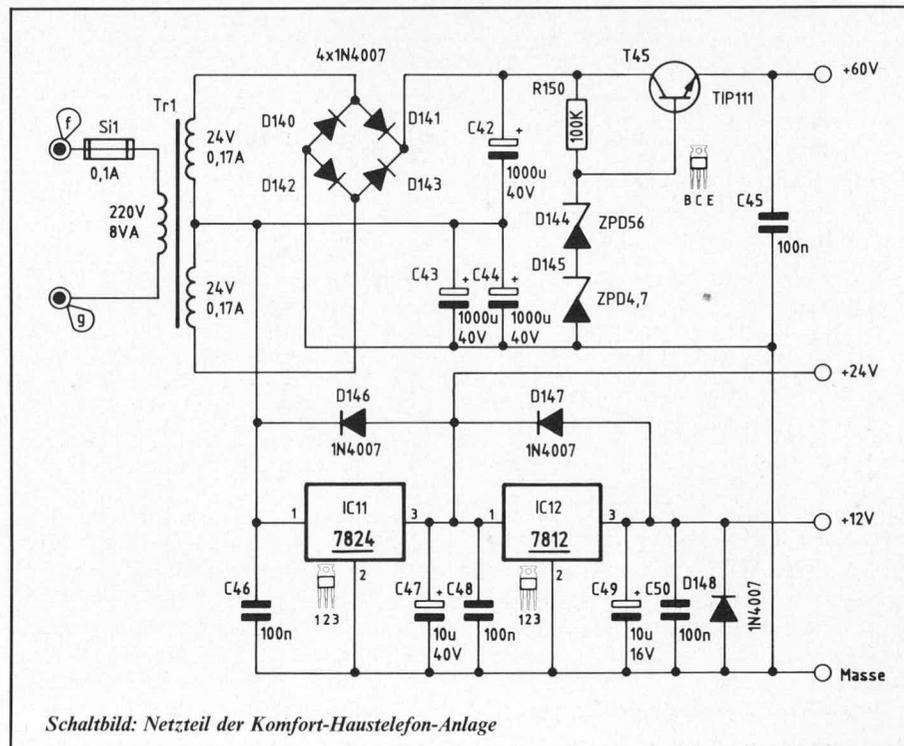
IC3 schaltet nach seiner Freigabe WO auf low. Dadurch werden über D135 alle weiteren Wählimpulse gesperrt.

Zusätzlich wird der Dezimalzähler IC7 über N6/N7 freigegeben. IC7 zählt von 0-8 und setzt sich beim Zählerstand „9“ mit N6 wieder auf 0 zurück. Die Zählerstellungen „1“ und „2“ geben die Gatter N8, N10 im Ruf-Takt frei.

Der Rufton RFTON wird über C24, T41, T42 dem Strom SPSS von 40 mA aufmoduliert und zum Teilnehmer 1 geführt. Die Rufspannung durch RSIN gesteuert, steht auf der Leitung RUF an.

Tabelle 1

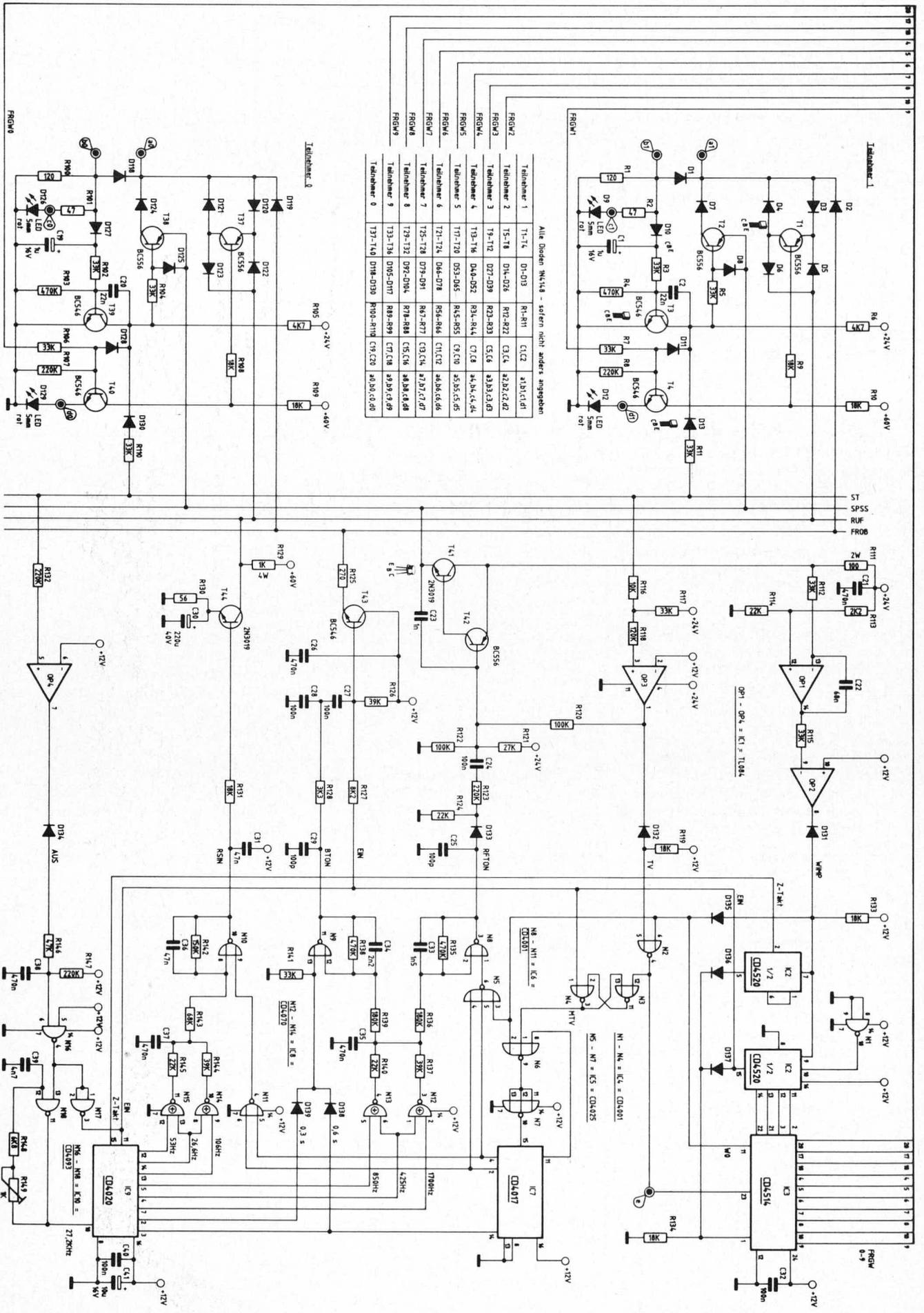
TS	Teilnehmerschaltung
ST	Steuerleitung
SPSS	Sprechsammelschiene
FROB	Freigabe- oder Besetztszeichenleitung
RUF	Leitung für den Rufwechselstrom
RSIN	Signal zur Steuerung der Rufwechselspannung
RFTON	Ruftonsignal (für den Anrufenden)
BTON	Signal zur Besetztszeichen-erzeugung
FRGW	Steuerleitungen für Ruf-freigabe
TV = low	Teilnehmerverbinder
MTV = high	Teilnehmerverbinder (aus TV abgeleitet)
WO = high	Wähler steht auf Null
Z-Takt	Takt zur Steuerung des Wählers
AUS = H	Ruhezustand
EIN = H	Ruhezustand (von „Aus“ abgeleitet)



Schaltbild: Netzteil der Komfort-Haustelefon-Anlage

Alle Dioden Nk1/48 - sofern nicht anders angegeben

Teilnehmer 1	T1-T4	D1-D10	R1-R11	C1,C2	4,10,1,1,0,1
Teilnehmer 2	T5-T8	D11-D16	R12-R22	C3,C4	4,2,2,2,2,0,2
Teilnehmer 3	T9-T12	D17-D19	R23-R23	C5,C6	4,1,1,1,0,3,0,0
Teilnehmer 4	T13-T16	D4,8-D12	R1, R4, R4	C7,C8	4,1,1,1,1,1,1,1
Teilnehmer 5	T17-T20	D23-D25	R45-R25	C9,C10	4,1,1,1,1,1,1,1
Teilnehmer 6	T21-T24	D4,6-D7,8	R5, R4, R4	C11,C2	4,1,1,1,1,1,1,1
Teilnehmer 7	T25-T28	D7,9-D,1	R6, R7, R7	C3,C4	4,1,1,1,1,1,1,1
Teilnehmer 8	T29-T32	D,2-D,4	R1, R4, R4	C5,C6	4,1,1,1,1,1,1,1
Teilnehmer 9	T33-T36	D,5-D,7	R8, R9, R9	C7,C8	4,1,1,1,1,1,1,1
Teilnehmer 0	T37-T40	D18-D19	R10-R10	C9,C10	4,0,1,0,0,0,0,0



Schaltbild der Komfort-Haustelefon-Anlage

FRGW 0 = high steuert T 40 durch und D 129 signalisiert „Ruf freigegeben“. T 40 gibt über R 108 dem Wechselstromschalter, bestehend aus T 37 und D 120–D 123, frei. Die Rufspannung gelangt zum Wecker des Telefonapparates vom Teilnehmer 0.

4. Teilnehmer 0 nimmt den Hörer auf

Der Rufton bewirkt einen Spannungsabfall an R 100 und der Teilnehmer wird durch T 39 zusätzlich zu Teilnehmer 1 auf die SPSS geschaltet. T 39 sperrt über D 128, T 40, der wiederum T 37 sperrt und den Rufstrom unterbricht.

Transistor T 39 belastet zusätzlich zum Transistor T 3 die Steuerleistung ST.

Die Spannung an R 118 sinkt von ca. 13,6 V auf 10,7 V. OP 3 (Pin 1) schaltet auf 0 V (TV = low). Dadurch wird der Strom auf SPSS mit den Transistoren T 41/T 42 auf 80 mA erhöht.

Mit TV = low wird zusätzlich das Flip-Flop (N 3/N 4) gesetzt. Hierdurch wird MTV high, und IC 7 auf Null gesetzt. Die Gatter N 8 und N 10 sperren. Die Verbindung ist hergestellt.

Analog zum postalischen Parallelbetrieb über Speisedrosseln wird die tonfrequente Mikrophonwiderstandsänderung in eine Sprechschienen-Spannungsänderung umgesetzt, die vom Hörer empfangen werden kann.

Zum Nachbau

Bezogen auf die Anzahl der Bauelemente ist diese Schaltung sicherlich in die Kategorie „besonders aufwendig“ einzureihen. Da es sich jedoch fast ausschließlich um sehr preiswerte und unempfindliche Standardbauelemente handelt, ist der Nachbau in der Tat problemlos durchzuführen, zumal sämtliche Bauteile auf den beiden Platinen untergebracht sind.

Zunächst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente in gewohnter Weise auf die Platinen gesetzt und verlötet. Hierbei ist darauf zu achten, daß aufgrund des etwas gedrängten Aufbaues einige Widerstände und Dioden senkrecht stehend angeordnet sind.

Zuletzt sind die drei großen Elko's für das Netzteil sowie der Transformator auf die Basisplatine zu setzen und zu verlöten.

Als nächstes wird die Frontplatine mit der Basisplatine im rechten Winkel verlötet, und zwar so, daß die Frontplatine ca. 2 bis 3 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht.

Vor dem Einbau ins Gehäuse sind noch einige Verbindungen mittels flexiblen isolierten Leitungen herzustellen, wobei alle mit gleichen Bezeichnungen versehenen Punkte untereinander zu verbinden sind. So ist z. B. der über der Leuchtdiode D 9 im Schaltbild zu findende Punkt „c1“ sowohl

auf der Basisplatine zu finden als auch auf der Anzeigenplatine. Hier ist also, wie auch in den übrigen Fällen, eine Verbindung vorzunehmen.

Die Telefonapparate werden jeweils mit zwei Leitungen (weiß = a – braun = b) an die Punkte „a1“ und „b1“, „a2“ und „b2“, ... bis „a0“ und „b0“ angeschlossen.

Sofern nicht alle 10 Apparate benötigt werden, können selbstverständlich auch die zugehörigen Teilnehmerschaltungen entfallen. Beim Anschluß von lediglich 2 Apparaten sind nur die Teilnehmerschaltung 1 (T 1 bis T 4 mit Zusatzbeschaltung) und Teilnehmerschaltung 2 (T 5 bis T 8 mit Zusatzbeschaltung) zu bestücken, während die Teilnehmerschaltungen 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 ersatzlos entfallen können (bis einschl. R 110).

Abschließend ist die 2adrige Netzzuleitung links neben dem Netztransformator anzuschließen, nachdem sie durch die Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung in der Rückplatte geführt wurde. Die Netzzuleitung ist innerhalb des Gehäuses so zu verlegen, daß sie auch bei abgerissenen Lötstellen keinesfalls mit den übrigen Schaltungsteilen leitend in Verbindung treten kann.

Wir wünschen Ihnen beim Nachbau und späteren Einsatz dieser interessanten und nützlichen Schaltung viel Erfolg.

Stückliste: Komfort-Haustelefon-Anlage TZ 2000

Halbleiter

- IC 1 TL 084
- IC 2 CD 4520
- IC 3 CD 4514
- IC 4, IC 6 CD 4001
- IC 5 CD 4025
- IC 7 CD 4017
- IC 8 CD 4070
- IC 9 CD 4020
- IC 10 CD 4093
- IC 11 7824
- IC 12 7812
- T 1, T 2, T 5, T 6, T 9, T 10, T 13, T 14, T 17, T 18, T 21, T 22, T 25, T 26, T 29, T 30, T 33, T 34, T 37, T 38, T 42 BC 556
- T 3, T 4, T 7, T 8, T 11, T 12, T 15, T 16, T 19, T 20, T 23, T 24, T 27, T 28, T 31, T 32, T 35, T 36, T 39, T 40, T 43 BC 546
- T 41, T 44 2N3019
- T 45 TIP 111
- D 1–D 8, D 10–D 11, D 13–D 21, D 23–D 24, D 26–D 34, D 36–D 37, D 39–D 47, D 49–D 50, D 52–D 60, D 62–D 63, D 65–D 73, D 75–D 76, D 78–D 86, D 88–D 89, D 91–D 99, D 101–D 102, D 104–D 112, D 114–D 115, D 117–D 125, D 127–D 128, D 130–D 139 1N4148
- D 9, D 12, D 22, D 25, D 35, D 38, D 48, D 51, D 61, D 64, D 74, D 77, D 87, D 90, D 100, D 103, D 113, D 116, D 126, D 129 LED, rot, 5 mm
- D 140–D 143, D 146–D 148 1N4007

- D 144 ZPD 56
- D 145 ZPD 4,7

Kondensatoren

- C 1, C 3, C 5, C 7, C 9, C 11, C 13, C 15, C 17, C 19 1 µF/16 V
- C 2, C 4, C 6, C 8, C 10, C 12, C 14, C 16, C 18, C 20 22 nF
- C 21, C 26, C 35, C 37, C 38 470 nF
- C 22 68 nF
- C 23 1 nF
- C 24, C 27, C 28, C 32, C 40, C 45, C 46, C 48, C 50 100 nF
- C 47 10 µF/40 V
- C 25, C 29 100 pF Ker.
- C 30 220 µF/40 V
- C 31, C 36 47 nF
- C 33 1,5 nF
- C 34 2,2 nF
- C 39 4,7 nF
- C 41, C 49 10 µF/16 V
- C 42, C 43, C 44 1000 µF/40 V

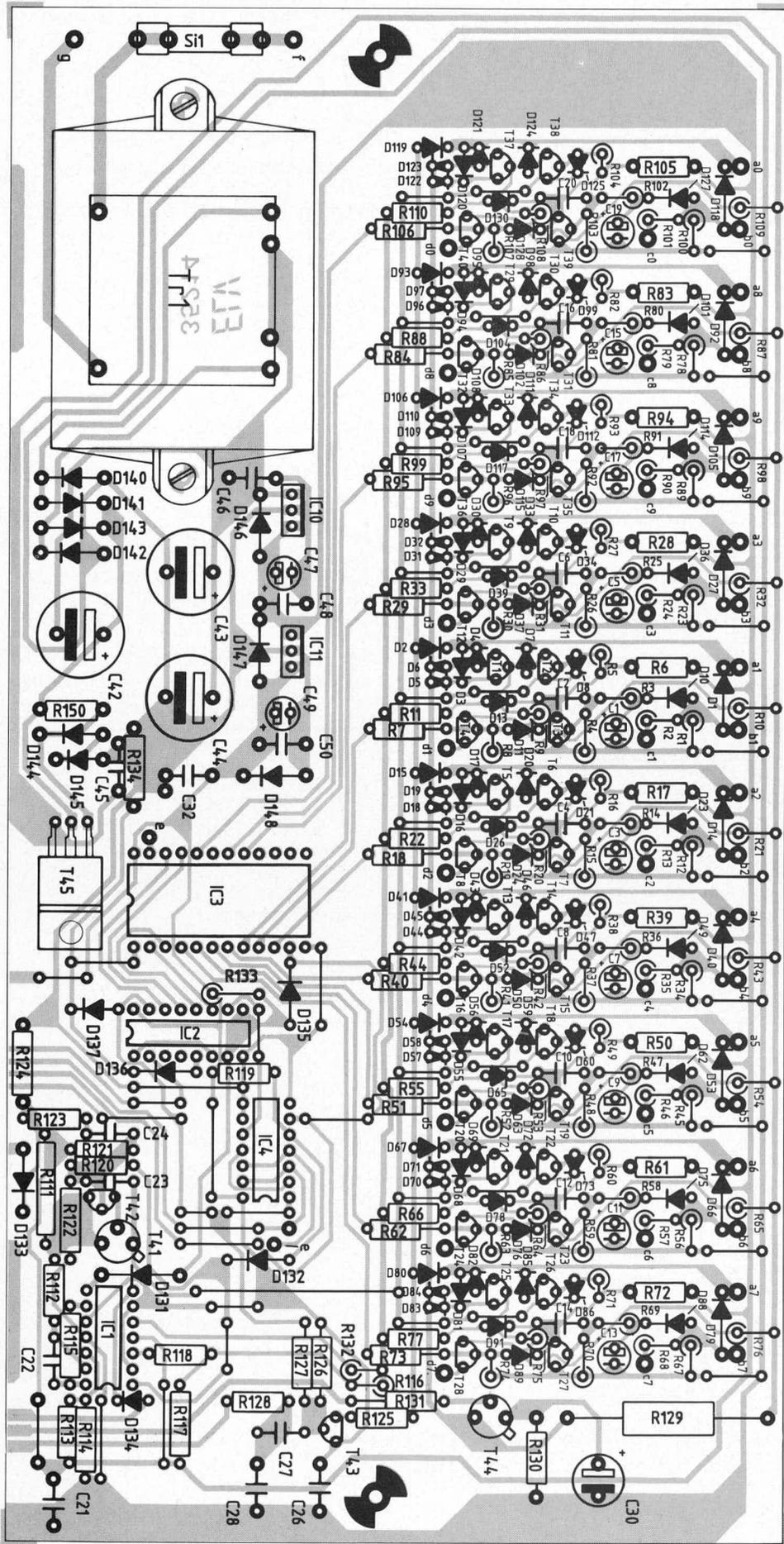
Widerstände

- R 1, R 12, R 23, R 34, R 45, R 56, R 67, R 78, R 89, R 100 120 Ω
- R 118 120 kΩ
- R 2, R 13, R 24, R 35, R 46, R 57, R 68, R 79, R 90, R 101 47 Ω
- R 3, R 5, R 7, R 11, R 14, R 16, R 18, R 22, R 25, R 27, R 29, R 33, R 36, R 38, R 40, R 44, R 47, R 49, R 51, R 55, R 58, R 60, R 62, R 66, R 69, R 71, R 73, R 77, R 80, R 82, R 84, R 88, R 91, R 93, R 95, R 99, R 102, R 104, R 106, R 110, R 112, R 115, R 117, R 141 33 kΩ
- R 4, R 15, R 26, R 37, R 48, R 59, R 70, R 81, R 92, R 103 470 kΩ

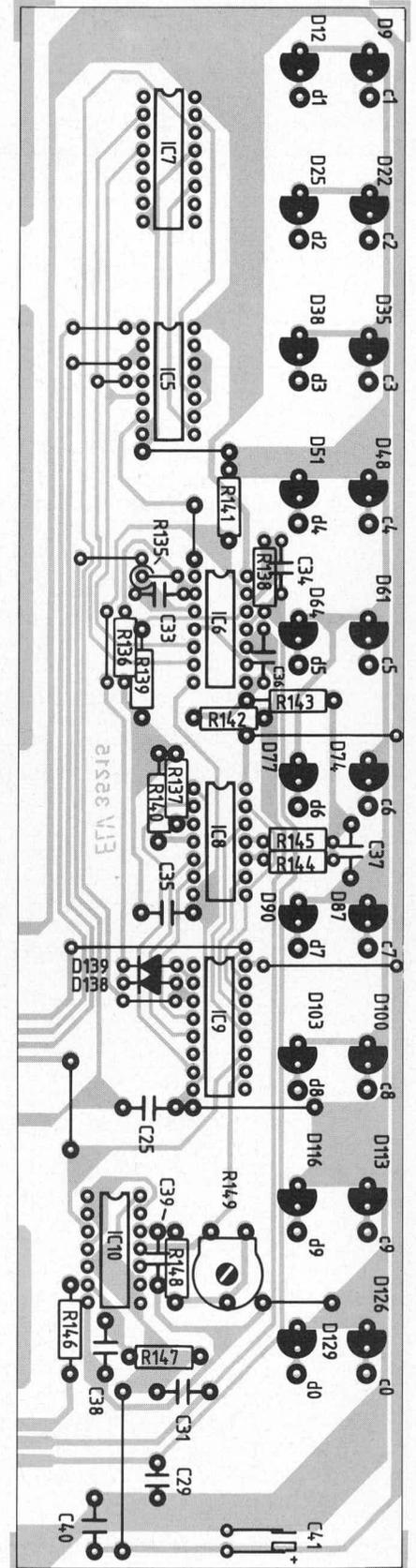
- R 6, R 17, R 28, R 39, R 50, R 61, R 72, R 83, R 94, R 105 4,7 kΩ
- R 8, R 19, R 30, R 41, R 52, R 63, R 74, R 85, R 96, R 107, R 123, R 132, R 147 220 kΩ
- R 9, R 10, R 20, R 21, R 31, R 32, R 42, R 43, R 53, R 54, R 64, R 65, R 75, R 76, R 86, R 87, R 97, R 98, R 108, R 109, R 119, R 133, R 134, R 131 18 kΩ
- R 111 100 Ω/2 Watt
- R 113 2,2 kΩ
- R 114, R 124, R 140, R 145 22 kΩ
- R 116 100 kΩ
- R 120, R 122, R 150 100 kΩ
- R 121, R 131 27 kΩ
- R 125 270 Ω
- R 126 39 kΩ
- R 127 8,2 kΩ
- R 128 3,3 kΩ
- R 129 1 kΩ/4 Watt
- R 130 56 Ω
- R 135, R 138 470 kΩ
- R 136, R 139 180 kΩ
- R 137, R 144 39 kΩ
- R 142 150 kΩ
- R 143 68 kΩ
- R 146 47 kΩ
- R 148 6,8 kΩ
- R 149 1 kΩ, Trimmer, liegend

Sonstiges

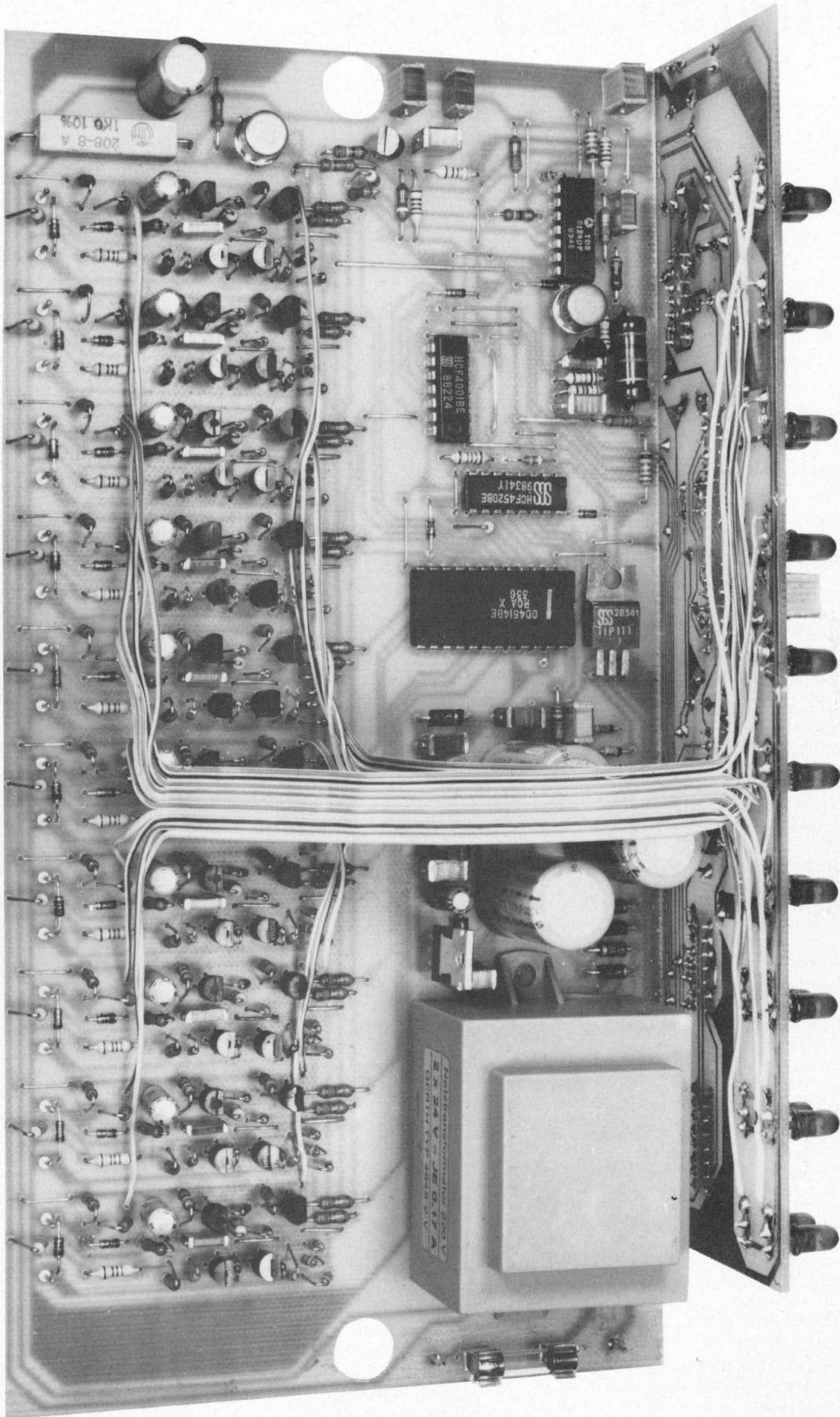
- Si 1 0,1 A flink
- 1 Platinensicherungshalter
- TR 1 Prim.: 220 V 8 VA
Sek.: 2 x 24 V 0,17 A
- 22 Lötstifte
- 70 cm 10adrige Flachbandleitung
- 1 m Silberdraht



Bestückungsseite der Basisplatine der Komfort-Haustelefon-Anlage

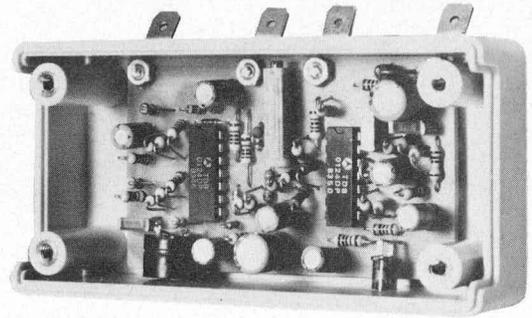


Bestückungsseite der Anzeigenplatine der Komfort-Haustelefon-Anlage



Ansicht der fertig aufgebauten Komfort-Haustelefon-Anlage vor dem Einbau ins Gehäuse

Kfz-Frostwarner



Durch diese kleine und leicht nachzubauende Schaltung wird der Autofahrer auf kritische Temperaturen um den Gefrierpunkt aufmerksam gemacht. Eine besonders wertvolle Schaltung also, die in keinem Kfz fehlen sollte.

Allgemeines

Wenn die Tage wieder kürzer und die Temperaturen niedriger werden, kommt die Jahreszeit, in der Autofahrer mit Glatteis rechnen müssen. Bei Feuchtigkeit und Temperaturen um den Gefrierpunkt ist eine entsprechend langsame und besonders umsichtige Fahrweise angebracht.

Ab ca. +3° C beginnt eine rote LED zu blinken. Durch diese optische Anzeige wird der Autofahrer auf kritische Temperaturen aufmerksam gemacht. Sinkt die Außentemperatur noch weiter in Richtung Gefrierpunkt, wird bei Temperaturen ab 0° C und tiefer ein intermittierendes 2 kHz Signalton abgegeben. Dieses Signal wiederholt sich ca. alle 5 Minuten für 2 Sekunden, so daß der Autofahrer bei entsprechend niedrigen Temperaturen immer wieder an die mögliche Glatteisgefahr erinnert wird.

Zur Schaltung

Auf den ersten Blick erscheint vielen das Schaltbild sicherlich etwas aufwendig. Bei näherem Hinsehen und nach einem Blick auf das Layout erkennt man jedoch, daß zum Aufbau lediglich zwei preiswerte IC's sowie eine Handvoll passiver Bauelemente ausreichen, um die Schaltung aufzubauen.

Die Stromversorgung erfolgt direkt aus dem 12 V Kfz-Bordnetz. Über D 1 wird diese Spannung entkoppelt und mit C 1 und C 2 gepuffert.

OP 1 dient in Verbindung mit der Z-Diode D 2 sowie den Bauelementen C 3, C 4 und R 1 bis R 3 zur Erzeugung einer stabilisierten Referenzspannung. Diese dient zur Speisung der Brückenschaltung, bestehend aus R 4 bis R 9 sowie dem Temperatursensor TS 1.

Über R 37 gelangt die am Temperatursensor des Typs SAC 1000 anstehende Spannung, die der Temperatur proportional ist, auf die beiden invertierenden Eingänge der OP's 2 und 3 (Pin 6 und Pin 2 des IC 1). Die zugehörigen nicht invertierenden Eingänge (Pin 5 und Pin 3) liegen an den Verbin-

dungspunkten der Widerstände R 7/R 8 bzw. R 8/R 9. Diese Widerstände stellen die zweite Brückenhälfte der Meßbrücke dar, die aus der stabilisierten Referenzspannung gespeist wird und die am Ausgang (Pin 14) des Op 1 ansteht.

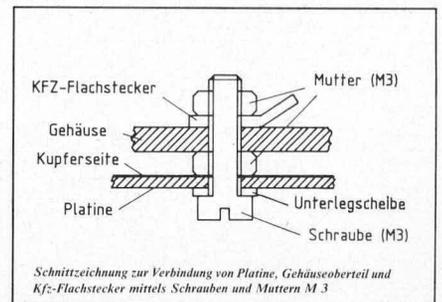
Mit R 10 bzw. R 11 wird eine geringe Hysterese erzeugt, die ein definiertes Schalten der als Komparatoren betriebenen OP's 2 und 3 sicherstellt.

Solange die Temperatur des Sensors TS 1 über +3° C liegt, beträgt die Ausgangsspannung von OP 2 (Pin 7) und OP 3 (Pin 1) ca. 0 V.

Sinkt die Temperatur unter einen Wert von +3° C, so schaltet der Ausgang des OP 2 von 0 V auf ca. +12 V. Über den Spannungsteiler R 12/R 13 gelangt somit ungefähr die halbe Versorgungsspannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 4 (Pin 10). In Verbindung mit dessen Zusatzbeschaltung (R 14 bis R 17 sowie C 7) ist OP 4 als Rechteck-Oszillator mit einer Frequenz von ca. 2 Hz geschaltet. Die rote Leuchtdiode D 3 wird hiervon direkt angesteuert, so daß sie im 2 Hz-Rhythmus blinkt, sobald die Temperatur des Sensors TS 1 unter +3° C absinkt.

Sinkt die Temperatur weiter und wird ein Wert von 0° C unterschritten, so schaltet auch der Ausgang (Pin 1) des OP 3 von 0 V auf ca. +12 V.

Über den Spannungsteiler R 20/R 21 wird der nicht invertierende (+) Eingang des OP 5 (Pin 12) auf ca. +9 V gelegt. Der Ausgang (Pin 14) schaltet im selben Moment von 0 V auf ca. +12 V und steuert dadurch über D 7 und R 26 den nachfolgenden als 2 Hz Oszillator geschalteten OP 7 mit Zusatzbeschaltung an. Dieser wiederum steuert über R 31 den als 2 kHz-Oszillator geschalteten OP 8 mit Zusatzbeschaltung an. Der Ausgang des OP 8 (Pin 7) treibt über R 36/C 12 den Sound-Transducer ST 1, der daraufhin ein intermittierendes 2 kHz Signal abgibt.



Im selben Moment, in dem der Ausgang des OP 3 (Pin 1) auf ca. +12 V geht, schaltet, wie bereits erwähnt, auch der Ausgang des OP 5 (Pin 14) auf +12 V. Gleichzeitig wird über R 19 der Kondensator C 8 innerhalb von ca. 2 Sekunden soweit aufgeladen, daß die Spannung am invertierenden (-) Eingang des OP 5 (Pin 13) den Wert der an Pin 12 anliegenden Spannung überschreitet. Hierdurch fällt der Ausgang des OP 5 (Pin 14) wieder von ca. +12 V auf 0 V zurück. Das intermittierende 2 kHz Signal, das mit den beiden Oszillatoren OP 7 und OP 8 mit Zusatzbeschaltung erzeugt wurde, verstummt.

Wie wir sehen, dient OP 5 lediglich dazu, um unmittelbar nach Unterschreiten der Temperaturschwelle bei 0° C für ca. 2 Sekunden ein akustisches Signal auszulösen.

Bleibt die Temperatur auf einem Wert unterhalb von 0° C, so kommt der Einfluß des OP 6 zum Tragen. Mit seiner Zusatzbeschaltung, bestehend aus R 23 bis R 25, C 9 sowie D 5 und D 6, ist er als Oszillator mit unsymmetrischem Tastverhältnis geschaltet. Für ca. 4 bis 5 Minuten bleibt der Ausgang des OP 6 (Pin 8) auf 0 V, während er für ca. 1 Sekunde auf +12 V geht. In dieser einen Sekunde werden über D 8 und R 26 die beiden nachfolgenden Oszillatoren (OP 7 und OP 8) angesteuert, so daß ein intermittierendes 2 kHz Signal ertönt. Dieses Signal wiederholt sich alle 4 bis 5 Minuten, sofern die Temperatur unterhalb 0° C bleibt. Hierdurch wird der Autofahrer in regelmäßigen Abständen auf kritische Temperaturen hingewiesen.

Zum Nachbau

Damit die Schaltung möglichst wenig Platz in Anspruch nimmt, wurde sie in kompakter Bauweise auf einer besonders kleinen Platine untergebracht. Einige Widerstände und Dioden sind daher aus Platzgründen senkrecht stehend einzulöten, wie dies auch aus dem Bestückungsplan hervorgeht.

Die Bauelemente werden in gewohnter Weise auf die Platine gesetzt und verlötet, wobei zunächst die passiven und dann die aktiven Bauelemente einzusetzen sind.

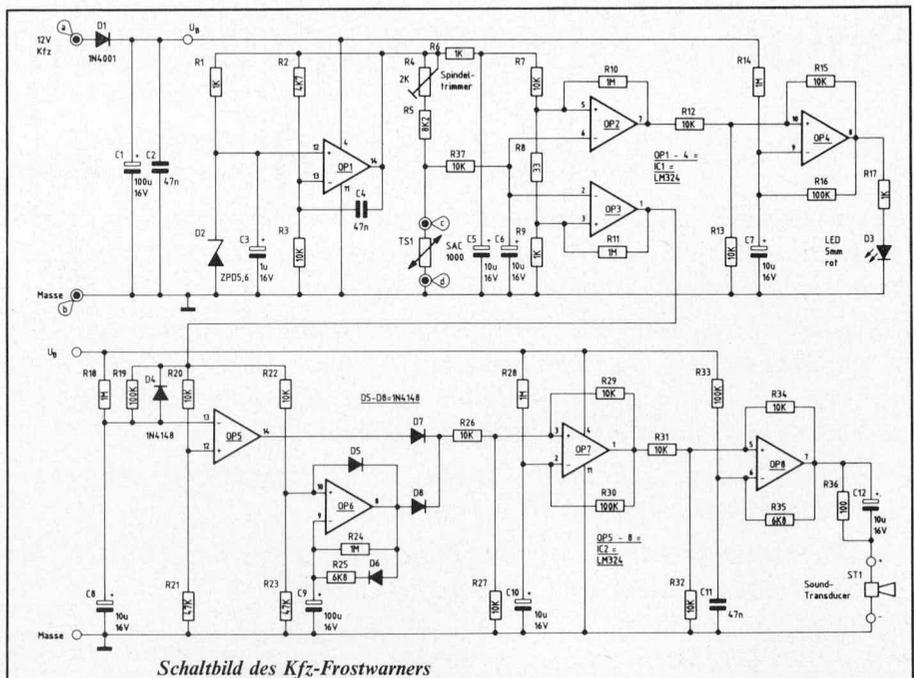
Nachdem die Platine in gewohnter Weise bestückt wurde, sind von der Bestückungsseite her 4 Schrauben M 3 x 16 mm durch die entsprechenden Bohrungen in der Platine zu stecken und auf der Leiterbahnseite fest zu verschrauben. Anschließend kann die Platine in das Gehäuseoberteil gesetzt werden, wozu vorher entsprechende Bohrungen in den Gehäusedeckel einzubringen sind. Jetzt werden 4 Kfz-Flachstecker mit 4 mm Bohrungen von der Gehäuseaußenseite auf die durchgeführten Schrauben gelegt und mit 4 Muttern M 3 fest mit der Schaltung verbunden.

Je nachdem, an welcher Stelle im Kfz man die Leiterplatte anordnet, können der Sound-Transducer und die rote Leuchtdiode direkt mit der Platine verbunden, oder aber über flexible isolierte Leitungen geführt werden, die eine Länge von mehreren Metern aufweisen dürfen.

Anschluß des Temperatursensors

Der Temperatursensor des Typs SAC 1000 besitzt eine ca. 3 m lange flexible, isolierte Zuleitung, die direkt an die Platine zu löten ist. Der Temperatursensor ist ungepolt. Falls erforderlich, kann die Zuleitung zum Temperatursensor noch um einige Meter verlängert werden, wobei möglichst ein Querschnitt von 0,4 mm² (oder mehr) gewählt werden sollte. Wichtig ist hierbei darauf zu achten, daß durch Feuchtigkeit keine Kriechströme verursacht werden können, die eine Meßwertverfälschung zur Folge haben.

Darüber hinaus ist die Anordnung des Sensors von großer Bedeutung. Temperaturstrahlungen, hervorgerufen vom heißen Motor, oder aber direkter Fahrtwind sollten vermieden werden. Der Temperatur-



Schaltbild des Kfz-Frostwarners

sensor ist möglichst so einzubauen, daß er sich an einer geschützten Stelle außen im Kfz befindet, die nicht von erwärmten Chassisteilen beeinflusst wird (z. B. hinter der vorderen Stoßstange).

Die Kalibrierung wird mit Eiswasser vorgenommen, in die der Temperatursensor mindestens 3 cm tief eingetaucht wird. Gleichzeitig ist das aus kleinstoßenen Eiswürfeln und etwas Wasser bestehende Gemisch ständig zu rühren, damit eine gleichmäßige Temperaturverteilung erfolgt.

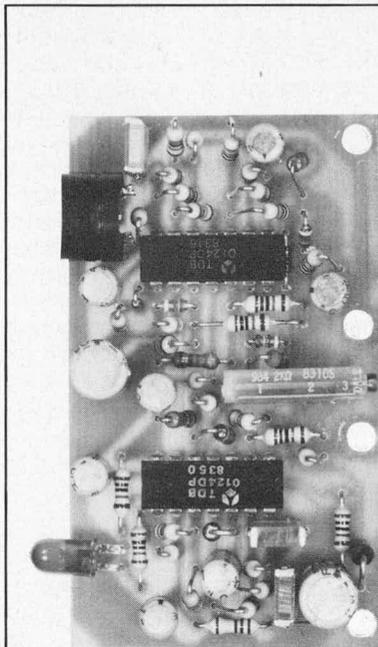
Der Spindeltrimmer R 4 ist jetzt zunächst so einzustellen, daß beide Ausgänge (Pin 7 und Pin 1 der OP's 2 und 3) auf 0 V liegen.

Unter ständigem Rühren des Eiswassers mit dem darin eingetauchten Temperatursensor wird jetzt der Spindeltrimmer R 4 langsam so weit verdreht, daß zunächst der Ausgang des OP 2 (Pin 7) von 0 V auf ca.

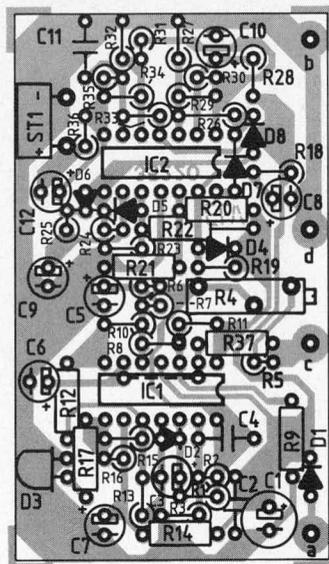
+ 12 V geht und anschließend der Ausgang des OP 3 folgt. In dem Moment, in dem Pin 1 des OP 3 auf ca. + 12 V geht, ist R 4 in dieser Position zu belassen.

Ist die Einstellung wie vorstehend beschrieben durchgeführt, liegt die Ansprechschwelle für die optische Anzeige (blinkende LED) bei ca. + 3° C und für die akustische Anzeige (intermittierender 2 kHz Ton) bei ca. 0° C. Grundsätzlich muß man jedoch mit Temperaturdifferenzen zwischen Fahrbahnbelag und gemessener Temperatur rechnen.

Darüber hinaus muß man sich bewußt sein, daß auch bei Lufttemperaturen von + 3° und mehr in extremen Fällen die Fahrbahn vereist sein kann, so daß man auch bei nicht Ansprechen des Kfz-Frostwarners unbedingt die nötige Vorsicht walten lassen muß, wenn das Wetter entsprechende Veranlassung dazu bietet.



Ansicht der fertig bestückten Platine des Kfz-Frostwarners



Bestückungsseite der Platine des Kfz-Frostwarners

Stückliste: Kfz-Frostwarner

Halbleiter

IC 1, IC 2	LM 324
D 1	1N4001
D 2	ZPD, 5,6
D 3	LED, rot, 5 mm
D 4-D 8	1N4148

Kondensatoren

C 1, C 9	100 µF/16 V
C 2, C 4, C 11	0,47 nF
C 3	1 µF/16 V
C 5-C 8, C 10, C 12	10 µF/16 V

Widerstände

R 1, R 6, R 9, R 17	1 kΩ
R 2	4,7 kΩ
R 3, R 7, R 12, R 13, R 15	10 kΩ
R 4	2 kΩ, Spindeltrimmer
R 5	8,2 kΩ
R 8	33 Ω
R 10, R 11, R 14,	
R 18, R 24, R 28	1 MΩ
R 16, R 19, R 30, R 33	100 kΩ
R 20, R 22, R 26, R 27, R 29	10 kΩ
R 21, R 23	47 kΩ
R 25, R 35	6,8 kΩ
R 31, R 32, R 34, R 37	10 kΩ
R 36	100 Ω

Sonstiges

TS 1	SAC 1000
ST 1	Sound-Transducer
2	Lötstifte
4	Kfz-Flachstecker 6,3 mm
4	Schrauben M 3 x 16 mm
8	Muttern M 3

Neue Vorverstärker zum 1 GHz-Frequenzzähler FZ 7000

Unser vor genau drei Jahren im ELV journal Nr. 17 vorgestellter 1 GHz-Frequenzzähler FZ 7000 erfreut sich nach wie vor aufgrund seiner herausragenden Leistungsdaten großer Beliebtheit.

Durch die fortschreitende Technik konnten die Ingenieure des ELV-Teams die beiden im FZ 7000 enthaltenen Vorverstärker noch weiter verbessern, die wir Ihnen hier vorstellen wollen. Hier noch einmal die herausragenden Daten des FZ 7000 in Kurform:

- Ereignismessung, Periodendauermessung, Periodenmittelung sowie Frequenzmessung (Torzeit 0,1 s und 1 s).
- Überstreichung des gesamten Frequenzbereiches von DC (0 Hz) bis 50 MHz mit einem einzigen Vorverstärker.
- Nur ein weiterer Vorverstärker für den Bereich von 50 MHz bis 1 GHz erforderlich (typ. ab 20 MHz einsetzbar).
- Hohe Eingangsempfindlichkeit beider Vorverstärker von ca. $20 \text{ mV}_{\text{eff}}$, die in weiten Frequenzbereichen übertroffen wird.
- Hoher Bedienungskomfort durch Einsatz eines einzigen Präzisionsdrehchalters für alle Meßbereiche und Meßarten.
- 8stellige LED-Anzeige
- Hohe Nachbausicherheit für eine Schaltung dieser Komplexität.

Allgemeines

Die wesentlichen Merkmale dieses 1 GHz-Frequenzzählers aus unserer ELV-Serie 7000 wurden bereits im Vorwort kurz angesprochen.

Besonders hervorzuheben sind hierbei die Daten der beiden Vorverstärker.

Der erste Vorverstärker überstreicht den gesamten Frequenzbereich von DC (0 Hz) bis 50 MHz. Hierdurch wird ein außerordentlich hoher Bedienungskomfort erreicht, da ohne Umstecken der Meßleitungen an den Eingängen des FZ 7000 zwischen Ereigniszählung, Periodendauermessung, Periodenmittelung sowie Frequenzmessung umgeschaltet werden kann und dies mit einem einzigen Präzisionsdrehschalter. Erst bei Frequenzmessungen oberhalb 50 MHz ist die Eingangssignalleitung auf den zweiten Vorverstärker umzustecken. In diesem Bereich ist jedoch ohnehin nur die Frequenzmessung von Interesse, da Periodendauermessungen bzw. Ereigniszählungen bei so hohen Frequenzen im allgemeinen nicht vorkommen; andererseits reicht jedoch der Frequenzbereich des zweiten Vorverstärkers bei etwas eingeschränkter Empfindlichkeit bis hinunter zu 20 MHz. Nach oben hin arbeitet dieser Vorverstärker bis hinauf zu 1,2 GHz (typ.)

Auf die Vorstellung und Beschreibung der Gesamtschaltung wollen wir an dieser Stelle verzichten, da dieses sowohl in den Sammelbänden 1–6 als auch in 7–12 enthalten ist. Wir wollen uns hier lediglich auf die beiden neu konzipierten Vorverstärker beschränken, die problemlos anstelle der ursprünglichen Versionen eingesetzt werden können (auch nachträglich).

Vorverstärker DC bis 50 MHz

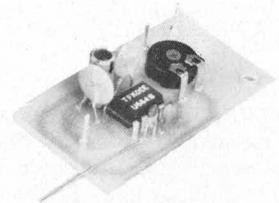
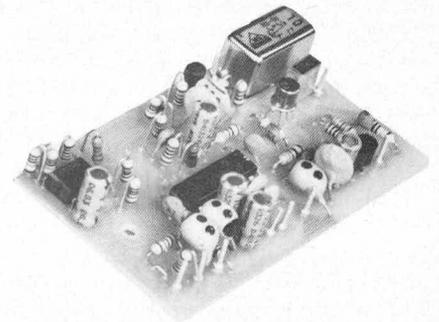
Der 0 bis 50 MHz-Vorverstärker zeichnet sich durch die wirklich bemerkenswerte Eigenschaft aus, daß er tatsächlich von DC, d. h. Gleichspannung (0 Hz), bis hinauf zu 50 MHz, ohne irgendeine Umschaltung zuverlässig arbeitet.

Hierbei ist allerdings zu beachten, daß mit Hilfe des DC-Pegeleinstellers immer die korrekte Anpassung an das Eingangssignal vorgenommen werden muß. Besonders bei sehr kleinen Eingangssignalen ist diese Einstellung sehr sorgfältig vorzunehmen. Darüber hinaus können nur Eingangssignale mit einem max. Gleichspannungsanteil von ca. 1 V verarbeitet werden. Hier kommt nun der Vorteil der neuen Vorverstärkerschaltung zum Tragen.

Die neue Version besitzt eine zusätzliche AC-Stellung mit elektronisch gesteuerter automatischer Empfindlichkeitsanpassung und -regelung. Sobald der DC-Pegeleinsteller an den linken Anschlag gebracht wird, schaltet eine Elektronik den Vorverstärker auf AC-Betrieb um (das Poti besitzt keinen Schalter) und steuert automatisch den internen DC-Pegel des Vorverstärkers auf den empfindlichsten Punkt. Jetzt können die Eingangssignale einen Gleichspannungsanteil bis zu 50 V aufweisen, wobei der Vorverstärker auf überlagerte Wechselspannungsfrequenzen mit voller Empfindlichkeit anspricht.

In der Stellung „AC“ liegt die untere Grenzfrequenz jedoch bei ca. 50 Hz, während die obere Grenzfrequenz auch weiterhin ohne Einschränkung bei 50 MHz liegt.

Eine Empfindlichkeitseinstellung im Bereich „AC“ ist nicht mehr erforderlich, da



dies elektronisch mit hoher Präzision erfolgt, so daß immer die max. Empfindlichkeit erreicht wird.

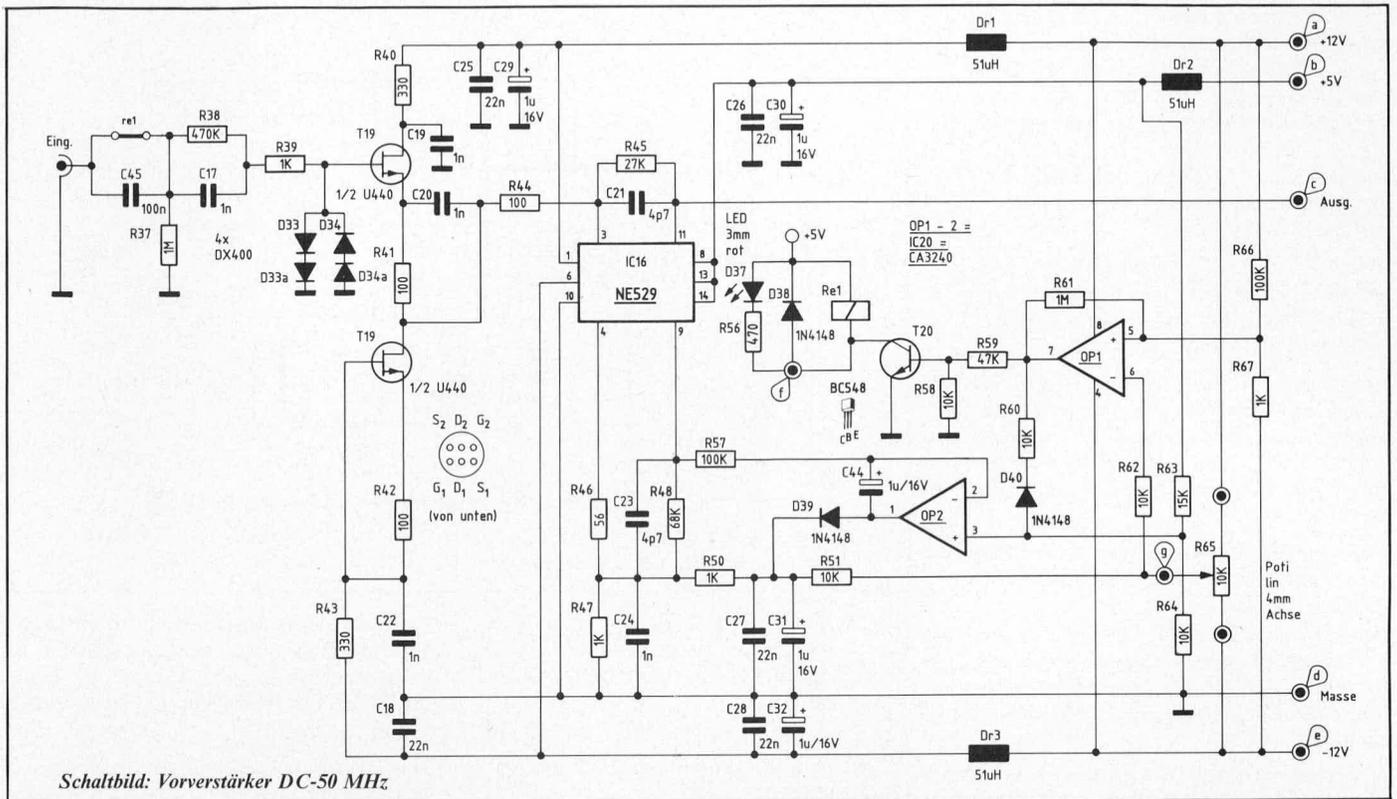
Die Sicherheit gegen zu hohe Eingangsspannungen liegt im unteren Frequenzbereich bei ca. 50 V, wobei kurzzeitig selbst 100 V dem Vorverstärker nichts anhaben können und sinkt im oberen Frequenzbereich auf ca. 10 V_{ss} . Da im oberen Frequenzbereich bei ca. 50 MHz ohnehin keine großen Spannungen zu erwarten sind, dürfte dieser Schutz vor Überspannungen mehr als ausreichend sein.

Doch kommen wir jetzt zur eigentlichen Funktion der Schaltung.

Das Eingangssignal gelangt über den Relaiskontakt re 1 (in Stellung DC) bzw. über den Kondensator C 45 (in Stellung AC) auf die R/C-Kombination R 38/C 17, um von dort über R 39 auf das Gate des Doppelfet's T 19 des Typs U 440 (oder U 441) zu gelangen. In einem Gehäuse sind hier zwei Feldeffekttransistoren enthalten. Die untere Hälfte dieses FET's ist als Stromquelle mit ähnlicher Dimensionierung zur oberen Hälfte in Reihe geschaltet, damit sich ein temperaturunabhängiges und stabiles Gleichspannungsverhalten dieser Impedanzwandlerstufe ergibt.

Die Dioden D 33, a/D 34, a dienen dem Schutz gegen Eingangsüberspannungen, wobei die superschnellen und kapazitätsarmen Typen DX 400 zur Anwendung kommen.

Über R 44 gelangt nun das Eingangssignal auf den Eingang von IC 16 des Typs NE 529, das einen Differenzverstärker mit Differenzausgang für TTL-Pegel beinhaltet. C 21 und R 45 dienen hierbei zur Rückkopplung. An Pin 11 steht nun das Ausgangssignal im TTL-Pegel zur Verfügung.



Schaltbild: Vorverstärker DC-50 MHz

**Stückliste: DC-50 MHz
Vorverstärker**

Halbleiter

IC 16	NE 529
IC 20	CA 3240
T 19	U 440
T 20	BC 548
D 33, D 33a, D 34, D 34a	DX 400
D 37	LED, rot, 3 mm
D 38, D 39, D 40	1N4148

Kondensatoren

C 17, C 19, C 20, C 22	1 nF Ker.
C 18	22 nF Ker.
C 21, C 23	4,7 pF Ker.
C 24	1 nF Ker.

C 25-C 28	22 nF Ker.
C 29-C 32, C 44	1 µF/16 V
C 45	100 nF

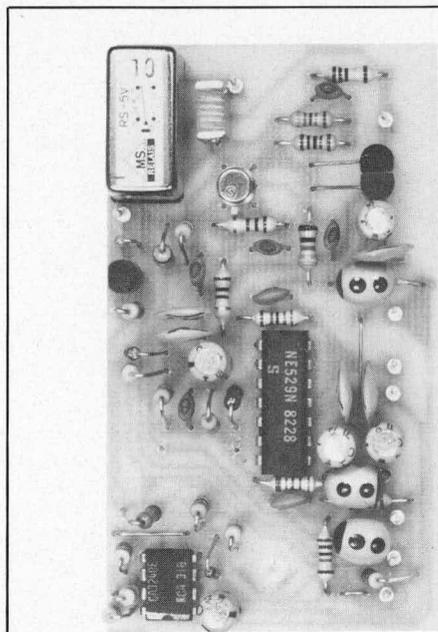
Widerstände

R 37	1 M Ω
R 38	470 kΩ
R 39	1 kΩ
R 40, R 43	330 Ω
R 41, R 42, R 44	100 Ω
R 45	27 kΩ
R 46	56 Ω
R 47	1 kΩ
R 48	68 kΩ
R 50	1 kΩ
R 51	10 kΩ
R 56	470 Ω

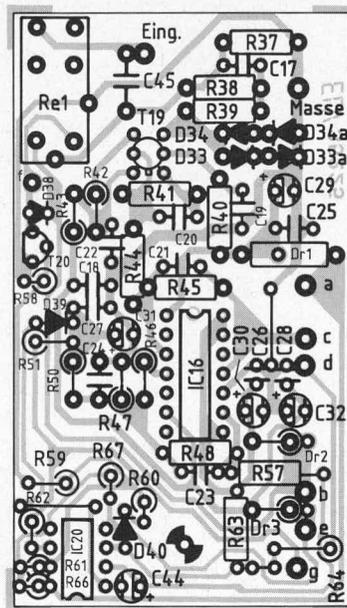
R 57	100 kΩ
R 58, R 60	10 kΩ
R 59	47 kΩ
R 61	1 MΩ
R 62, R 64	10 kΩ
R 63	15 kΩ
R 65	10 kΩ Poti, lin, 4 mm Achse
R 66	100 kΩ
R 67	1 kΩ

Sonstiges

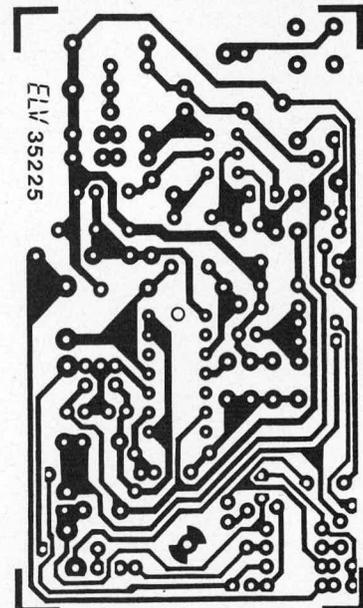
- Dr 1-Dr 3 51 µH
- Re 1 National Präzisionsrelais TYP N5P
- 1 HF-dichtes Gehäuse
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 2 Muttern M 3
- 1 Lötfläche 3,2 mm



Ansicht der fertig bestückten Platine des DC-50 MHz Vorverstärkers



Bestückungsseite der Platine des DC-50 MHz Vorverstärkers



Leiterbahnseite der Platine des DC-50 MHz Vorverstärkers

Pin 4 und Pin 9 dieses IC's sind so geschaltet, daß sich eine zusätzliche Rückkopplung ergibt, wobei mit dem Poti R 65 eine Gleichspannungsverschiebung des zweiten Differenzeinganges (Pin 4) erreicht werden kann. Hierdurch wird es ermöglicht, eine individuelle Einstellung des Gleichspannungspegels auf das jeweilige Eingangssignal vorzunehmen.

Wird das zur DC-Pegeleinstellung dienende Poti R 65 an den Linksanschlag (untere Einstellung) gebracht, schaltet der Ausgang des OP 1 von ca. -12 V auf ca. + 10 V.

Zum einen wird hierdurch der nicht invertierende (+) Eingang (Pin 3) des OP 2 freigegeben und zum anderen T 20 durchgesteuert. Re 1 zieht an und der Kontakt re 1 öffnet. Die Schaltung befindet sich jetzt in Stellung „AC“.

Vom zweiten Ausgang des IC 16 (Pin 9) gelangt das zum TTL-Pegel aufbereitete Eingangssignal über R 57 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des OP 2. In Verbindung mit C 44 ist dieser OP als Integrator geschaltet, dessen Referenzspannung mit dem Spannungsteiler R 63/R 64 erzeugt wird.

Der Ausgang dieses OP's steuert über D 39 das Spannungspotential über R 50 am zweiten Eingang des IC 16 (über R 46 auf Pin 4) derart, daß sich das IC 16 immer auf der höchsten Eingangsempfindlichkeitsstufe bewegt.

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß ohne Anliegen eines Eingangssignales die Schaltung selbsttätig auf einer Frequenz von einigen 100 Hz schwingt. Sobald ein Signal an der Eingangsbuchse anliegt, arbeitet die Schaltung sofort absolut korrekt.

Das IC 16 benötigt drei Versorgungsspannungen, und zwar + 12 V, + 5 V, - 12 V und Masse. Wichtig ist hierbei zu beachten, daß alle drei Versorgungsspannungen gleichzeitig am IC anliegen müssen, da sonst der Baustein bei Fehlen auch nur einer Versorgungsspannung sofort defekt wird.

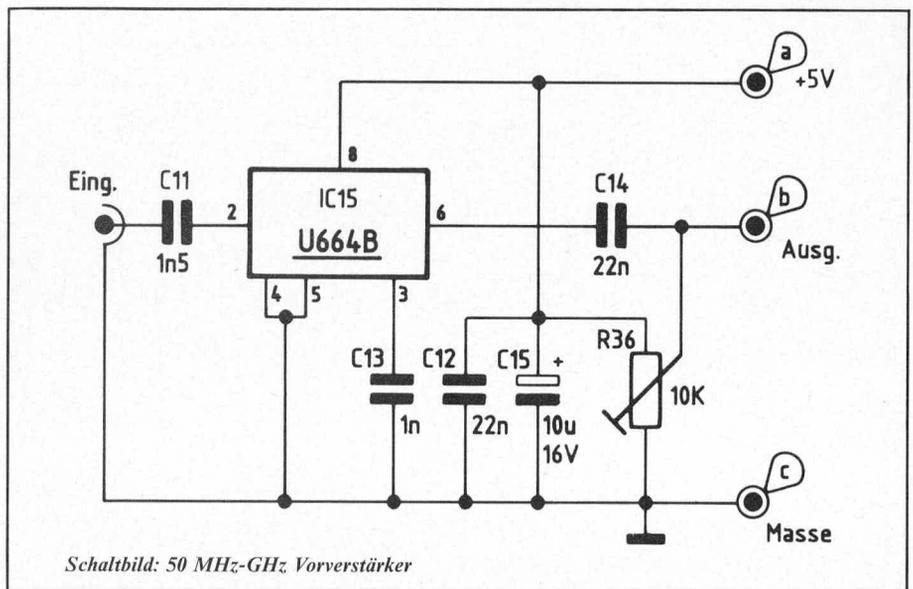
Das an Pin 11 des IC 16 anstehende Ausgangssignal kann direkt zur Weiterverarbeitung auf den TTL-Eingang des nachgeschalteten Gatters N 2 (Pin 2 des IC 1 auf der Hauptplatine) gegeben werden.

Vorverstärker 50 MHz bis 1 GHz

Dieser ebenfalls hochqualifizierte Vorverstärker mit integriertem Teiler weist in weiten Frequenzbereichen eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 20 mV_{eff} auf, wobei die Empfindlichkeit in der Nähe von 1 GHz etwas abnimmt, d. h. ein etwas größeres Eingangssignal erforderlich ist, dafür aber auch im allgemeinen Messungen bis hinauf zu 1,2 GHz = 1.200 MHz (!) möglich sind.

Gleichfalls sind unterhalb 50 MHz durchaus Messungen möglich, bis hinunter zu 20 MHz, teilweise sogar bis 10 MHz. Hier sind dann aber etwas größere Eingangsspannungen erforderlich.

Das Eingangssignal gelangt über C 11 auf den Eingang Pin 2 des IC 15 des Typs U 664 B. An dessen Ausgang (Pin 6) steht das verstärkte und durch 64 geteilte Eingangssignal zur Verfügung, das über C 14 ausgekoppelt wird.



Schaltbild: 50 MHz-GHz Vorverstärker

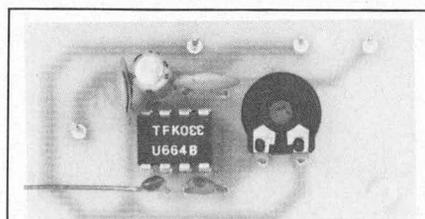
Der Trimmer R 36 dient der einmaligen Gleichspannungsanpassung an die folgende TTL-Stufe (Pin 4 des Gatters N 3 auf der Hauptplatine).

Die Kondensatoren C 12, C 13 sowie C 15 dienen zur Pufferung und Störspannungsunterdrückung.

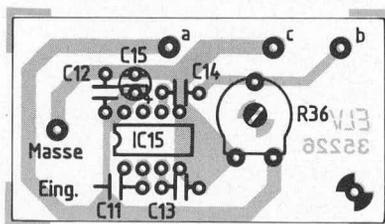
Die Torzeit bei Messungen mit diesem Vorverstärker ist so ausgelegt, daß die Meßfrequenz direkt auf der achtstelligen Anzeige des Frequenzzählers abgelesen werden kann. Hierzu ist es erforderlich, daß das Tor (Pin 1 des IC 7 auf der Hauptplatine) für exakt 0,64 s geöffnet wird, wodurch sich eine direkte Ablesung der Meßfrequenz mit einer Auflösung von 100 Hz ergibt.

Zum Nachbau

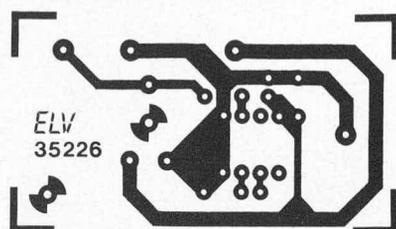
Der Nachbau ist in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorzunehmen.



Ansicht der fertig bestückten Platine



Bestückungsseite der 1 GHz-VV-Platine



Leiterbahnseite der 1 GHz-VV-Platine

Da die Vorverstärker 1 und 2 besonderen Qualitätsansprüchen genügen müssen, ist es erforderlich, diese, jeden für sich, in ein abgeschirmtes hf-dichtes Gehäuse einzubauen.

Da sich am Aufbau und am Anschluß der beiden Vorverstärker in bezug auf die ursprünglichen Versionen nichts geändert hat, wollen wir auf eine weitere detaillierte Beschreibung an dieser Stelle verzichten, zumal der Nachbau einfach durchzuführen ist.

Auf der Frontplatine (Anzeigenplatine) des FZ 7000 ist eine kleine Änderung vorzunehmen, d. h. es sind vier Bohrungen für R 56 und die rote 3 mm Leuchtdiode zur Anzeige des AC-Betriebes vorzunehmen. Zweckmäßigerweise wird die Leuchtdiode direkt unterhalb des DC-Pegeleinstellers angeordnet. Die Verbindung zur Vorverstärkerschaltung erfolgt mit zwei dünnen, flexiblen, isolierten Leitungen.

Stückliste:

50 MHz — 1 GHz Vorverstärker

Halbleiter

IC 15 U664B

Kondensatoren

C 11 1,5 nF Ker.
C 12 22 nF Ker.
C 13 1 nF Ker.
C 14 22 nF Ker.
C 15 10 µF/16 V

Widerstände

R 36 Trimmer, liegend, 10 kΩ

Sonstiges

1 hf-dichtes Gehäuse
2 Schrauben M 3 x 10 mm
2 Muttern M 3
1 Lötflanke 3,2 mm

ELV-Serie Kfz-Elektronik

ELV-Abgastester AT 7001



Aufgebaut in professioneller Technik eignet sich der ELV-Abgastester AT 7001 sowohl für den industriellen Einsatz als auch aufgrund seines günstigen Preis-/Leistungsverhältnisses für den Einsatz im Hobby-Bereich bei gehobenen Ansprüchen.

Durch die Messung des CO-Anteiles in den Abgasen von Verbrennungsmotoren, ist die optimale Vergaser-Einstellung möglich, da bei 1 Vol%-Anteil Kohlenmonoxid (CO) im Abgas die bestmögliche Verbrennung im Motor erfolgt.

Der max. vom TÜV zulässige Wert liegt bei 4,5 Vol%.

Allgemeines

Der im ELV journal Nr. 31 vorgestellte ELV-Abgastester AT 7000 stieß nicht nur bei Hobbyelektronikern auf große Resonanz, sondern auch bei professionellen Anwendern. Wir haben uns daher entschlossen, das ursprünglich für Einzelanwendungen konzipierte Gerät weiter zu entwickeln, so daß es jetzt für professionelle Anwendungen geeignet ist. Durch die vorgenommenen Verbesserungen hinsichtlich Langzeitstabilität, Störsicherheit, Genauigkeit und Driftverhalten, konnten die Einsatzmöglichkeiten des neuen AT 7001 bis in den industriellen Bereich erweitert werden.

Die genaue Beschreibung der Funktionsweise wurde bereits im ELV journal Nr. 31 vorgenommen, so daß wir an dieser Stelle nur noch kurz darauf eingehen wollen.

Eine optimale Verbrennung im Motor wird bei einem Anteil von 1 Vol% Kohlenmonoxid (CO) erreicht, so daß durch die Einstellung dieses Wertes ein wesentlicher Beitrag zur optimalen Kraftstoffausnutzung geleistet wird.

Besonders wichtig ist hierbei zu wissen, daß durch eine optimale Vergasereinstellung mit Hilfe der Messung des Kohlenmonoxid-Gehaltes in den Abgasen nicht nur die schädlichen Abgase reduziert werden, sondern durch die optimale Verbrennung sowohl die Leistung des Motors steigt als auch der Benzinverbrauch gleichzeitig sinkt. Besonders durch letztgenannten Punkt kann sich die Investition eines Abgastesters schnell lohnen haben.

Das hier angewandte Meßprinzip beruht auf dem Wärmetönverfahren. Hierbei

werden die im Abgas enthaltenen Schadstoffanteile über einen Meßsensor geleitet, der sich in einer Reaktionskammer befindet. Dort werden die Schadstoffanteile katalytisch mit Luftüberschuß verbrannt. Die aus reinem Platin bestehende Meßwendel des Meßsensors dient hierbei zum einen als Katalysator und zum anderen als Meßwertaufnehmer.

Durch die auftretende Verbrennung in der Reaktionskammer entsteht zusätzliche Wärme, die der Platin-Meßsensor in eine Widerstandsänderung umsetzt, die dann zur weiteren Auswertung herangezogen wird.

Inbetriebnahme und Bedienung

Die Stromversorgung des ELV-Abgastesters AT 7001 kann direkt aus der 12 V-Kfz-Batterie vorgenommen werden. Die rote Klemme ist an den Pluspol der Batterie, die schwarze Klemme an den Minuspol der Batterie zu legen. Ein unbeabsichtigtes Vertauschen der beiden Klemmen schadet dem Gerät nicht, da es durch Schutzdioden gesichert ist.

Nach erfolgter Stromzuführung beginnt sofort die eingebaute Meßgaspumpe zu arbeiten.

Mit digitaler LCD-Anzeige

Die Entnahmesonde (Ansaugschnorchel) befindet sich zunächst noch nicht im Auspuff des zu testenden Fahrzeuges, sondern in frischer Luft. Dies ist erforderlich, damit der Nullpunkt des Gerätes mit Hilfe des rechts auf der Frontplatte angeordneten Drehknopfes eingestellt werden kann.

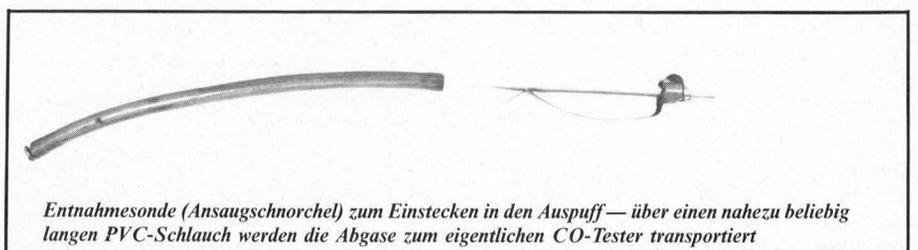
Auf der Frontseite des Gerätes befindet sich die Filterplatte mit 3 Spezial-Luftfiltern.

Der linke Filtereingang (Luft) saugt direkt über die Frontplatte Frischluft an.

Die Abgase des Fahrzeuges gelangen über den Ansaugschnorchel sowie den ungefähr in der Mitte der Ansaugleitung eingefügten Wasserabscheider zum Meßeingang des Abgastesters auf der Rückseite. Von dort führt eine Schlauchleitung zum rechten Filter der Filterplatte. Hier werden die Abgase von unerwünschten Rußpartikeln befreit, um anschließend durch den mittleren Filter auf der Filterplatte abgeleitet und zur Brennkammer geführt zu werden.

Der Wasserabscheider ist in regelmäßigen Abständen (möglichst nach jeder 2. bis 3. Messung) auf Feuchtigkeit hin zu kontrollieren. Als Filter dient hier einfache Watte.

Die in der Filterplatte befindlichen 3 Spezialfilter sollten ebenfalls in regelmäßigen



Entnahmesonde (Ansaugschnorchel) zum Einstecken in den Auspuff — über einen nahezu beliebig langen PVC-Schlauch werden die Abgase zum eigentlichen CO-Tester transportiert

Abständen (möglichst alle 20 bis 30 Messungen) bzw. nach Bedarf gewechselt werden.

Nachdem das Gerät ca. 5 bis 10 Minuten in Betrieb war (Ansaugschnorchel in frischer Luft), leuchtet rechts neben der LCD-Anzeige eine rote LED auf. Hierdurch wird die Betriebsbereitschaft signalisiert.

Erst jetzt kann der Nullpunkt eingestellt werden, wobei wir nochmals darauf hinweisen, daß der Ansaugschnorchel unbedingt hierbei in frischer Luft und nicht im Abgasstrom liegt.

Mit dem rechts auf der Frontplatte angeordneten Drehknopf kann jetzt die Anzeige auf 0,00 eingestellt werden, wobei Abweichungen von max. $\pm 0,05\%$ (entsprechend 5 Digit) zulässig sind.

Um eine bestmögliche Genauigkeit zu erzielen, sollte die Nullpunkteinstellung vor jeder neuen Messung erneut durchgeführt werden. Hierzu ist der Ansaugschnorchel mehrere Minuten lang in frischer Luft zu halten, bis sich der auf dem Display angezeigte Wert nicht mehr verändert.

Jetzt kann der Ansaugschnorchel in den Auspuff des zu überprüfenden Kfz eingeführt werden. Die Meßgaspumpe saugt die Abgase an und führt sie über die entsprechenden Filter, der im Alu-Block enthaltenen Brennkammer, mit dem Meßsensor zu. Auf der Anzeige wird dann der entsprechende CO-Anteil, der in den Abgasen enthalten ist, angezeigt.

Funktionskontrolle

Zur Überprüfung der Meßgassensoren sowie der Auswertelektronik, besitzt das Gerät auf der rechten Seite einen Taster.

Nach Erreichen der Betriebstemperatur und Einstellung des Nullpunktes, kann dieser Taster zu Testzwecken betätigt werden.

Die LCD-Anzeige muß jetzt einen Wert zwischen 1,80 und 2,20 % anzeigen.

Werden Werte unterhalb 1,80 % bzw. über 2,20 % angezeigt, deutet dies auf einen Abnutzungsgrad der Meßsensoren hin, der es unbedingt erforderlich macht, diese zu tauschen.

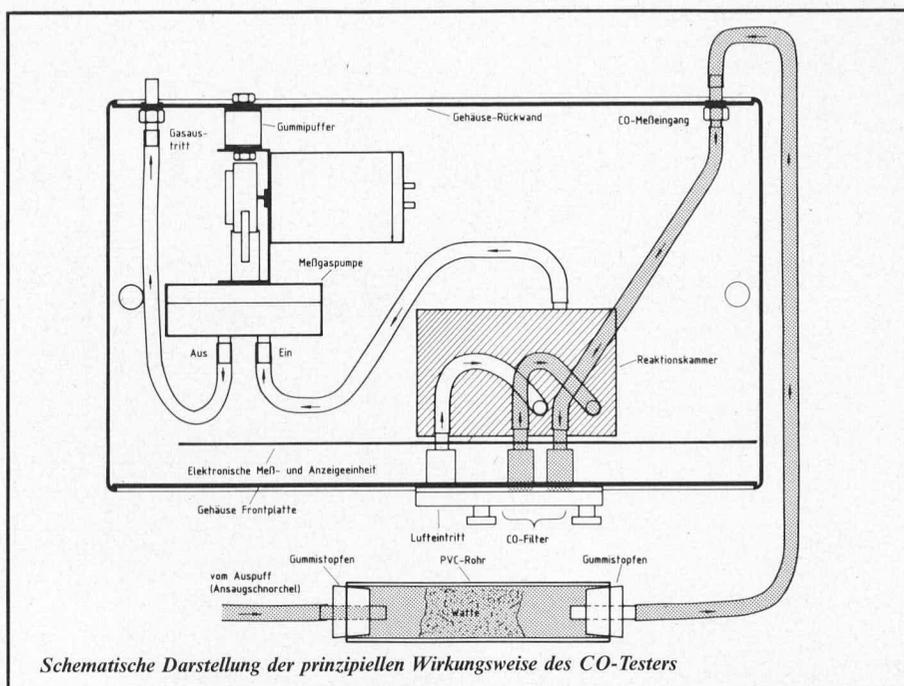
Schutz vor Feuchtigkeit

Damit die Meßgassensoren sowie die Schaltung vor Feuchtigkeit geschützt werden, wurde eine zusätzliche Überwachungselektronik eingebaut, die die Spezialfilter in der Filterplatte ständig überwacht. Sobald die Feuchtigkeit auf den ersten Filter gelangt, schaltet die Meßgaspumpe automatisch ab und rechts neben der LCD-Anzeige beginnt die Betriebs-LED zu blinken.

Im vorstehend geschilderten Fall ist das Gerät sofort ganz auszuschalten. Sämtliche Filter sind zu wechseln. Danach ist das Gerät wieder betriebsfertig.

Genauigkeit

Die Genauigkeit des ELV-Elektronik-Abgastesters AT 7001 liegt bei ca. 0,1 % CO, im Bereich bis 5 % CO. Eine Überprüfung bzw. Neukalibrierung sollte regelmäßig einmal im Jahr durchgeführt werden.



Schematische Darstellung der prinzipiellen Wirkungsweise des CO-Testers

Betriebsdauer

Grundsätzlich ist das Gerät für Dauerbetrieb geeignet. Es empfiehlt sich jedoch, bei längeren Pausen den ELV Abgastester 7001 auszuschalten, um die hochwertigen Meßsensoren sowie die Meßgaspumpe zu schonen. Die Betriebszeit der Meßgaspumpe liegt bei über 1.000 Stunden (Dauerbetrieb).

Die Meßgassensoren erreichen eine Lebensdauer von mehreren 100 Meßvorgängen.

Zur Schaltung

Als Meßwertempfänger dient ein Meßgas-sensor mit einer Meßwendel aus reinem Platin. In der vorliegenden Schaltung handelt es sich um den Meßsensor PTS 1. Er befindet sich in einer Reaktionskammer, durch die die Meßgase geleitet werden, innerhalb eines hermetisch abgedichteten Alu-Blocks.

Ein zweiter, vollkommen identischer Sensor (PTS 2) liegt hierzu in Reihe. Dieser zweite Sensor wird zu Referenzzwecken herangezogen. Er befindet sich in einer separaten Kammer, in dem selben Alu-Block, in dem auch die Brennkammer für die Meßgase enthalten ist.

Die Reihenschaltung aus den beiden Platinsensoren PTS 1 und PTS 2 stellt die eine Brückenhälfte einer Meßbrücke dar, in deren Diagonalen die zur Weiterverarbeitung dienende Meßspannung abgenommen wird.

Die zweite Brückenhälfte besteht aus der Reihenschaltung der Widerstände R 3 bis R 5. Parallel hierzu liegt der Spindeltrimmer R 6, der zur einmaligen Grobeinstellung des Nullpunktes dient. Sowohl vom Mittelabgriff des Spindeltrimmers R 6 als auch vom Mittelabgriff des von der Frontplatte zu bedienenden Potis R 4 führt jeweils ein Widerstand (R 11 und R 12) zu einem gemeinsamen Punkt, der die eine Seite der Brückendiagonalen darstellt. Dieser wird auf den nicht invertierenden (+)

Eingang des als Linearverstärker geschalteten OP 2 (Pin 3) geführt.

Der zweite Anschluß der Brückendiagonalen wird durch den Verbindungspunkt der beiden Platinsensoren (d) dargestellt. Dieser Punkt gelangt über R 13 auf den invertierenden (-) Eingang des OP 2 (Pin 2).

Zur Verstärkungseinstellung dient der Rückkoppelwiderstand R 14.

Am Ausgang des OP 2 (Pin 1) steht dann das verstärkte Nutzsignal der Meßbrücke an. Dieses Signal ist in weiten Bereichen direkt linear proportional zum CO-Anteil der Meßgase (Kfz-Auspuffgase), die auf den Meßsensor PTS 1 gelangen.

Über R 15 gelangt das verstärkte Meßsignal auf den positiven Eingang (Pin 31) des A/D-Wandlers IC 3 des Typs ICL 7106, der den Meßwert direkt in eine Digital-Anzeige umwandelt und auf einem LC-Display zur Anzeige bringt.

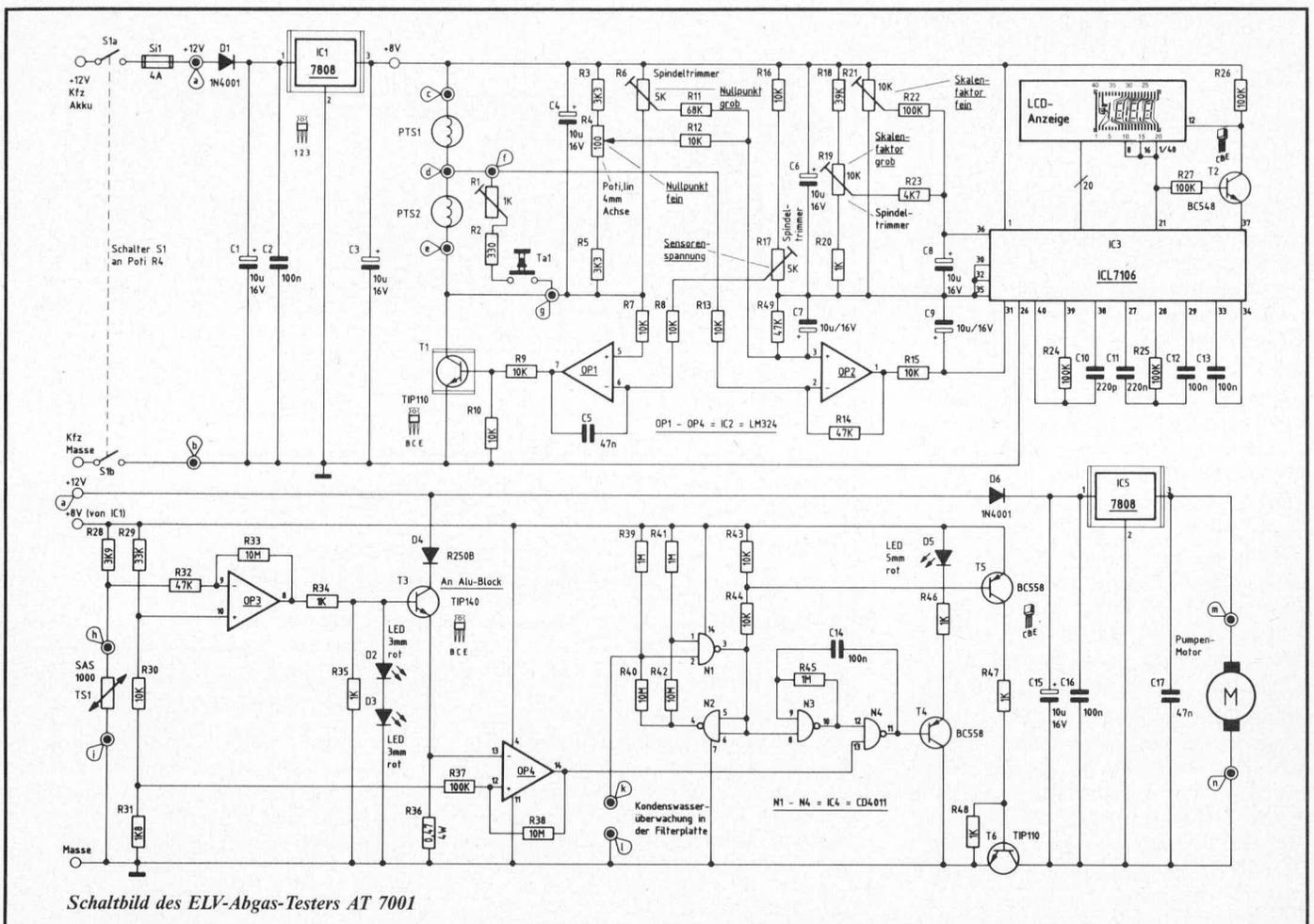
Der zweite Meßeingang (Pin 30) des A/D-Wandlers ist mit der internen Referenzspannung des IC 3 (Pin 32) verbunden. Diese Spannung liegt ca. 2,8 V unterhalb der positiven Betriebsspannung von ca. 8 V, die mit dem Festspannungsregler IC 1 stabilisiert wird.

Der negative Referenzspannungseingang (Pin 35) liegt ebenfalls auf dem Fußpunkt dieser internen Referenzspannung.

Der positive Referenzspannungseingang (Pin 36 des IC 3) befindet sich auf einem festen Potential, das mit dem Spindeltrimmer R 19 grob eingestellt werden kann (über R 23). Eine Feineinstellung erfolgt über den durch die Fronplatte erreichbaren Trimmer R 21, in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 22.

Zur Prüfung der Meßsensoren sowie der Auswertelektronik liegt parallel zum Platinsensor PTS 2 die Reihenschaltung der Widerstände R 1, R 2 sowie des Tasters Ta 1.

Bei neuwertigen Sensoren wird der Spindeltrimmer R 2 so eingestellt, daß die An-



Schaltbild des ELV-Abgas-Testers AT 7001

zeige bei 2,00 % (+/- 0,02 %) liegt, wenn Ta 1 betätigt wird. Bei alternierenden Sensoren bzw. nicht mehr korrekt arbeitender Meßelektronik, überschreitet die Abweichung den zulässigen Bereich von 1,80 bis 2,20 %. Im allgemeinen ist dann ein Austausch beider Platinsensoren gleichzeitig angeraten.

Die Versorgung der Meßbrücke erfolgt mit einer hochstabilisierten Referenzspannung von 2,8 V (2,6 bis 2,9 V). Die Leistungsregelung hierfür nimmt der Endstufentransistor T 1 vor. Er wird über OP 1 so angesteuert, daß an Punkt „e“ eine präzise Spannung ansteht, die exakt 2,8 V unterhalb der 8 V Versorgungsspannung liegt (Punkt „c“).

Die zur Regelung erforderliche Referenzspannung wird aus der internen, im IC 3 erzeugten Referenzspannung gewonnen und mit R 17 eingestellt. Sie gelangt über R 8 auf den invertierenden (-) Eingang des OP 1 (Pin 6). Die Rückführung erfolgt über R 7 auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 1 (Pin 5).

Der eigentliche Meß- und Referenzteil der Schaltung ist damit bereits beschrieben, wobei die gesamte Versorgung der vorstehend beschriebenen Elektronik aus der Kfz-Batterie erfolgt, die über den 8 V-Festspannungsregler IC 1 geregelt und stabilisiert wird (7,5 bis 8,5 V).

Damit eine hohe Präzision der Meßergebnisse des ELV-Elektronik-Abgastesters AT 7001 erreicht werden kann, ist eine elektronische Temperaturregelung und Konstanthaltung des Alu-Blockes vorgenommen, damit sowohl die Meßgasbrennkammer als

auch die Referenzkammer mit den beiden Platinsensoren immer auf exakter und gleichbleibender Temperatur gehalten wird.

Zur Beheizung dient der Leistungs-Endstufen-Transistor T 3 des Typs TIP 140. Die Ansteuerung erfolgt über den mit hoher Verstärkung arbeitenden Operationsverstärker OP 3, der seine Informationen vom Präzisionstemperatursensor des Typs SAS 1000 erhält. Derser Temperatursensor befindet sich in einer kleinen Bohrung ungefähr in der Mitte der unteren Alu-Blockhälfte. Hierdurch wird eine gute Konstanthaltung der Alu-Blocktemperatur erreicht.

Sobald die Anheizphase des Alu-Blockes abgeschlossen ist, sinkt der Stromfluß durch T 3 erheblich ab und der Spannungsabfall am Strombegrenzungswiderstand R 36 verringert sich. Unterschreitet er einen bestimmten Betrag, schaltet der als Komparator arbeitende OP 4, dessen Ausgang (Pin 14) das Gatter N 4 freigibt, so daß T 4 die Bereitschafts-LED (D 5) aufleuchten läßt.

Die Punkte „k“ und „l“ stellen zwei Lötstiften dar, die sich im rechten Filter der Filterplatte befinden und zur Kondenswasserüberwachung dienen. Sobald der betreffende Filter Feuchtigkeit aufnimmt, wird Pin 2 des Gatters N 1 auf niedriges Potential gezogen, wodurch der Ausgang auf ca. +8 V geht und T 5 sperrt. Gleichzeitig sperrt auch T 6, so daß die Meßgaspumpe abschaltet.

Über das Gatter N 2 sowie R 40/42 wird eine Mitkoppelung erzielt, die eine definierete Schaltschwelle zur Folge hat.

Über Pin 8 des Gatters N 3 wird gleichzeitig ein Oszillator mit einer Frequenz von ca. 2 bis 3 Hz aktiviert, der aus den Gattern N 3/N 4 in Verbindung mit R 45/C 14 besteht. Im Falle von auftretender Feuchtigkeit in der Filterplatte beginnt daher die LED D 5 zu blinken, bei gleichzeitiger Abschaltung der Meßgaspumpe.

Nachdem das Gerät ausgeschaltet und sämtliche Filter getauscht wurden, ist die Schaltung automatisch beim Anlegen der Versorgungsspannung sofort wieder betriebsbereit.

Zum Nachbau

Zunächst wird die Leiterplatte in gewohnter Weise mit den Bauelementen bestückt. Man beginnt zweckmäßigerweise mit dem Einbauen der niedrigen Bauelemente, um anschließend die höheren einzusetzen und zu verlöten. Auf diese Weise wird trotz der kompakten Auslegung des Layouts der Nachbau leicht möglich, wobei nachfolgend aufgeführte Punkte besonders beachtet werden sollten.

Das IC 3 des Typs ICL 7106, zur Ansteuerung der 3 1/2-stelligen LCD-Anzeige, befindet sich unterhalb der Anzeige, so daß dieses IC unbedingt vor dem Einsetzen der LCD-Anzeige eingelötet werden muß.

Die IC's 1 und 5 sowie der Transistor T 1 werden auf der Leiterbahnseite der Platine angelötet, wobei ein U-Kühlkörper zur besseren Wärmeabfuhr dient. Die Montage geschieht wie folgt:

Zunächst wird eine Schraube 3 x 16 mm von der Bestückungsseite her durch die Be-

festigungsbohrungen für vorgenannte Bauelemente gesteckt. Anschließend ist jede dieser drei Schrauben mit einer Mutter M 3 festzuziehen. Zur Erreichung des gewünschten späteren Abstandes des jeweiligen U-Kühlkörpers zur Leiterbahnseite der Platine, wird eine weitere Mutter M 3 auf jede der drei Schrauben gedreht und festgezogen. Nun werden die Kühlkörper aufgesetzt, wobei gleichzeitig die betreffenden Halbleiter (IC 1, IC 5, T 1) mit vorgebogenen Beinchen mit über die Schraube M 3 x 16 mm geführt werden. Mit einer dritten Mutter M 3 ist dann der U-Kühlkörper mit dem darauf befindlichen Halbleiterbauelement festzusetzen.

Die Beinchen der Halbleiter sind während des Einsetzens gleich in die jeweils drei Anschlußbohrungen zu führen, wobei sie auf der Bestückungsseite ohne weiteres geringfügig hervorstecken dürfen, was jedoch nicht erforderlich ist. Das Verlöten erfolgt auch hier direkt auf der Leiterbahnseite mit einem feinen LötKolben, möglichst mit Bleistiftspitze.

Der Transistor T 6 wird ebenfalls auf der Leiterbahnseite angelötet, und zwar senkrecht nach hinten weisend. Ein Kühlkörper ist hierfür nicht erforderlich, da dieser Transistor lediglich zu Schaltzwecken dient.

Ein weiterer Transistor (T 3) ist nun noch auf der Rückseite der Leiterplatte anzulöten. Zunächst ist jedoch hierzu die Bestückung der beiden Fassungen für die Platinsensoren erforderlich sowie der Einsatz des Temperatursensors des Typs SAS 1000. Vorgenannte Bauelemente sind ebenfalls auf der Rückseite einzulöten.

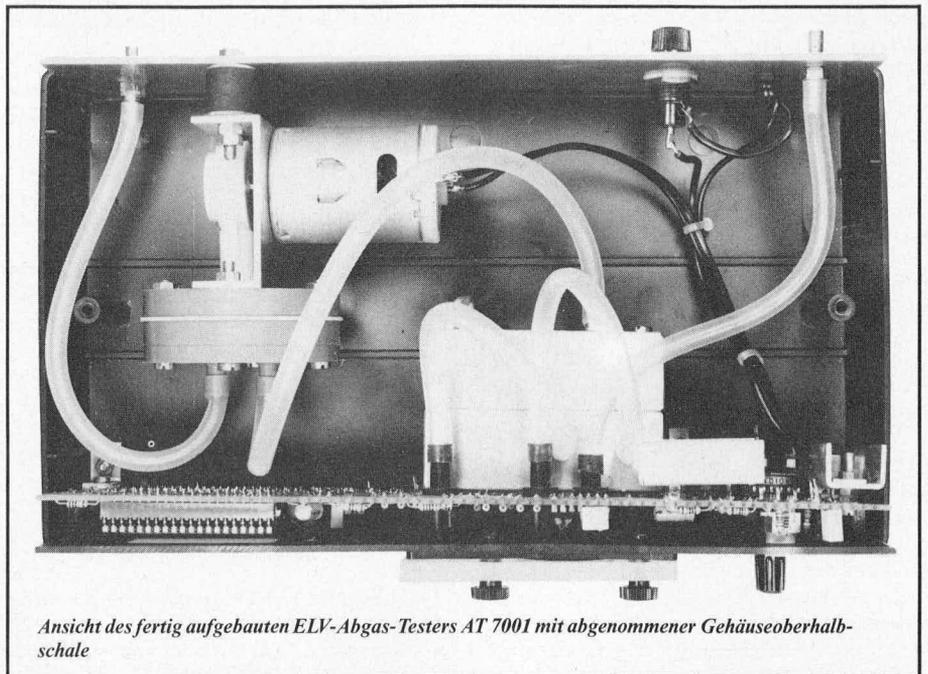
Nachdem die beiden Fassungen mit den Platinsensoren auf der kleinen Zusatzplatine festgelötet wurden, kann diese zusammen mit dem Alu-Block-Unterteil an die Hauptplatine geschraubt werden. Die drei Befestigungsschrauben M 4 x 16 mm sind von der Bestückungsseite der Platine her durch die entsprechenden Bohrungen zu führen.

Bei der Brennkammer für den Meßgas-sensor ist sowohl zwischen Isolierplatine und Alu-Block-Unterteil als auch zwischen Alu-Block-Unterteil und Alu-Block-Ober-teil jeweils ein O-Ring zur sorgfältigen Abdichtung der Brennkammer einzufügen.

Anschließend wird das Alu-Block-Ober-teil aufgesetzt und mit zwei Schrauben M 4 x 30 mm fest verschraubt.

Zur besseren Wärmeleitung zwischen Alu-Block-Unterteil und Temperatur-Sensor sollte ein wenig Wärmeleitpaste in die Sackbohrung für den Temperatur-Sensor gegeben werden. Wichtig ist hierbei, daß die Anschlußdrähte des Temperatur-Sensors auf keinen Fall leitenden Kontakt mit dem Alu-Block-Unterteil bekommen.

Nun kann der zur Heizung des gesamten Alu-Blockes dienende Leistungstransistor des Typs TIP 140 (T 3) eingelötet und mit dem Alu-Block-Unterteil verschraubt werden. Eine Glimmerscheibe zur Isolierung ist nicht erforderlich, wohl aber etwas Wärmeleitpaste zum besseren thermischen Kontakt.



Ansicht des fertig aufgebauten ELV-Abgas-Testers AT 7001 mit abgenommener Gehäuseoberhalb-schale

Zwischen Alu-Block und Gehäuseunter-halbschale ist später zur besseren Wärme-vertei-lung noch eine 10 mm starke Styro-porplatte einzufügen, in die vorher eine Vertiefung für T 3 eingebracht wurde.

Ist die Bestückung der Platine fertiggestellt und noch einmal kontrolliert, kann die Lei-terplatte mit zwei Alu-Befestigungswinkeln in ca. 10 mm Abstand zur Frontplatte mit dem Gehäuseunterteil verschraubt werden. Auf der Platine befinden sich hierfür bereits die beiden entsprechenden Bohrungen. In dem Gehäuseunterteil sind diese an der zunächst auszumessenden Stelle anzu-bringen.

Die Anordnung von Abgasansaugstutzen, Ausblasstutzen, Meßgaspumpe mit Gum-pipuffern, Sicherungshalter sowie Span-nungszuführung in der Gehäuserückwand, sind aus der Montagezeichnung ersichtlich. Ebenso die Verlegung der hochflexiblen Si-licon-Schlauchleitungen.

Die Filterplatte zur Filterung der Abgase sowie zum Ansaugen und Filtern der Frischluftzufuhr auf der Frontplatte, ist di-rekt mit der Frontplatte zu verschrauben. Hierzu sind zwei Schrauben M 3 x 16 mm von der Rückseite her durch die Frontplat-te zu führen und auf der Vorderseite mit zwei Muttern M 3 festzuziehen. Die über-stehenden Schraubenenden dienen zur Be-festigung der Filterhalter-Abdeckplatte mit zwei Rändelmuttern.

In die rechte der drei Filterkammern (von der Frontseite her gesehen) sind von hinten zwei Bohrungen mit einem Durchmesser von ca. 1,3 mm einzubringen, mit einem Abstand von ca. 3–5 mm. Hierbei ist darauf zu achten, daß diese so angelegt sind, daß anschließend zwei hindurchgesteckte Löt-stifte direkt in den später eingefügten Spe-zialfilter hineinragen, und zwar so, daß bei auftretender Feuchtigkeit im Filter die Lötstifte damit in Kontakt stehen.

Über flexible isolierte Leitungen werden die beiden Lötstifte anschließend mit den Punkten „k“ und „l“ mit der Leiterplatte verbunden.

Auch der elektrische Anschluß der Abgas-pumpe sowie die Spannungszuführung er-folgt über flexible isolierte Leitungen, die einen Querschnitt von mind. 0,4 mm² auf-weisen sollten.

Der ca. 5 m lange Ansaugschlauch für die Abgase wird in der Mitte geteilt, um dort den Wasserabscheider einzufügen. An einem Ende dieses Schlauches wird dann der Ansaugschnorchel befestigt, während das zweite Ende am Meßeingangsstutzen auf der Rückseite des Abgastesters anzu-schließen ist. In den Wasserabscheider ist ein Wattebausch aus „normaler“ Watte einzufügen.

Bevor das Gerät seinem eigentlichen Be-trieb zugeführt wird, sind in den Filterhal-ter auf der Frontplatte des Gerätes drei Spezialfilter einzusetzen. Bevor die Ab-deckplatte der Filterplatte aufgesetzt wird, ist in die entsprechende kreisrunde Nut ein O-Ring zu legen.

Die Kunststoffrändel-Muttern zur Befesti-gung der Abdeckplatte sind nicht zu stramm anzuziehen, damit sich die Ab-deckplatte nicht verbiegt.

Abschließend ist nun noch die nachfolgend beschriebene Kalibrierung durchzuführen.

Kalibrierung

Die Einstellung des ELV-Abgastesters ist auf einfache Weise durchzuführen.

Sofort nach dem Einschalten beginnt die Meßgaspumpe zu arbeiten. Nach ca. 5 bis 10 Minuten leuchtet die Bereitschafts-LED kontinuierlich auf (Dauerleuchten).

Sicherheitshalber warten wir insgesamt ca. ½ Stunde, bevor mit der eigentlichen Ein-stellung begonnen wird.

Der Ansaugschnorchel befindet sich hier-bei in frischer Luft und keinesfalls im Ab-gasstrom.

Mit dem Spindeltrimmer R 17 ist gleich nach dem Einschalten über den Punkten „c“ und „e“ eine Spannung von 2,6 bis 2,9 V einzustellen (Optimal 2,8 V).

Sowohl das Poti R 4 als auch die Trimmer R 1, R 6, R 19 und R 21 befinden sich ungefähr in Mittelstellung.

Nach einer ca. 30minütigen Einlaufzeit wird mit R 6 die Anzeige auf „000“ eingestellt, wobei +/- 10 Digit Abweichung zulässig sind.

Mit dem auf der Frontplatte angeordneten Poti R 4 kann dann im späteren Betrieb der Nullpunkt fein einjustiert werden. Dies sollte nach jeder Messung erfolgen.

Als nächstes sollte der Skalenfaktor des Abgastesters eingestellt werden. Hierzu wird der bisher angeschlossene Ansaugschlauch abgeklemmt und der Ausgang des Referenzgas-Beutels direkt an den Meßgaseingang auf der Rückseite des ELV-Abgastesters AT 7001 angeschlossen. Der Referenzgas-Beutel steht nicht unter Druck. Die im Gerät eingebaute Meßgaspumpe muß aus eigener Kraft das benötigte Referenzgas aus dem Beutel herausaugen, unter gleichzeitiger Zuführung von Frischluft über die Frontplatte. Der Referenzgasbeutel darf auf keinen Fall gedrückt werden, damit die im Gerät auftretenden Strömungsverhältnisse innerhalb des

Mischventils im Alu-Block keinesfalls beeinflusst werden.

Mit dem Spindeltrimmer R 19 wird die Anzeige auf 5,00 eingestellt. Sollten evtl. etwas geänderte Referenzgaswerte vorliegen, so ist dies auf den jeweiligen Beutel besonders vermerkt. Die Anzeige ist dann selbstverständlich auf diesen Wert einzustellen.

Mit R 21 kann zu einem späteren Zeitpunkt bei einer evtl. Nachkalibrierung der Skalenfaktor ohne Öffnen des Gerätes geringfügig nachgestellt werden. Sofern der Abgleich nicht selbst durchgeführt werden soll, kann das Gerät auch an den ELV-Abgleichservice eingesandt werden. Näheres hierzu entnehmen Sie bitte der entsprechenden Anzeige.

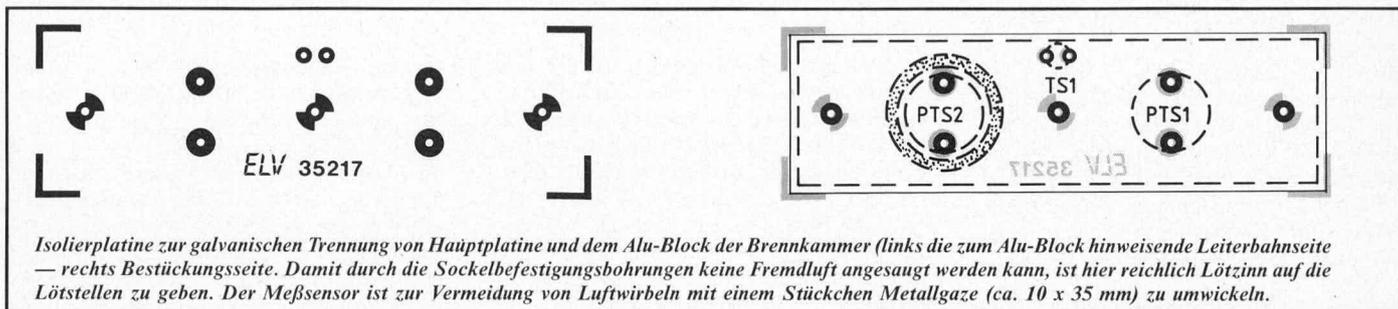
Abschließend wird noch der Trimmer R 1 wie folgt eingestellt:

Nachdem das Gerät komplett nach vorstehender Beschreibung kalibriert wurde, ist der Ansaugschlauch wieder anzuschließen. Die Anzeige wird mit dem an der Frontplatte angeordneten Poti auf genau 0,00 eingestellt, wobei max. 3 Digit Toleranz zulässig sind. Anschließend ist die Taste Ta 1

zu betätigen und R 1 so zu verstellen, daß auf der Anzeige ein Wert von 2,00 (+/- 3 Digit) erscheint. Diese Einstellung ist nur einmal durchzuführen, und zwar bei neuen Platinsensoren.

Durch die Alterung der Sensoren verändert sich der Innenwiderstand, so daß sich durch die in lockeren Abständen durchzuführende Betätigung des Tasters Ta 1 die Tauglichkeit der Sensoren prüfen läßt. Sobald bei einem Test die Anzeige nicht mehr im Bereich zwischen 1,80 und 2,20 liegt, sollten beide Sensoren gleichzeitig ausgetauscht werden. Beim Einsatz von neuen Sensoren ist dann die Neueinstellung von R 1 erforderlich (wieder auf 2,00). Zu beachten ist, daß beim Austausch der Platinsensoren grundsätzlich immer beide Sensoren gleichzeitig auszutauschen sind und darüber hinaus eine völlige Neukalibrierung vorzunehmen ist.

Wie bei jedem anderen CO-Meßgerät — gleich welchen Systems — muß eine Nachkalibration von Zeit zu Zeit durchgeführt werden, damit die Genauigkeit gewährleistet bleibt. Wir empfehlen eine Neueinstellung mind. einmal jährlich, bei ständigem Gebrauch möglichst alle zwei Monate.



Isolierplatte zur galvanischen Trennung von Hauptplatte und dem Alu-Block der Brennkammer (links die zum Alu-Block hinweisende Leiterbahnseite — rechts Bestückungsseite. Damit durch die Sockelbefestigungsbohrungen keine Fremdluft angesaugt werden kann, ist hier reichlich Lötzinn auf die Lötstellen zu geben. Der Meßsensor ist zur Vermeidung von Luftwirbeln mit einem Stückchen Metallgaze (ca. 10 x 35 mm) zu umwickeln.

Stückliste: ELV-Abgas-Tester AT 7001

Halbleiter

IC 1, IC 5	7808
IC 2	LM 324
IC 3	ICL 7106
IC 4	CD 4011
T 1, T 6	TIP 110
T 2	BC 548
T 3	TIP 140
T 4, T 5	BC 558
D 1, D 6	1N4001
D 2, D 3	LED, rot, 3 mm
D 4	R 250 B
D 5	LED, rot, 5 mm
PTS 1, PTS 2	Platinsensor
TS 1	SAS 1000

Kondensatoren

C 1, C 3, C 4, C 6, C 7, C 8, C 9,	
C 15	10 µF/16 V
C 2, C 12-C 14, C 16	100 nF
C 5, C 17	47 nF
C 10	220 pF/Ker.
C 11	220 nF

Widerstände

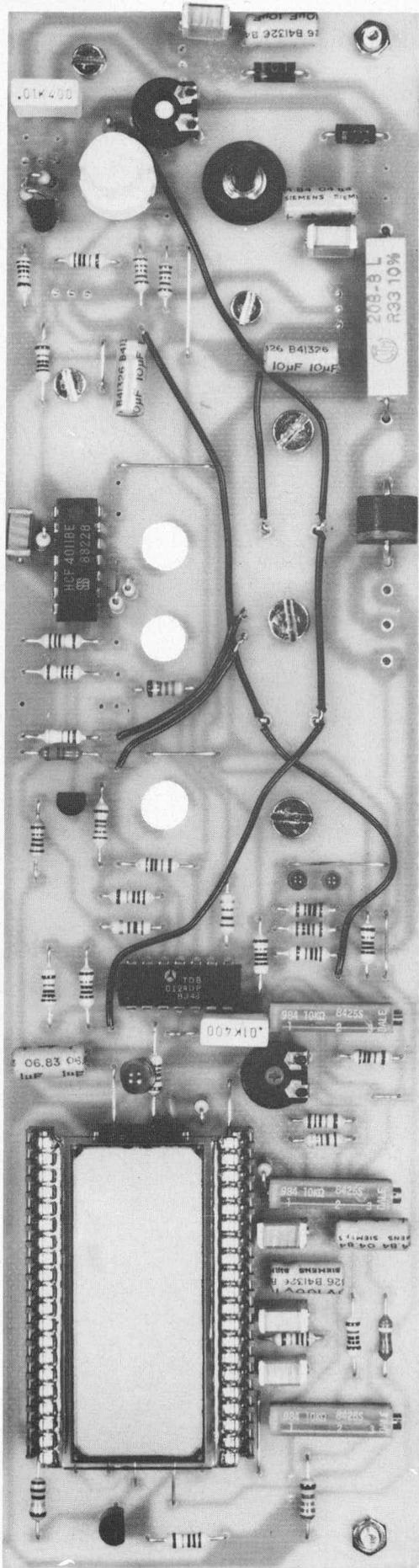
R 1	Trimmer, liegend, 1 kΩ
R 2	330 Ω
R 3, R 5	3,3 kΩ

R 4	100 Ω, Poti, lin, 4 mm Achse
R 6, R 17	Spindeltrimmer, 5 kΩ
R 7-R 10, R 12, R 13, R 15, R 16,	
R 30, R 43, R 44	10 kΩ
R 11	68 kΩ
R 14, R 32, R 49	47 kΩ
R 19	10 kΩ, Spindeltrimmer
R 18	39 kΩ
R 20, R 34, R 35, R 46, R 47,	
R 48	1 kΩ
R 21	10 kΩ, Trimmer liegend
R 22, R 24-R 27, R 37	100 kΩ
R 23	4,7 kΩ
R 28	3,9 kΩ
R 29	33 kΩ
R 31	1,8 kΩ
R 33, R 38, R 40, R 42	10 MΩ
R 36	0,47 Ω/ 4 Watt
R 39, R 41, R 45	1 MΩ

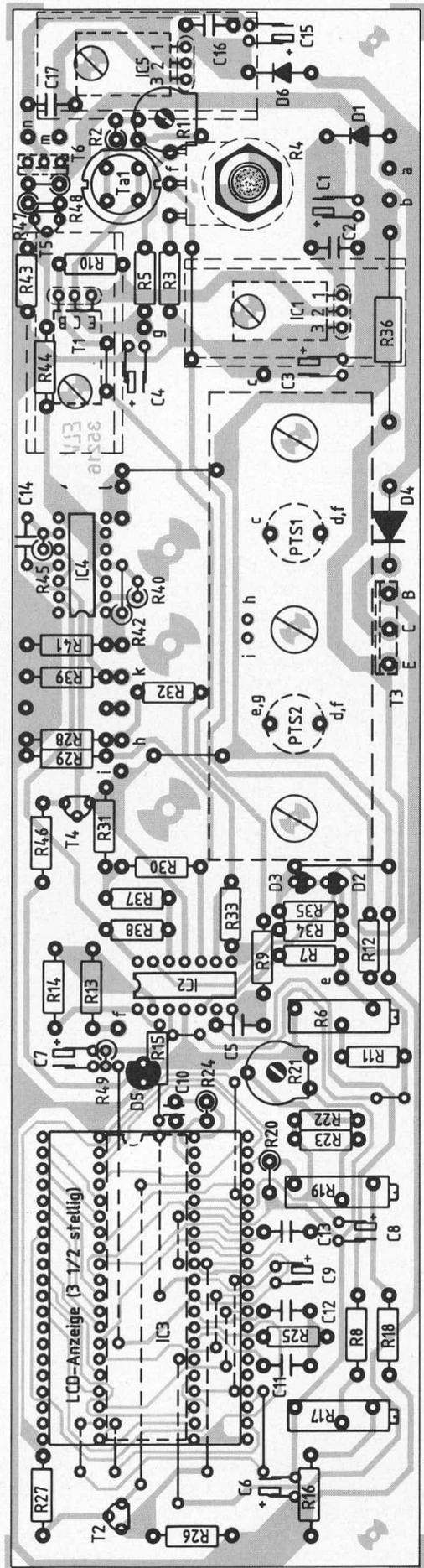
Sonstiges

Si 1	4 A
Ta 1	D 6-Taster
1 Einbausicherungshalter	
1 3½stelliges LCD-Anzeige	
1 x Vakuum-Pumpe	
2 x Alu-Befestigungswinkel	
3 x U-Kühlkörper SK 13	
1 x Alu-Block-Unterteil	
1 x Alu-Block-Oberteil	

1 x Filterplatte	
1 x Acrylglas Filterplattenabdeckung	
2 x Schraubfassungen für Sensoren	
1 x Metallgaze für Meßsensor	
2 x Ansaugstutzen	
1 x Schrauben 3 x 6 mm	
2 x Schrauben 3 x 8 mm	
2 x Schrauben 3 x 10 mm	
3 x Schrauben 4 x 16 mm	
3 x Schrauben 3 x 16 mm	
2 x Schrauben 4 x 30 mm	
13 x Muttern M 3	
4 x Muttern M 4	
2 x Muttern M 5	
2 x Kunststoffrändelmutter M 3	
1 x O-Dichtungsring 30 mm Ø	
2 x O-Dichtungsring 20 mm Ø	
6 x Lötstifte	
2 x Gummipuffer	
80 cm Siliconschlauch	
5 m Ansaugschlauch	
1 Wasserabscheider	
1 Schnorchel	
3 m Anschlußkabel zweiadrig, flexibel, 0,4 mm²	
2 Batterieklemmen (rot und schwarz)	
30 cm isolierter Schaltaht	
15 cm zweiadriges flexibles Kabel	
15 cm Silberdraht	
1 Neoprentülle	
1 Styroporplatte 50 mm x 75 mm	

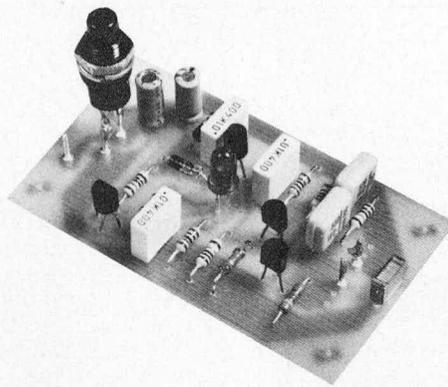


Ansicht der fertig bestückten Platine des ELY-Abgas-Testers AT 7001



Bestückungsseite der Platine des ELY-Abgas-Testers AT 7001

Quarztester



Zur Überprüfung von Quarzen aller gebräuchlichen Frequenzbereiche, dient diese kleine Testschaltung. Wer häufiger mit Oszillatoren und Quarzen zu tun hat, wird in dieser Schaltung ein wertvolles Hilfsmittel finden.

Zur Schaltung

Die mit vier Transistoren aufgebaute Schaltung besteht aus einem Oszillatorteil und einem Auswerteteil.

Beim Oszillator handelt es sich um einen Colpitts-Oszillator mit Darlingtontstufe für Grundton-Quarze, der mit den Transistoren T1 und T2 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut wurde.

Bei der hier vorliegenden Dimensionierung arbeitet die Schaltung in einem Frequenzbereich von typ. 100 kHz bis 30 MHz.

Sobald ein funktionstüchtiger Quarz an die Prüfklemmen „a“ und „b“ angeschlossen wird, beginnt der Oszillator zu schwingen. Am Kollektor von T2 wird diese Schwingung über C4 ausgekoppelt und auf die nachfolgende Auswertelektronik gegeben.

Bei offenen Eingangsklemmen oder einem defekten Quarz ist an T2 kein Wechselspannungssignal vorhanden.

Beim Anschluß eines einwandfreien Quarzes wird das über C4 auf die Basis von T3 gelangende Wechselspannungssignal mit T3 verstärkt und auf die nachfolgende Gleichrichterschaltung (D1/D2) gegeben. C7 dient hierbei der Pufferung.

Über R9 gelangt die an C7 anstehende Gleichspannung auf die Basis des Schalttransistors T4, der sofort durchsteuert, wenn ein entsprechendes Gleichspannungssignal an C7 vorhanden ist. D3 leuchtet auf.

Sind die Eingangsklemmen „a“ und „b“ offen bzw. ist der angeschlossene Quarz defekt, entsteht keine Schwingung, die über T3 verstärkt werden kann, so daß auch kein Gleichspannungssignal an C7 anliegt. Die LED bleibt verloschen.

Damit die Schaltung nicht ständig in Betrieb ist, wurde der Taster Ta1 vorgesehen, der während des Prüfungsvorgangs zu betätigen ist.

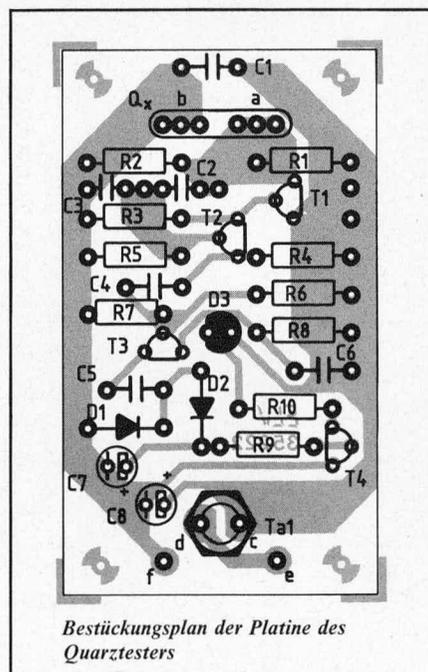
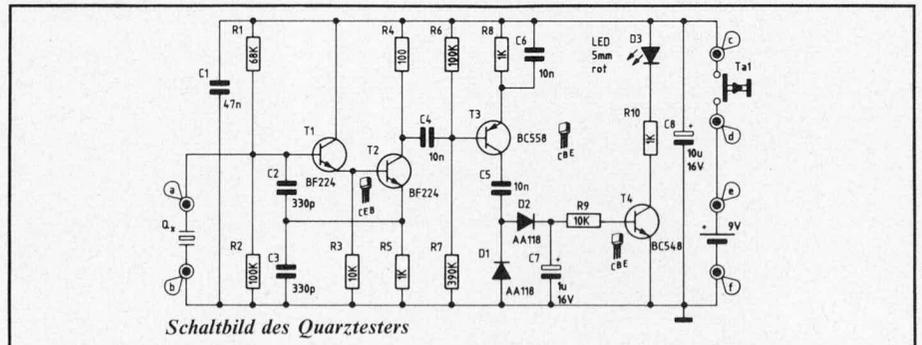
Da die Schaltung lediglich zu grundsätzlichen Funktionstests von Quarzen konzipiert wurde, konnte die Dimensionierung so ausgelegt werden, daß ein Frequenzbereich von ca. 100 kHz bis 30 MHz überstrichen wird. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang jedoch, daß die Frequenz des Oszillators in den Grenzbereichen nicht

mit der des angeschlossenen Quarzes übereinstimmen muß. So wird ein 30 MHz-Quarz des Oszillators lediglich mit einer Schwingung von ca. 10 MHz anregen, während ein 100 kHz-Quarz die Schaltung voraussichtlich auf ca. 1 MHz schwingen läßt. Im Bereich zwischen 1 MHz und 10 MHz hingegen wird die Frequenz des Oszillators mit der Quarzfrequenz übereinstimmen. Abweichungen brauchen hingegen den Anwender keineswegs zu irritieren, da dies durch den großen Einsatz-Frequenzbereich bedingt ist. Wichtig ist bei der vorliegenden Schaltung lediglich, daß eine Oszil-

lation auftritt, wenn ein angeschlossener Quarzeinwandfrei ist. Die LED (D3) leuchtet auf.

Zum Nachbau

Zunächst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die kleine Platine gesetzt und verlötet. Sofern die Schaltung in ein Gehäuse eingebaut werden soll, sind die Quarz-Testsockel möglichst mit kurzen flexiblen isolierten Anschlußdrähten mit der Platine zu verbinden, wobei ohne weiteres zwei Sockel parallel angeschlossen werden können.



Stückliste: Quarztester

Halbleiter

T1, T2	.....	BF 224
T3	.....	BC 558
T4	.....	BC 548
D1, D2	.....	AA 118
D3	.....	LED, rot, 5 mm

Kondensatoren

C1	.....	47 nF
C2, C3	.....	330 pF
C4, C5, C6	.....	10 nF
C7	.....	1 µF/16 V
C8	.....	10 µF/16 V

Widerstände

R1	.....	68 kΩ
R2, R6	.....	100 kΩ
R3, R9	.....	10 kΩ
R5, R8, R10	.....	1 kΩ
R7	.....	390 kΩ

Sonstiges

- 1 Quarzfassung HC 33
- 1 Quarzfassung HC 18
- 1 Taster, Schließer
- 1 9 V-Batterieclip
- 6 Lötstifte
- 4 Abstandsrollchen 15 mm
- 4 Schrauben M 3 x 20 mm

Vorankündigung: ELV Präzisions-Wetterstation WS 7000



In Zusammenarbeit mit einem der bedeutendsten deutschen Unternehmen im Bereich der Wettermeßtechnik entwickelt das ELV Ing.-Team eine außergewöhnliche Wetterstation, die sowohl hinsichtlich Präzision, Meßbereichsumfang, Datenspeichermöglichkeiten sowie Preis-/Leistungsverhältnis höchsten Anforderungen gerecht werden soll.

Nachfolgend geben wir eine Kurzbeschreibung dieser Komfort-Wetterstation. Bevor wir die Entwicklung abschließen, geben wir hiermit unseren Lesern die Möglichkeit, Wünsche und Anregungen zu äußern, die im derzeitigen Entwicklungsstadium noch berücksichtigt werden können.

Bis zum Ablauf der vorliegenden Ausgabe (Ende November) können Ihre Einsendungen ausgewertet werden.

Auf dem deutschen Markt wird eine Vielzahl von elektronischen Wetterstationen angeboten, deren Qualität jedoch häufig zu wünschen übrig läßt. Von sehr wenigen hochwertigen Geräten einmal abgesehen (z. B. Wetterstation der Firma Heathkit), ist die Mehrzahl der angebotenen Wetterstationen für präzise Messungen nicht zu verwenden.

Von den im ELV-Labor in jüngster Zeit getesteten Geräten lagen die angezeigten Meßwerte teilweise soweit vom tatsächlichen Wert entfernt, daß eine Schätzung hier häufig bessere Ergebnisse lieferte. Abweichungen von 10% waren keine Seltenheit, während teilweise auch über 20%ige Toleranzen, besonders im Bereich der relativen Luftfeuchte zu verzeichnen waren.

Auch im Bereich der Temperatur- und Luftdruckmessung konnten wir in zahlreichen Fällen wenig Erfreuliches feststellen. Auflösungen von halben bzw. ganzen Graden im Temperaturbereich waren keine Seltenheit, wo doch mit einfachen Mitteln 0,1° K Stand der Technik ist.

Daß ein Luftdrucksensor temperaturkompensiert werden muß und keineswegs zur Temperaturmessung geeignet ist, scheint sich auch noch nicht überall herumgesprochen zu haben. Spätestens dann, wenn sich der Gerätepreis in Bereich von DM 1000,—bewegt, sollte der Kunde hier zufriedenstellende Ergebnisse erwarten können.

Bei der Messung von Windgeschwindigkeit und Windrichtung ist das Angebot auf dem bundesdeutschen Markt nicht sehr groß. Nur wenige, meist sehr teure Geräte bieten diese Leistungsmerkmale an. Jedoch auch hier mußten wir teilweise feststellen, daß mit einer Technik gearbeitet wird, die mehr in den Bereich „Maschinenbau“ als „Elektronik“ zu passen scheint. Von elektronischen Drehwinkelnehmern bzw. elektronischer Strömungsmessung (für Windgeschwindigkeit) scheint man vielerorts keine Kenntnis zu besitzen.

Aufgrund vorstehender Tests und Erfahrungen hat das ELV Ing.-Team wie schon erwähnt in Zusammenarbeit mit einem der bedeutendsten deutschen Hersteller für Wettermeßtechnik eine Entwicklung begonnen, nach deren Abschluß wir unseren Lesern eine wirklich außergewöhnliche und präzise Wetterstation vorstellen können.

Hier nun das derzeitige Entwicklungsziel:

In einem kompakten Gehäuse der ELV-Serie 7000 (wahlweise ist auch ein Holzgehäuse lieferbar) ist die gesamte Elektronik der ELV-Wetterstation WS 7000 untergebracht.

Auf der Frontplatte befinden sich 28 Stück 7-Segment-Anzeigen zum gleichzeitigen Ablesen sämtlicher aktueller Daten. Zusätzlich dienen weitere 14 Leuchtdioden zur Polaritäts-, Windrichtungs-, und Luftdrucktendenzanzeige.

Folgende aktuelle Meßwerte sind ständig in direktem Zugriff:

1. Außentemperatur mit einer Auflösung von 0,1° und einer Genauigkeit von typ. 0,2°.
2. Innentemperatur mit einer Auflösung von 0,1° C und einer Genauigkeit von typ. 0,2° C.
3. Relative Luftfeuchte „außen“ mit einer Auflösung von 0,1% und einer Genauigkeit von typ. 0,5%.
4. Relative Luftfeuchte „innen“ mit einer Auflösung von 0,1% und einer Genauigkeit von typ. 0,5%.
5. Windrichtung mit dreistelliger digitaler Anzeige von 0–360° und einer Auflösung von 5°.
6. Windrichtung über eine Windrose mit 8 Dreieck-Pfeil-Leuchtdioden.
7. Windgeschwindigkeit mit einer dreistelligen digitalen Anzeige, wahlweise in m/s bzw. km/h.
8. Luftdruck mit einer Auflösung von 1 mbar und einer Genauigkeit von 2 mbar.
9. Luftdrucktendenzanzeige mit vier Dreieck-Pfeil-Leuchtdioden zur Anzeige von „langsam steigend“ bzw. „fallend“ sowie „schnell steigend“ bzw. „fallend“.
10. Aktuelle Uhrzeit mit 6stelliger Anzeige (einschl. Sekundenanzeige).
11. Nach einmaligem Drücken des in der Mitte der Windrose angeordneten Tasters erscheint für ca. 2 Sekunden anstelle der aktuellen Uhrzeit das aktuelle Datum.

Durch den Einsatz eines leistungsfähigen, von Spezialisten programmierten Microprozessors ist es darüber hinaus möglich, durch mehrmaliges Betätigen des in der Mitte der Windrose angeordneten Tasters folgende abgespeicherte Meßwerte anzuzeigen:

- 1 x tasten:
Anzeige des aktuellen Datums.
- 2 x tasten:
Anzeige der in den letzten 7 Tagen aufgetretenen Minimalwerte sämtlicher Meßstellen.
- 3 x tasten:
Anzeige der in den letzten 7 Tagen aufgetretenen Maximalwerte sämtlicher Meßstellen
- 4 x tasten:
Anzeige der minimalen Außentemperatur innerhalb

der letzten 7 Tage mit der dazugehörigen Uhrzeit sowie nach 2 Sekunden mit dem dazugehörigen Datum.

Die übrigen Anzeigen sind hierbei verloschen.

Nach weiteren 2 Sekunden wird die minimale Innentemperatur der letzten 7 Tage mit der dazugehörigen Uhrzeit sowie nach weiteren 2 Sekunden mit dem dazugehörigen Datum angezeigt.

Es folgen jeweils im Abstand von 2 Sekunden die Anzeige der relativen Luftfeuchte für „Außen“ und „Innen“, die Windgeschwindigkeit sowie der Luftdruck jeweils mit Uhrzeit und Datum.

5 x tasten:

Anzeige wie bei 4 x tasten, jedoch werden jetzt die Maximalwerte angezeigt.

6 x tasten:

Anzeige wie unter 4 x tasten, jedoch werden die Minimalwerte des letzten Jahres angezeigt (sofern die Wetterstation mind. solange im Dauerbetrieb gearbeitet hat).

7 x tasten:

Anzeige wie unter 4 x tasten, jedoch werden jetzt die Maximalwerte des letzten Jahres angezeigt (sofern die Wetterstation mind. solange im Dauerbetrieb gearbeitet hat).

8 x tasten:

Die unter Punkt 2 und 3 gespeicherten Minimal- und Maximalwerte werden gelöscht und der Speichervorgang der Minimal- und Maximaltemperaturen erfolgt ab diesem Zeitpunkt (ansonsten innerhalb der letzten 7 Tage, bzw. unter Punkt 6 und 7 innerhalb des letzten Jahres).

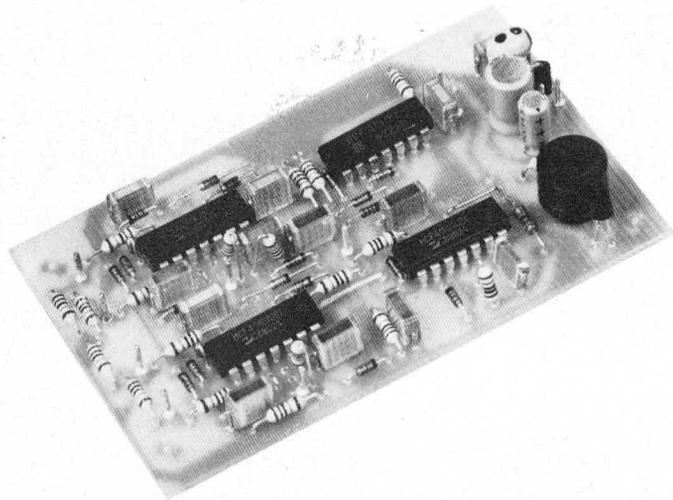
Sofern z. B. nur die Maximalwerte der letzten 7 Tage interessieren, ist der Taster 3 x hintereinander zu drücken, um diese Werte abzurufen, wobei zwischen jedem Tastendruck max. eine Zeit von 2 Sekunden liegen sollte. Ansonsten wird der betreffende Punkt abgearbeitet und die Wetterstation geht automatisch in ihren Ausgangszustand zurück, d. h. es werden die aktuellen Daten gleichzeitig angezeigt.

Nach ersten, allerdings sehr vorsichtigen Schätzungen, wird der Preis der Grundversion (mit zwei Temperaturmeßstellen) bei ca. DM 200,— liegen, während eine umfangreichere Ausstattung voraussichtlich in der Größenordnung von DM 500,— angesiedelt sein wird.

Zu vorstehend beschriebenem Konzept erwarten wir gern Ihre Zuschriften.

Mit dem Abschluß der Entwicklungen ist in ca. ½ Jahr zu rechnen.

Kfz-Stromwächter



Wird die Zündung ausgeschaltet, ertönt ein Signal, sofern noch elektrische Verbraucher eingeschaltet sind. Darüber hinaus bietet die hier vorgestellte Schaltung noch einige interessante Extras.

Allgemeines

Die in diesem Artikel vorgestellte kleine Schaltung kann einen Kfz-Besitzer davor schützen, eines Morgens in sein Fahrzeug einzusteigen, den Anlasser zu betätigen und sich anschließend zu ärgern, da genau nichts passiert — die Batterie ist leer.

Durch ein intermittierendes 2 kHz-Signal wird der Autofahrer unmittelbar nach Ausschaltung der Zündung darauf aufmerksam gemacht, falls ein Verbraucher noch eingeschaltet ist.

Es können max. 6 voneinander unabhängige elektrische Verbraucher kontrolliert werden.

Hierbei ist die Schaltung so ausgelegt, daß sowohl Verbraucher, die nach Masse geschaltet werden, als auch solche, bei denen der Schalter in der positiven Zuleitung liegt, anschließbar sind. Dies wurde durch den Einsatz zusätzlicher Inverter erreicht, wobei je nach Wunsch und Erfordernis eine Brücke vor oder hinter dem Inverter eingelötet wird.

Als Besonderheit bietet die Schaltung darüber hinaus die Möglichkeit, daß 3 der angeschlossenen 6 zu überwachenden Verbraucher „stummgeschaltet“ werden können. Soll z. B. das Fahrlicht bei ausgeschalteter Zündung noch für kurze Zeit eingeschaltet bleiben, so kann durch Betätigen des Tasters Ta 1 der Signalton ausgeschaltet werden, sofern es sich um einen Verbraucher handelt, der an die Eingangsklemmen „e“, „f“ und „g“ angeschlossen wurde. Die an die Anschlußklemmen „b“, „c“ und „d“ angeschlossenen Verbraucher lösen den Signalton unwiderruflich aus, d. h. auch wenn der Signalton über die Taste Ta 1 durch Einschalten eines Verbrauchers an den Anschlußklemmen „d“, „e“ und „f“ „stummgeschaltet“ wurde, ertönt er sofort wieder, wenn ein Verbraucher an den Anschlußklemmen „b“, „c“ und „d“ eingeschaltet wird.

Durch Ein- und wieder Ausschalten der Zündung wird die Schaltung wieder in ihren Grundzustand zurückgesetzt, so daß sämtliche Verbraucher wieder zur Auslösung des Signaltones herangezogen werden.

Zur Schaltung

Die Stromversorgung erfolgt direkt aus dem 12 V-Kfz-Bordnetz. Die Diode D 1 dient hierbei zur Entkoppelung, während C 1, L 1 und C 2 zur Pufferung und Siebung dienen. Notfalls kann für L 1 auch ein 10 Ω Widerstand eingebaut werden, sofern die Bordspannung nicht mit wesentlichen Störungen beaufschlagt ist.

Die zu überwachenden Verbraucher werden an die Eingangsklemmen „b“ bis „g“ angeschlossen, wobei die ersten drei Klemmen das Signal unwiderruflich auslösen, während die letzten drei Klemmen das Signal nur auslösen, wenn die Taste Ta 1 nicht betätigt wird.

Ist z. B. an die Klemme „b“ ein Verbraucher angeschlossen, dessen Schalter nach Masse schaltet, so liegt das Potential am Punkt „b“ auf ca. + 12 V, sofern der Verbraucher ausgeschaltet ist. An Pin 12 des Gatters N 1 liegt somit ein Potential von ca. 0 V an. Ist die Brücke links neben der Diode D 4 (im Schaltbild) in der eingezeichneten Stellung eingebaut, so wird das nachfolgende Gatter N 13 (Pin 13) auch weiterhin auf Nullpotential gehalten. Erst wenn der an Punkt „b“ angeschlossene Verbraucher eingeschaltet wird, sinkt die Spannung an Punkt „b“ auf annähernd 0 V ab, wodurch der Ausgang des Gatters N 1 (Pin 12) auf ca. + 12 V geht. Über die entsprechende Brücke vor D 4 sowie über die Diode selbst wird dann der Eingang des Gatters N 13 (Pin 13) auf ca. + 12 V gezogen, so daß der Ausgang (Pin 11) auf ca. 0 V geht und über D 20 und das Gatter N 19 den 2 kHz Oszillator, bestehend aus N 20 bis N 22 mit Zusatzbeschaltung, frei gibt. Das Warnsignal ertönt.

Damit der Signalton abgegeben werden kann, ist jedoch noch eine weitere Randbedingung erforderlich, und zwar muß der zweite Eingang des Gatters N 13 (Pin 12) ebenfalls auf ca. + 12 V liegen. Dies wird dadurch erreicht, indem das Zündschloß (normalerweise nach + 12 V schaltend) geöffnet ist, wodurch der Eingang des Gatters N 18 auf ca. 0 V und der Ausgang auf ca. + 12 V liegt.

Sobald die Zündung eingeschaltet wird, geht der Ausgang des Gatters N 18 sowie der Eingang des Gatters N 13 (Pin 12) auf ca. 0 V. Der Oszillator wird gesperrt. Das Warnsignal verstummt.

Durch Umlegen der Brücken vor den Dioden D 4, D 7, D 10, D 13, D 16 bzw. D 19, können auch Verbraucher geschaltet werden, deren Schalter in der Pluszuleitung liegt, wobei selbstverständlich das Einbauen der Brücken auch „gemischt“ erfolgen kann.

Gleiches gilt auch für das Zündschloß, das normalerweise in der Pluszuleitung liegt. Auch hier besteht alternativ die Möglichkeit, durch Umlegen der Brücke (vom Ausgang des Gatters N 18 zum Ausgang des Gatters N 17) die Schaltung in Betrieb zu nehmen, sofern das Zündschloß in der Minuszuleitung liegt.

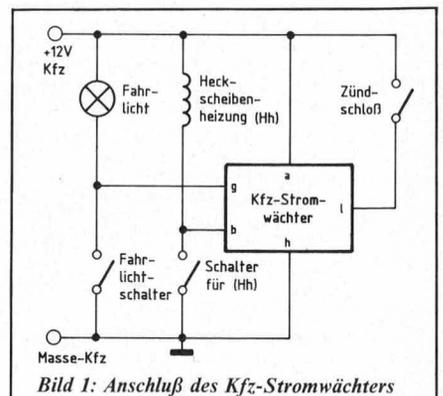
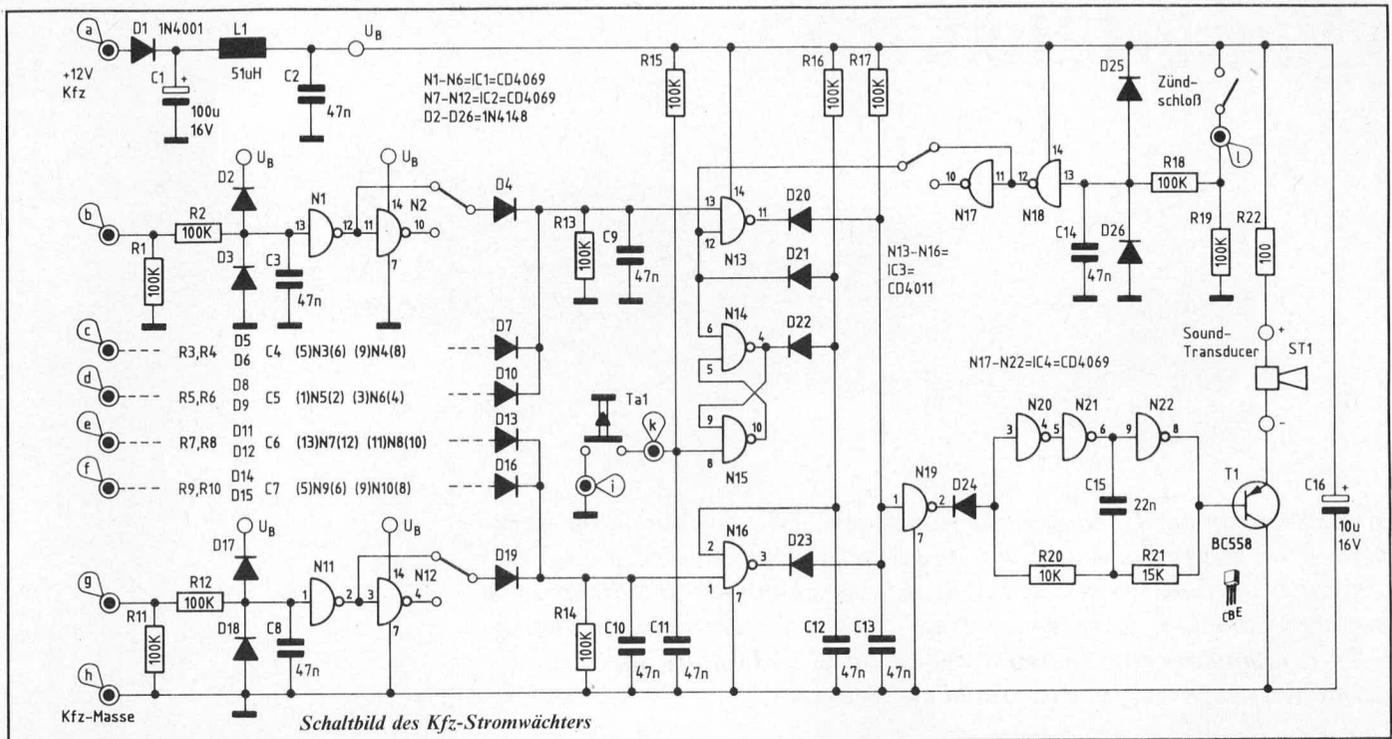


Bild 1: Anschluß des Kfz-Stromwächters



Wird der Signalton durch Einschalten eines Verbrauchers ausgelöst, der an die Eingangsklemmen „e“, „f“ bzw. „g“ angeschlossen wurde, kann durch Betätigen des Tasters Ta 1 eine Stummschaltung erfolgen. Hierdurch wird der Eingang (Pin 8) des Gatters N 15 kurzzeitig auf „0 V“ gezogen. Der Ausgang des als Flip-Flop geschalteten Gatterpaares N 14/N 15 (Pin 4) geht somit dauerhaft auf ca. „0 V“. Über D 22 wird der Eingang (Pin 2) des Gatters N 16 gesperrt und das Warnsignal verstummt, unter der Voraussetzung, daß kein Verbraucher eingeschaltet ist, der an den Eingangsklemmen „b“, „c“ bzw. „d“ angeschlossen wurde.

Durch Ein- und wieder Ausschalten der Zündung wird über den Eingang (Pin 6) des Gatters N 14 das Flip-Flop wieder zurückgesetzt. Bei einer erneuten Einschaltung der entsprechenden Verbraucher kann das Warnsignal wieder ertönen.

Auf den ersten Blick macht die vorstehend beschriebene Schaltung zwar einen etwas aufwendigen Eindruck, jedoch ist sie durch Verwendung sehr preiswerter Bauelemente ohne großen Kostenaufwand aufzubauen, wobei sie ein Höchstmaß an Flexibilität bietet.

Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes ist der Nachbau leicht durchzuführen. Zuerst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente in gewohnter Weise auf die Platine gesetzt und verlötet.

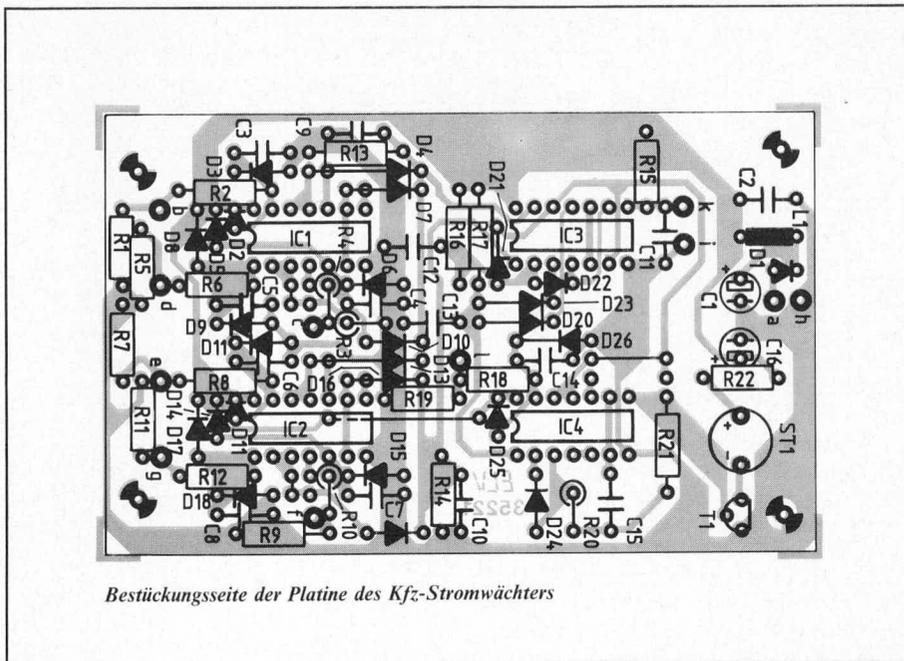
Das Layout ist so konzipiert, daß die Schaltung später in ein passendes Gehäuse eingesetzt werden kann. Selbstverständlich ist auch der Einbau ohne Gehäuse ins Kfz möglich, sofern die Schaltung vor Beschädigungen, besonders Verschmutzung und Feuchtigkeit, hinreichend geschützt ist.

Der Bestückungsplan ist so gezeichnet, daß die Schaltung auf Verbraucher ausgelegt

ist, die nach Masse geschaltet werden (Schalter in der Minusleitung). Der Anschluß des Zündschlosses hingegen ist für ein Schalten nach + 12 V ausgelegt.

Sollen entgegengesetzte Schaltverhalten erzielt werden, so sind die entsprechenden Brücken umzulöten, bzw. in einigen Fällen, in denen keine Brücken vorgesehen sind, die jeweils alternativen Gatteranschlüsse zu benutzen (Anode von D 4 wahlweise mit Pin 10 von N 2 oder Pin 12 von N 1 verbinden). Werden einige Eingänge nicht benutzt, sind diese entweder mit + 12 V oder mit Masse zu verbinden, je nachdem, welche Stellung der entsprechenden Brücke gewählt wurde (bei der eingezeichneten Brückenstellung ist der Anschluß nach + 12 V erforderlich für einen unbenutzten Eingang).

Wie der Anschluß im Kfz zu erfolgen hat, ist aus Bild 1 ersichtlich.



Stückliste: Kfz-Stromwächter

Halbleiter

IC 1, IC 2, IC 4	.....	CD 4069
IC 3	.....	CD 4011
T 1	.....	BC 558
D 1	.....	1N4001
D 2-D 26	.....	1N4148

Kondensatoren

C 1	.....	100 µF/16 V
C 2-C 14	.....	47 nF
C 15	.....	22 nF
C 16	.....	10 µF/16 V

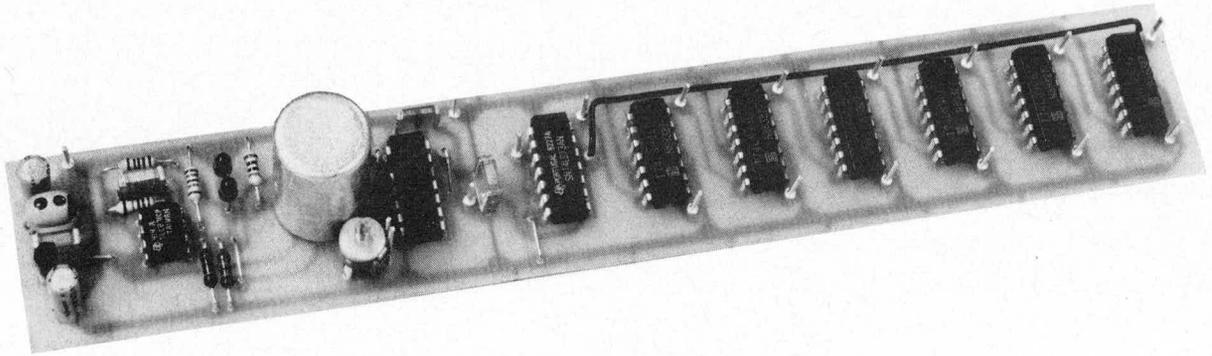
Widerstände

R 1-R 19	.....	100 k Ω
R 20	.....	10 kΩ
R 21	.....	15 kΩ
R 22	.....	100 Ω

Sonstiges

L 1	.....	51 µH
ST 1	.....	Sound Transducer
11	.....	Lötstifte
	.....	10 cm Silberdraht

Quarz-Ofen



Zur Erhöhung der Genauigkeit bei Frequenzzählern kann dieser hochkonstante, elektronisch geregelte Quarz-Ofen anstelle der „normalen“ Zeitbasis eingesetzt werden. Darüber hinaus kann die Schaltung auch als eigenständiges „Frequenznormal“ zu Vergleichszwecken dienen. Alles in allem also eine besonders interessante und sinnvolle Schaltung, zumal der Aufwand für den Nachbau gering ist.

Allgemeines

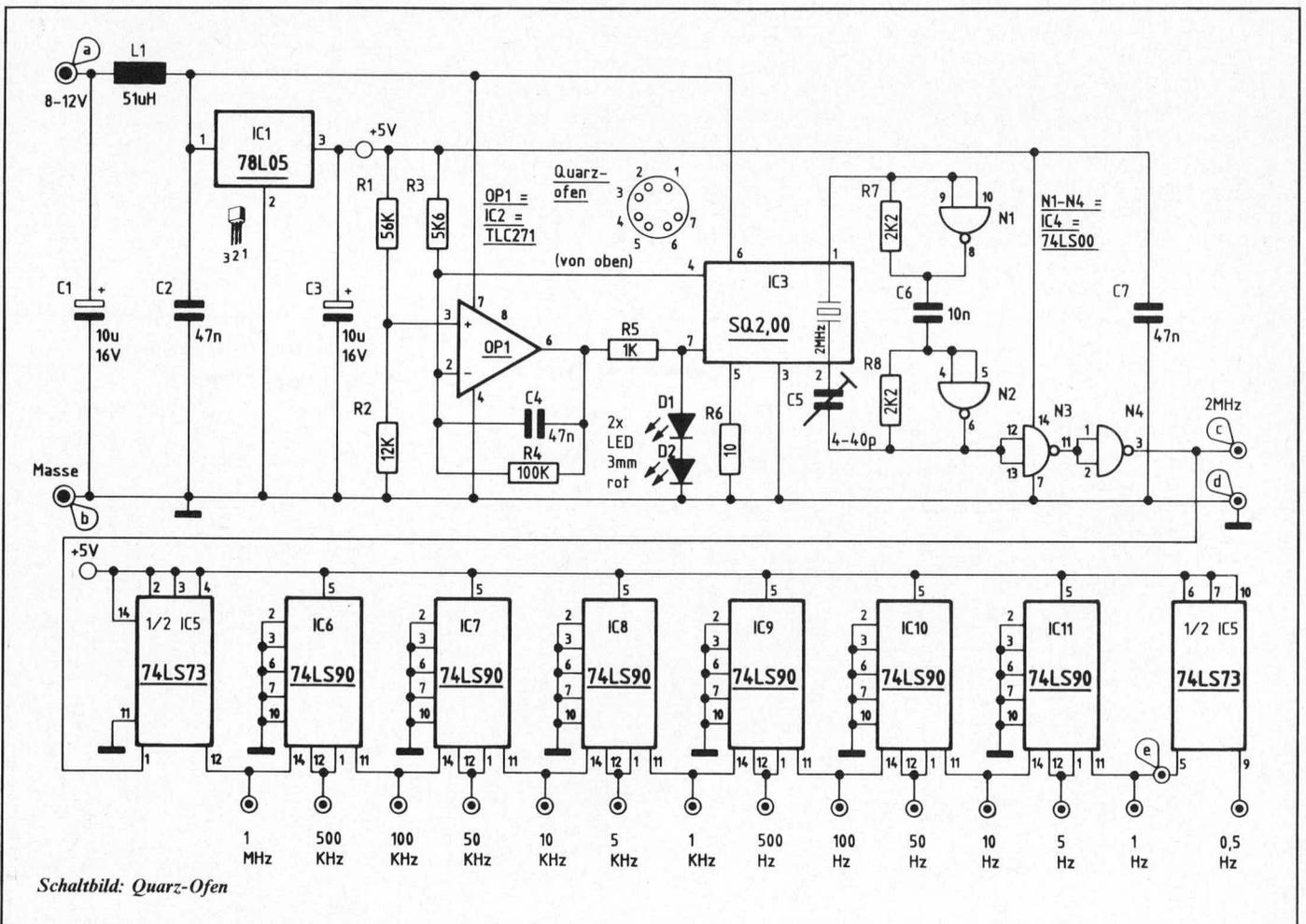
Die hier vorgestellte Schaltung eines elektronisch stabilisierten Quarz-Ofens weist eine außerordentlich hohe Frequenzkonstanz auf, die eine vergleichbare Qualität besitzt, wie die des ELV Super-Frequenz-Kalibrators FK 7000 (ELV journal Nr. 34 und Nr. 35). Wesentliches Unterscheidungsmerkmal ist jedoch die Qualität und Form der Ausgangssignale, die bei der hier

vorgestellten Schaltung einem TTL-Pegel entspricht. Die Ausgangssignale sind daher zur Ansteuerung von Quarzzeitbasen oder zu Kalibrierzwecken geeignet, bei denen das Augenmerk ausschließlich auf die Frequenzkonstanz gerichtet ist, nicht aber auf Spannungsanstiegsgeschwindigkeit und Spannungshöhe.

Durch die eingeschränkten Anforderungen an die Form des Ausgangssignals konnte

ein besonders günstiges Preis-/Leistungsverhältnis erreicht werden, wodurch der Nachbau für ein Gerät dieser Qualitätsklasse besonders günstig ermöglicht wird.

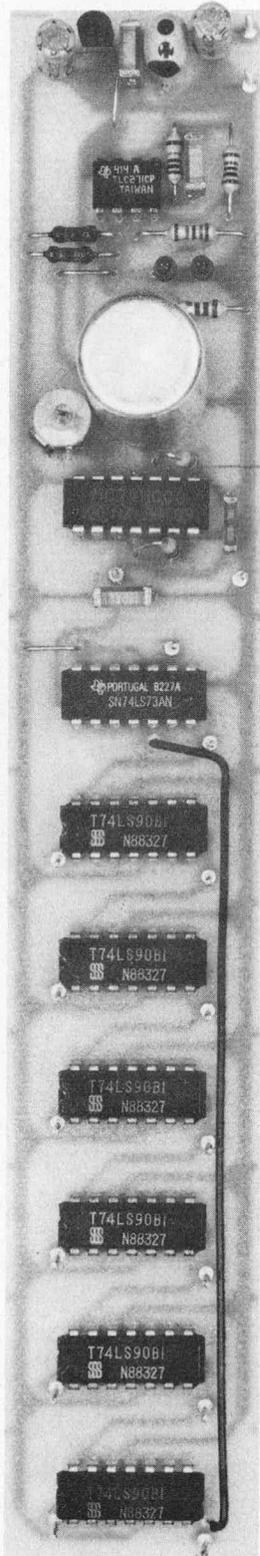
Sofern an die Form des Ausgangssignals hohe Anforderungen gestellt werden (sauberes Rechteck, hohe Spannungsanstiegsgeschwindigkeit, exaktes Tastverhältnis von 1:1), empfiehlt sich der Einsatz des ELV Super Frequenz-Kalibrators FK 7000,



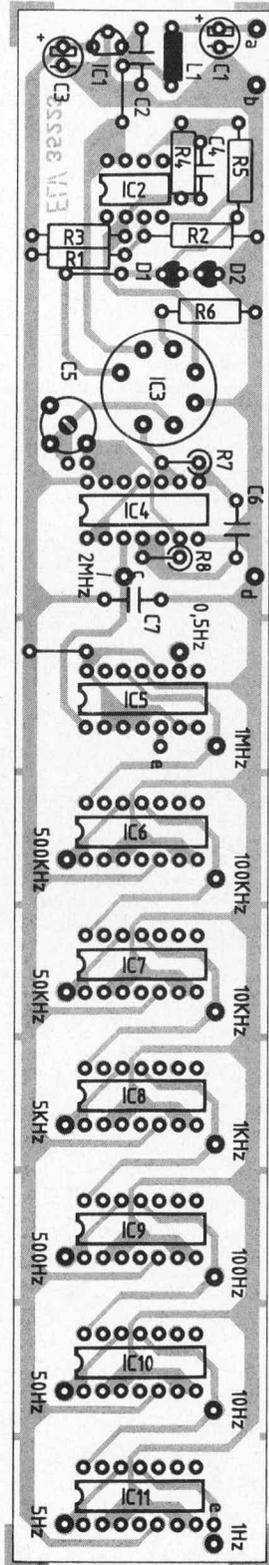
Technische Daten des ELV Quarz-Ofens

Hochkonstanter Referenzoszillator
 Langzeitkonstanz:
 Temperaturbereich:
 Ausgangsfrequenzen:

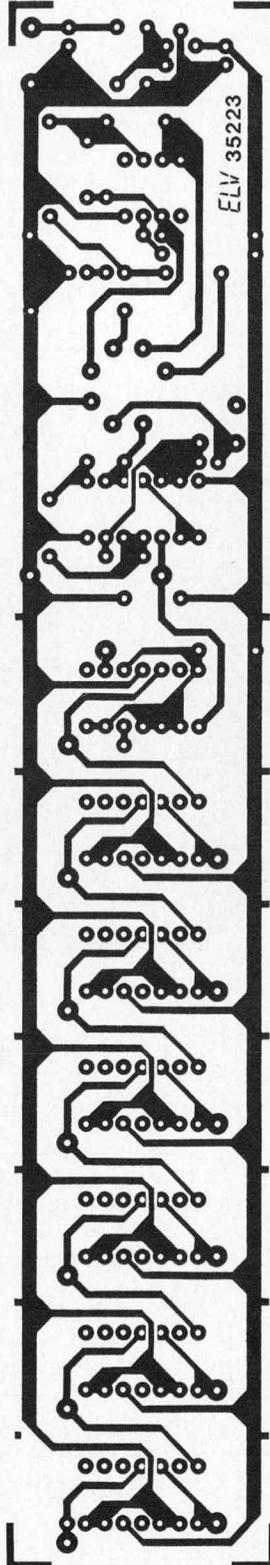
typ. 5×10^{-8}
 typ. 3×10^{-8}
 0° bis 50° C
 0,5 Hz, 1 Hz, 5 Hz, 10 Hz, 50 Hz, 100 Hz, 500 Hz,
 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 50 kHz, 100 kHz, 500 kHz,
 1 MHz, 2 MHz



Ansicht der fertig bestückten Platine



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

der auch zur Kalibrierung von Oszilloskopen usw. herangezogen werden kann. Zur Steuerung von Quarzzeitbasen bzw. lediglich als „Frequenznormal“, leistet der in diesem Artikel vorgestellte Quarz-Ofen jedoch vergleichbare Dienste.

Zur Schaltung

Die Schaltung des ELV Quarz-Ofens besteht aus zwei unabhängig voneinander arbeitenden Funktionsblöcken. Zum einen ist dies der eigentliche Quarz-Oszillator und zum anderen eine nachgeschaltete Teilerkette.

Der Referenz-Quarz-Oszillator ist mit den Gattern N1 und N2 sowie Zusatzbeschaltung aufgebaut. In deren Rückführung ist der Quarz mit einer Grundfrequenz von 2,000 000 MHz eingefügt. Er befindet sich in einem Miniatur-Gehäuse mit integrierem Heizelement und Präzisions-Tempersensoren.

Die Temperaturrückführung und -regelung erfolgt über den OP1 mit Zusatzbeschaltung, der die Soll- und Ist-Temperatur miteinander vergleicht und durch die hohe Schleifenverstärkung eine sehr exakte Temperaturkonstanthaltung des Quarzes bewirkt.

Die Pufferung der Oszillatorfrequenz erfolgt mit den hintereinander geschalteten Gattern N3 und N4. Eine Rückwirkung der Belastung des Ausgangssignals an Punkt „c“ auf die Oszillatorfrequenz ist daher ausgeschlossen.

Stückliste: Quarz-Ofen

Halbleiter

IC 1	78L05
IC 2	TLC 271
IC 3	SQ 2,00
IC 4	74LS00
IC 5	74LS73
IC 6, IC 7, IC 8	74LS90
IC 9, IC 10, IC 11	74LS90
D 1, D 2	LED, rot, 3 mm

Kondensatoren

C 1, C 3	10 μ F/16 V
C 2, C 4, C 7	47 nF
C 5 Trimmerkondensator	4-40 pF
C 6	10 nF

Widerstände

R 1	56 k Ω
R 2	12 k Ω
R 3	5,6 k Ω
R 4	100 k Ω
R 5	1 k Ω
R 6	10 Ω
R 7, R 8	2,2 k Ω

Sonstiges

L 1 Drossel 51 μ H
 12 cm iso. Schaltdraht
 18 Lötstifte

Zur Spannungsstabilisierung dient der Festspannungsregler IC 1. Die Heizenergie an Pin 6 des IC 3 wird unstabilisiert zugeführt.

Sofern man mit einer Grundfrequenz von 2 MHz auskommt, kann die Platine an der betreffenden Stelle vor dem IC 5 abgetrennt werden.

Durch die günstige Auslegung der Leiterbahnführung kann darüber hinaus eine mechanische Trennung zwischen jeder Teilerstufe (IC 5 bis IC 11) vorgenommen werden, so daß die Platine nur so groß auszulegen ist, wie Teiler-IC's erforderlich sind. Für eine min. Ausgangsfrequenz von z. B. 1 kHz kann die Platine zwischen den IC's 8 und 9 getrennt werden.

Möchte man hingegen eine universelle Einsatzmöglichkeit des ELV Quarz-Ofens erreichen, kann das an Punkt „c“ anstehende 2 MHz-Signal zur Weiterverarbeitung der nachgeschalteten Teilerkette zugeführt werden, die aus den IC's 5 bis 11 besteht.

IC 5 halbiert zunächst die Frequenz, so daß am Ausgang (Pin 12 des IC 5) ein 1 MHz-Signal mit einem Teilverhältnis von exakt 1:1 ansteht.

In den nachfolgenden IC's 6 bis 11 wird das Signal jeweils zunächst einmal durch 2 und anschließend noch einmal durch 5, also insgesamt durch 10 geteilt.

Zu beachten ist hierbei, daß bei der Teilung durch 2 (500 kHz, 50 kHz... 5 Hz und 0,5 Hz) ein symmetrisches Tastverhältnis

auftritt (1:1), während bei der anschließenden Teilung durch 5 (100 kHz, 10 kHz... 1 Hz) das Tastverhältnis unsymmetrisch ist.

Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes ist der Nachbau auf einfache Weise möglich. Sämtliche Bauelemente sind auf einer einzigen Leiterplatte untergebracht.

Da die hier vorliegende Schaltung in erster Linie für die Profis unter unseren Lesern gedacht ist, wollen wir auf eine detaillierte Nachbaubeschreibung an dieser Stelle verzichten.

Wir wünschen unseren Lesern viel Erfolg beim Nachbau und Einsatz dieser professionellen Schaltung.

ELV-Serie micro-line

Präzisions-Spannungsreferenz



Gute Genauigkeit, Langzeitkonstanz und geringe Temperaturdrift bei günstigem Preis-/Leistungsverhältnis, zeichnet diese Präzisions-Spannungsreferenz aus, die zur Kalibrierung von hochwertigen Digital-Multimetern geeignet ist.

Allgemeines

Das Interesse an Schaltungen zur Kalibrierung, d. h. zur Einstellung, von Meßgeräten der unterschiedlichsten Arten erweitert sich ständig. Dies beruht nicht zuletzt auf den wachsenden Anforderungen, die sowohl die Industrie als auch in zunehmendem Maße Hobby-Elektroniker an ihre Meßgeräte stellen. Darüber hinaus weiß der Fachmann sowie der engagierte Hobby-Elektroniker, daß die Langzeitgenauigkeit von Meßgeräten nicht unbegrenzt erhalten bleibt, sondern durch die ständige Alterung der Bauelemente im allgemeinen abnimmt.

So kann z. B. bei einem Multimeter die garantierte Genauigkeit von 0,1 % nach einer

Betriebszeit von z. B. 2 Jahren ohne Neukalibrierung auf den doppelten Toleranzwert ansteigen. Bei kontinuierlicher und sorgfältiger Wartung und Neukalibrierung kann andererseits im allgemeinen die Genauigkeit verbessert werden — teilweise sogar erheblich über den garantierten Wert.

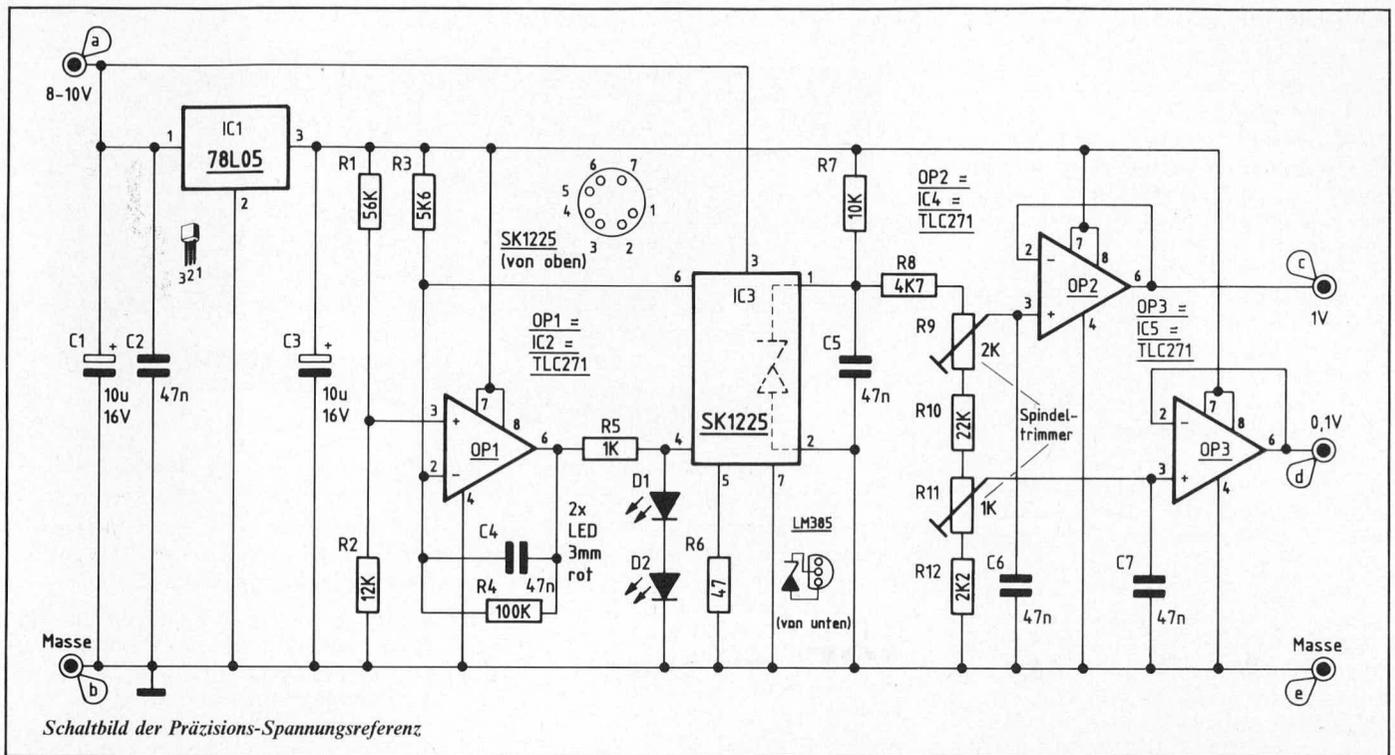
Zu beachten ist hierbei, daß die Genauigkeit des zu Referenzzwecken bei der Kalibrierung herangezogenen Vergleichsgerätes bzw. die Genauigkeit des Kalibrators besser sein sollte als die Genauigkeit des einzustellenden Meßgerätes. Eine Mindestforderung wäre hier die doppelte Genauigkeit. Damit man nun aber nicht auch ständig das „Vergleichsnormale“ überprüfen muß, empfiehlt es sich, die Genauigkeit

10fach besser zu wählen, als die der einzustellenden Meßgeräte, so daß man im allgemeinen davon ausgehen kann, auch nach einigen Jahren noch mit hinreichender Genauigkeit arbeiten zu können.

Vorstehend Gesagtes gilt für die unterschiedlichsten Arten von Meßgeräten.

Die hier vorgestellte Schaltung befaßt sich jedoch mit den wohl am meisten verbreiteten Meßgeräten: den Multimetern.

Die Schaltung ist speziell auf die Erfordernisse der Spannungs-Kalibrierung von Digital-Multimetern ausgerichtet, bis zu einer Genauigkeit von 0,05 %, wobei die Genauigkeit der ELV-Präzisions-Spannungsreferenz selbstverständlich deut-



Schaltbild der Präzisions-Spannungsreferenz

lich besser ist, wie dies auch aus den technischen Daten hervorgeht.

Zur Kalibrierung der Grundgenauigkeit im Spannungsbereich von Digital-Multimetern, stehen 2 Spannungen zur Verfügung, und zwar 100 mV und 1000 mV = 1,000 V.

Damit die Schaltung möglichst universell einsetzbar ist, stehen als internes Spannungsreferenzelement 2 Typen zur Auswahl:

1. die besonders preiswerte 1,225 V Referenzdiode des Typs LM 385, deren Temperaturkoeffizient bei 20 ppm/° K liegt oder
2. die hochpräzise ELV Spannungsreferenz mit eingebautem Temperaturkonstanter des Typs SK 1225, mit einem Temperaturkoeffizienten von typ. 1 ppm/° K.

Welche der beiden Typen man tatsächlich einsetzt, hängt von den Anforderungen ab, die man an die Schaltung stellt.

Im ersten Fall ändert sich die Genauigkeit der Schaltung um 0,002 % pro Grad, d. h. bei einer Abweichung um 5° von der Nenntemperatur (20° C) ergibt sich eine Genauigkeitseinbuße von 0,01 %. Kann man sicherstellen, daß das Gerät grundsätzlich im Raumtemperaturbereich angewendet wird (möglichst zwischen 18° und 22° C), kann der Aufbau sehr preiswert durchgeführt werden.

Kommt hingegen die ELV Präzisions-Spannungsreferenz des Typs SK 1225 mit eingebautem Temperaturkonstanter zum Einsatz, so ist die Temperaturdrift im Bereich von 0° C bis + 50° C praktisch vernachlässigbar.

Zur Schaltung

Die Versorgung der Schaltung erfolgt über ein Steckernetzteil mit einer unstabilierten Ausgangsspannung von 8–12 V.

Das Herz der Schaltung besteht aus dem hochkonstanten temperaturstabilisierten Referenz-IC 3 des Typs SK 1225, das sowohl die Spannungsreferenz, das Heizelement als auch einen Präzisionsensor zur Temperaturrückführung beinhaltet. Die eigentliche Regelung zur Temperaturkonstanthaltung erfolgt mit dem als Proportionalregler mit hoher Verstärkung arbeitenden OP 1 mit Zusatzbeschaltung (R 1 bis R 6, C 4 sowie D 1 und D 2). Die Versorgung des elektronisch geregelten Heizelementes erfolgt über Pin 3 (IC 3) direkt aus der unstabilierten Gleichspannung des Steckernetzteils.

Vorgenannte Bauelemente können entfallen, wenn anstelle des IC 3 die besonders preiswerte Präzisions-Spannungsreferenz des Typs LM 385 eingesetzt wird. Letztere wird an der Stelle eingelötet, wo sich sonst die Anschlußbeinchen 1 und 2 des IC 3 befinden.

Wie bereits im vorstehenden Kapitel beschrieben, erfüllt die in diesem Artikel dargestellte Schaltung durchaus auch hohe Ansprüche, wenn nicht das „Super-IC“ des Typs SK 1225, sondern die preiswerte Präzisions-Spannungsreferenz des Typs LM 385 eingesetzt wird, sofern man das Gerät im Raumtemperaturbereich betreibt. Beim Einsatz des SK 1225 hingegen spielen Temperaturschwankungen im Bereich von 0 bis 50° aufgrund der außergewöhnlich geringen Temperaturdrift von 0,0001 %/° K praktisch keine Rolle mehr. Für welche Version man sich entscheidet, bleibt jedem Anwender selbst überlassen.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der weiteren Schaltung.

Über dem Kondensator C 5 steht eine stabilisierte Referenzspannung von 1,225 V an, gleich für welche der beiden Referenzelemente man sich entscheidet.

C 5 dient zur Verminderung des Rauschanteiles der internen Spannungsreferenz,

wobei R 7 zur Vorgabe eines definierten Konstantstromes dient.

Über den Spannungsteiler, bestehend aus R 8 bis R 12, wird die interne Referenzspannung auf die erforderlichen Werte heruntergeteilt. Mit den Spindeltrimmern R 9 und R 11 ist ein Feinabgleich der beiden Ausgangsspannungen möglich, da die interne Spannungsreferenz von 1,225 V geringen Exemplarstreuungen unterliegt, die jedoch auf die Absolutstabilität keinerlei Einfluß haben.

Die Operationsverstärker OP 2 und OP 3 sind als Impedanzwandler geschaltet, mit einer Verstärkung von exakt 1,000.

C 6 und C 7 dienen an den nicht invertierenden Eingängen zur Rauschspannungsminderung.

An den Ausgängen (Pin 6) stehen die beiden zur Kalibrierzwecken verwendbaren Referenzspannungen von 100,0 mV und 1,000 V = 1.000 mV zur Verfügung, mit einem für Kalibrierzwecke praktisch vernachlässigbaren Innenwiderstand.

Zum Nachbau

Das Layout der Schaltung ist so konzipiert, daß sämtliche Bauelemente auf einer einzigen Platine untergebracht sind.

Zunächst werden die passiven und dann die aktiven Bauelemente eingelötet, wobei als letztes das Referenzelement (SK 1225 oder LM 385) eingebaut wird.

Es empfiehlt sich, die Platine in ein passendes Gehäuse (z. B. ELV micro-line) einzubauen. Im vorliegenden Fall kommt zum mechanischen Schutz und besseren Handling dem Gehäuse eine weitere Aufgabe zu. Durch den allseitigen Schutz wird eine unkontrollierte Konvektion von der Schaltung ferngehalten, so daß Zugluft o. ä. keinen Einfluß auf das Temperaturverhalten des internen Referenzelementes bzw. der übrigen Bauelemente ausüben kann.

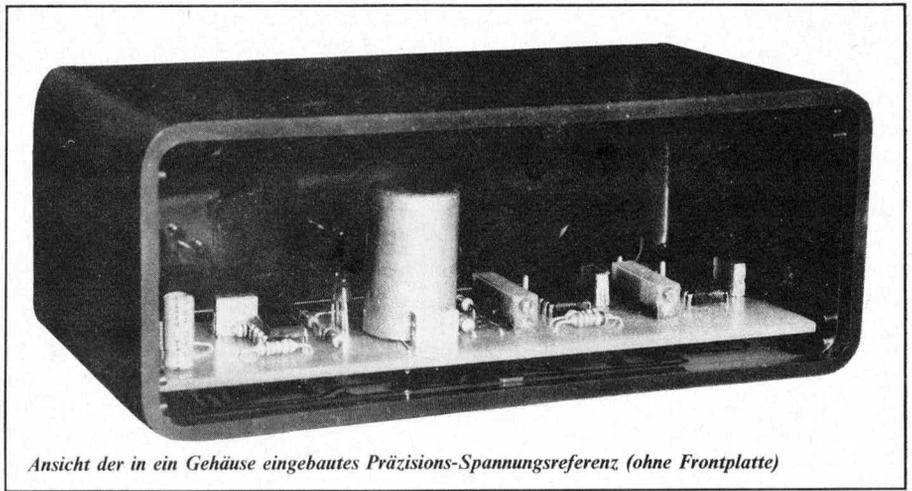
Kalibrierung

Zunächst wird die fertig aufgebaute Schaltung auf ihre grundsätzliche Funktionsweise hin überprüft.

Mit den beiden Spindeltrimmern R9 und R11 werden die Ausgangs-Referenzspannungen von 100,0 mV (R11) und 1.000 mV mit Hilfe eines Digital-Multimeters auf ihren ungefähren Wert eingestellt. Die exakte Kalibrierung sollte erst nach einer längeren Betriebszeit oder aber nach der im folgenden beschriebenen künstlichen Voralterung durchgeführt werden.

Normalerweise unterliegen alle Bauelemente einer Alterung, die bewirkt, daß sich die elektrischen Eigenschaften über die Zeit langsam verändern. Je älter ein Bauelement ist, desto weniger stark ist die Veränderung der elektrischen Eigenschaften innerhalb eines bestimmten Zeitraumes. Hierbei kann man im allgemeinen davon ausgehen, daß die Verringerung der Veränderung von elektrischen Eigenschaften und Daten dem Kurvenverlauf einer logarithmischen Funktion folgen.

Nimmt man nun eine künstlich beschleunigte Voralterung der Bauelemente vor, so kann man erreichen, daß die einmal erreichten Arten der elektronischen Schaltung künftig nur noch geringfügigen Schwankungen unterliegen, die im vorliegenden Fall über viele Jahre praktisch vernachlässigbar sind.



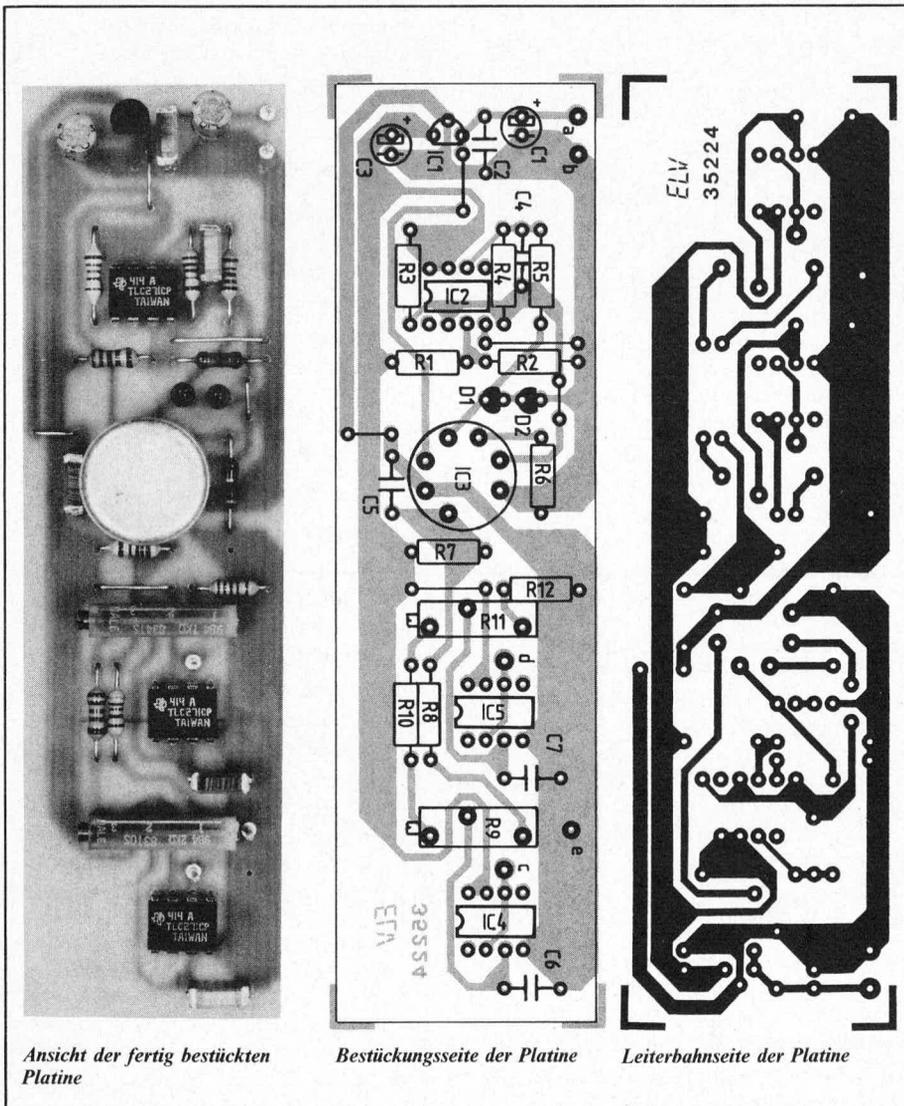
Ansicht der in ein Gehäuse eingebautes Präzisions-Spannungsreferenz (ohne Frontplatte)

Die in Betrieb befindliche Schaltung wird zunächst für 1 bis 2 Stunden auf eine Temperatur von ca. 60° C (max. 70° C) gebracht (z. B. Backofen). Anschließend ist die Schaltung auf wenige Grad herunterzukühlen (z. B. Kühlschranks), wobei sie ständig eingeschaltet bleibt. Auch diese Temperatur wird für 1 bis 2 Stunden beibehalten. Anschließend bleibt die Schaltung für mehrere Stunden bei Raumtemperatur in Betrieb, um anschließend für den Rest eines Tages ausgeschaltet zu werden.

Am nächsten Tag wird der vorstehend beschriebene Zyklus wiederholt. Insgesamt

sind mindestens 10 Zyklen an 10 verschiedenen Tagen, die nicht unbedingt aufeinander folgend sein müssen, zu durchlaufen.

Ist die künstliche Voralterung durchgeführt, kann mit Hilfe eines Präzisions-Vergleichs-Multimeters die endgültige exakte Kalibrierung vorgenommen werden. Steht ein entsprechendes Referenzgerät nicht zur Verfügung, kann das fertig aufgebaute und künstlich vorgealterte Gerät an den ELV-Abgleichsservice eingesandt werden, der die Kalibrierung vornimmt. Näheres lesen Sie hierzu bitte auf der Seite der entsprechenden Bausatzangebote.



Ansicht der fertig bestückten Platine

Bestückungsseite der Platine

Leiterbahnseite der Platine

Stückliste: Präzisions- Spannungsreferenz

Halbleiter

IC1	.....	78L05
IC2, IC4, IC5	.....	TLC 271
IC3	.....	SK 1225/LM 385
D1, D2	.....	LED, rot, 3 mm

Kondensatoren

C1, C3	.....	10 µF/16 V
C2, C4-C7	.....	47 nF

Widerstände

R1	.....	56 kΩ
R2	.....	12 kΩ
R3	.....	5,6 kΩ
R4	.....	100 kΩ
R5	.....	1 kΩ
R6	.....	47 Ω
R7	.....	10 kΩ
R8	.....	4,7 kΩ
R9	.....	2 kΩ, Spindeltrimmer
R10	.....	22 kΩ
R11	.....	1 kΩ, Spindeltrimmer
R12	.....	2,2 kΩ

Sonstiges

- 5 Lötstifte
- 1 Klinkenbuchse 3,5 mm
- 2 rote Telefonbuchsen
- 1 schwarze Telefonbuchse
- 20 cm isolierter Schalt draht
- 10 cm Silberdraht