

ELV *journal*

Nr. 39

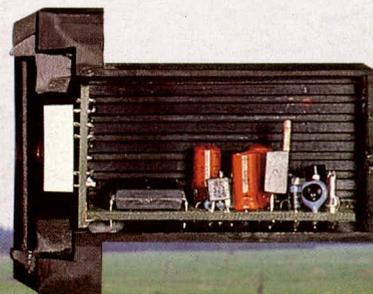
Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50

Neu: ELV-Kfz-Einbaugeräte

passend für
52 mm-
Normausschnitte



Schweiz sfr 4,50, Niederlande hfl 5,80, Luxemburg lfr 80, Finnland 17 Fmk

Mit
Platinenfolien

In dieser Ausgabe:
ELV-Serie 7000:
Präzisions-Digital-
LCD-Multimeter
Löt/Entlötstation
LES 7000
Miniatur-UKW-Prüfsender

ELV-Serie
Kfz-Elektronik:
Digitales Kfz-Kombi-
Meßgerät
Neues ELV-Kfz-
Einbaugeschloß
Low-Cost-Einbauzähler

ELV-Serie micro-line:
4,5stelliges LED-
Präzisions-Thermometer
ELV-Serie
Modellbau-Elektronik:
Schiffs-Nebelhorn
Warnblitzer

Miniatur- UKW-Prüfsender

Wie mit einfachsten Mitteln ein qualitativ guter, in weiten Bereichen einstellbarer Miniatur-Prüfsender aufgebaut werden kann, wird in diesem Artikel beschrieben.

Die Abmessungen der gesamten Schaltung sind so gering, daß sie einschließlich Mikrofon und 9 V-Blockbatterie in einer Zigarettenschachtel untergebracht werden könnte.

Allgemeines

In der Rundfunktechnik werden Prüfsender zum Testen von Empfangsteilen eingesetzt. Können diese Prüfsender, wie der hier vorgestellte, frequenzmoduliert werden, so ist darüber hinaus auch die Überprüfung von FM-Demodulatoren möglich, wie sie in den UKW-Empfangsteilen enthalten sind.

Wesentliche Forderungen an einen Prüfsender für UKW-Empfangsteile sind u. a.:

- ausreichend großer Abstimmbereich
- gute Frequenzkonstanz
- geringer Oberwellengehalt
- FM-Modulation
- geringer Klirrfaktor
- hohe Eingangsempfindlichkeit

Aus vorstehenden Forderungen ist für den interessierten Elektroniker leicht zu ersehen, daß es sich um einen vollwertigen UKW-Sender mit kleiner Ausgangsleistung handelt.

Manch einer mag nun vielleicht einwenden, daß diese kleine Schaltung auch als sogenannter „Minispion“ eingesetzt werden könnte. Dies ist grundsätzlich zwar möglich (die Reichweite liegt bei ca. 100 m), jedoch ist das Betreiben von sogenannten „Minispionen“ in der BRD verboten. Wir weisen daher in diesem Zusammenhang ausdrücklich auf die Bestimmungen der Deutschen Bundespost hin, in denen ein entsprechendes Verbot enthalten ist.

Zur Schaltung

Die für diesen kleinen und einfach aufzubauenen UKW-Prüfsender erforderlichen Bauelemente, werden sicherlich viele Hobby-Elektroniker bereits besitzen. Der Aufbau wird ausschließlich mit leicht zu beschaffenden handelsüblichen Bauteilen vorgenommen. Selbst auf den Einsatz eines Spulenkörpers sowie eines speziellen HF-Transistors konnte verzichtet werden.

Der eigentliche Sender ist mit dem Transistor T 3 des Typs BC 548 mit Zusatzbeschaltung aufgebaut.

Mit den Widerständen R 6 bis R 8 wird der Gleichspannungs-Arbeitspunkt des Sendetransistors T 3 festgelegt. Der im Kollektorkreis von T 3 fließende Strom liegt bei ca. 1,3 mA.

Die Kondensatoren C 4 und C 5 legen die Basis des Sendetransistors T 3 hochfrequenzmäßig auf ein festes Potential, wodurch T 3 in Basisschaltung arbeitet, obwohl es sich gleichspannungs- bzw. niederfrequenzmäßig um eine Emitterschaltung handelt. Dies resultiert aus der Tatsache, daß nur für sehr hohe Frequenzen (Sendefrequenz) die Kondensatoren C 4 und C 5 einen Kurzschluß darstellen und somit die Basis von T 3 „festhalten“.

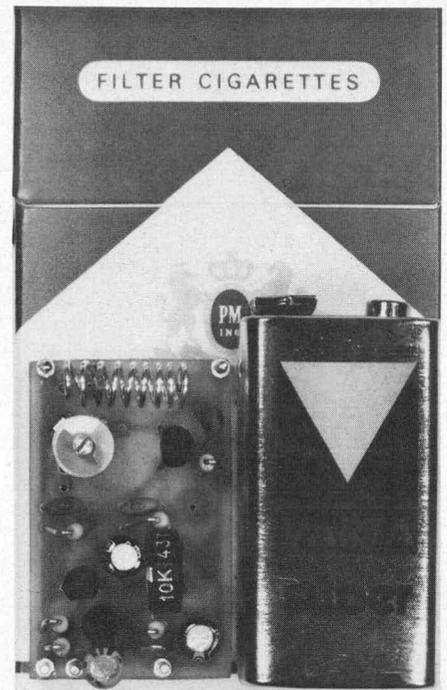
Der eigentliche Schwingkreis zur Bestimmung der Sendefrequenz wird durch den Trimmer C 6 sowie die Spule L 1 dargestellt. Mit C 6 ist die Sendefrequenz im Bereich von ca. 70 MHz bis 140 MHz einstellbar.

Die Spule L 1 ist auf höchst einfache Weise aus einem Stückchen Silberschalt draht leicht selbst herzustellen. Hierzu näheres unter dem Kapitel „Zum Nachbau“.

Mit dem Kondensator C 7 wird ein Teil der Hochfrequenz zurückgekoppelt, damit die Sendestufe einwandfrei schwingen kann.

Als Antenne wird, sofern überhaupt erforderlich, ein ca. 70 cm langes Stück isolierte Kupferleitung (flexibel oder massiv) verwendet und mit einem Ende an den Schaltpunkt „h“ angeschlossen.

Zur Frequenzmodulation der Sendestufe wird das NF-Signal an der Basis des Sendetransistors T 3 eingespeist. Damit sich eine ausreichende Empfindlichkeit auch zum Anschluß eines Mikrofons ergibt, ist ein Vorverstärker erforderlich.



Mit T 1 und T 2 wurde ein hochempfindlicher NF-Verstärker aufgebaut, der in Verbindung mit dem Elektret-Kondensatormikrofon auch bei sehr geringen Lautstärken eine gute Modulation der Sendestufe gewährleistet. Damit auch bei normaler Lautstärke keine Übersteuerung auftritt, kann mit dem Trimmer R 5 der Modulationsgrad, d. h. die Lautstärke, in weiten Bereichen eingestellt werden.

Die Funktionsweise des NF-Vorverstärkers ist wie folgt:

Das vom Mikrofon kommende, sehr kleine NF-Signal gelangt über den Kondensator C 1 auf die Basis des ersten Verstärkertransistors T 1. Der Gleichspannungsarbeitspunkt wird mit den Widerständen R 1 und R 2 vorgegeben. R 4 dient zur Festlegung des im Kollektorkreis von T 1 fließenden Gleichstromes, der im vorliegenden Fall zwischen 0,4 und 0,5 mA liegt.

Zur Erzielung einer möglichst hohen Wechselspannungsverstärkung, wird für den Bereich der zu übertragenden NF-Frequenzen der Emitterwiderstand R 4 mit dem Elko C 2 überbrückt.

Am Kollektor von T 1 steht das ca. 500fach verstärkte NF-Signal an, das anschließend auf die Basis des als Emitterfolger geschalteten Transistors T 2 gelangt.

Am Emitter von T 2 finden wir dieses Signal entkoppelt in gepufferter Form wieder. Mit dem Trimmer R 5 kann eine Einstellung der Lautstärke, d. h. des Modulationsgrades, vorgenommen werden. Über C 3 erfolgt die Einspeisung des NF-Signales auf die Basis des Sendetransistors T 3.

Zum Nachbau

Es finden ausschließlich handelsübliche Standard-Bauelemente Verwendung, die zudem einfach in der Handhabung sind und ohne besondere zusätzliche Maßnahmen

men, wie sie z. B. bei CMOS-Bausteinen üblich sind, eingebaut werden können.

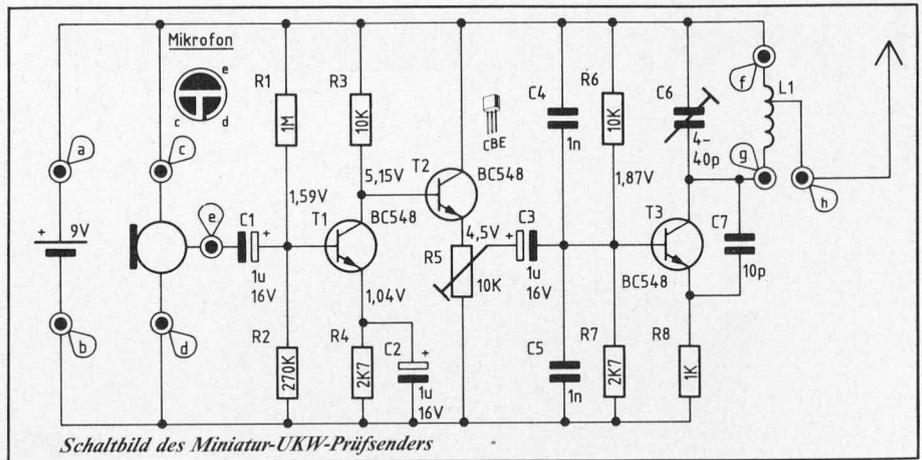
Zunächst wird die kleine Platine in gewohnter Weise mit den passiven Bauelementen (Widerstände, Kondensatoren) bestückt. Bei den drei Elkos C 1, C 2 und C 3 ist auf die richtige Polarität zu achten, ebenso beim Anschluß des Elektret-Kondensatormikrofones, dessen Anschlußbelegung im Schaltbild aufgezeichnet ist. Es folgen die aktiven Bauelemente, d. h. in unserem Fall die drei Transistoren T 1, T 2 und T 3. Es können auch andere Transistoren (Vergleichenstypen) eingesetzt werden, die allerdings für höhere Frequenzen geeignet sein müssen, da T 3 immerhin im Bereich von 100 MHz arbeitet.

Die Spule L 1 wird aus einem 10 cm langen Stück Silberschalt draht auf einfache Weise selbst hergestellt. Da der Spuleninnendurchmesser 3 mm beträgt, werden die erforderlichen 7 Windungen direkt nebeneinanderliegend, auf einen 3 mm Bohrer aufgewickelt. Eine „normale“ Kugelschreibermine würde sich für den Wickelvorgang ebenfalls eignen, da auch sie im allgemeinen einen Durchmesser von 3 mm aufweist. Am Spulen anfang und am Spulenende bleiben jeweils einige mm Silberschalt draht übrig, damit die Spule in die dafür vorgesehenen Bohrungen auf die Leiterplatte gesteckt und verlötet werden kann. Vorher ist jedoch die aus 7 Windungen bestehende Spule vom Bohrer bzw. von der Kugelschreibermine zu lösen, um sie anschließend vorsichtig auf die erforderliche Spulenlänge von 15 mm auseinander zu ziehen. Dies entspricht genau dem Lochabstand der Spulenanschlußpunkte „f“ und „g“ auf der Leiterplatte. Durch diese beiden Bohrungen werden die Enden der Spule L 1 soweit hindurchgesteckt, daß die Spule direkt auf der Leiterplatte aufliegt. Nachdem die entsprechenden Punkte verlötet wurden, können evtl. überstehende Drahtstückchen abgeschnitten werden.

Ca. 3 mm vom Spulenanschlußpunkt „f“ entfernt befindet sich der Spulenanschlußpunkt „h“. Durch die entsprechende Bohrung in der Platine ist ein ca. 5 mm langes Stückchen Silberdraht einzustecken, das zum einen auf der Platinenunterseite und zum anderen an der zweiten Windung der Spule L 1 festgelötet wird. An diesen Anschluß wird später eine evtl. verwendete Antenne angelötet, die aus einem ca. 70 cm langen isolierten Leitungsabschnitt besteht.

Das Elektret-Kondensatormikrofon kann ebenfalls über kurze Silberdrahtstückchen mit den Anschlußpunkten „c“, „e“ sowie „d“ mit der Leiterplatte verbunden werden. Die Anschlußbelegung des Mikrofons ist im Schaltbild angegeben (Ansicht des Mikrofons von hinten — Lötseite). Sollte die Zuleitung etwas länger sein (einige wenige Meter sind möglich), empfiehlt sich der Einsatz von zweiadrigem abgeschirmtem Mikrofonskabel, wobei die Abschirmung (Masse) mit dem Platinenanschlußpunkt „d“ zu verbinden ist.

Der Batterieclip zum Anschluß der Schaltung an eine 9 V-Blockbatterie wird an die Platinenanschlußpunkte „a“ (Pluspol) und „b“ (Minuspol) angelötet.



Inbetriebnahme

Nachdem die Bestückung der Platine nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Schaltung mit Strom versorgt werden.

Falls möglich, legt man zur ersten Inbetriebnahme in die Versorgungsspannungszuleitung ein Amperemeter, das bei korrektem Betrieb einen Strom von ca. 3 mA anzeigen sollte.

Der Trimmer R 5 wird auf volle Verstärkung eingestellt, d. h. auf Linksanschlag gedreht (entgegen dem Uhrzeigersinn).

Zur Einstellung der Sendefrequenz wird ein UKW-Empfänger direkt neben das Mikrofon des Prüfsenders gestellt, wobei der Lautstärkereger etwas weiter als üblich aufgedreht werden sollte. Auf der Skala des UKW-Empfängers wird anschließend diejenige Frequenz eingestellt, auf der später der Prüfsender arbeiten soll. Nun kann durch langsames Verdrehen des Trimmers C 6 die Sendefrequenz des Prüfsenders verändert werden. In dem Moment, in dem der Prüfsender genau auf der Frequenz schwingt, auf die der danebenstehende

UKW-Empfänger eingestellt wurde, ertönt aus diesem ein lautes Pfeifesignal. Dies resultiert aus der Tatsache, daß sich eine Rückkopplung vom UKW-Empfänger mit nachgeschaltetem Verstärker und Lautsprecher, über das Mikrofon des Prüfsenders, die Sendestufe und zurück über die HF auf den UKW-Empfänger ergibt. Ein lautes Pfeifen ist das Resultat. Bringt man den Empfänger in eine ausreichende Entfernung zum Sender, kann der Lautsprecher nicht mehr auf das Sendemikrofon zurückwirken und das Pfeifen verstummt.

Mit dem Trimmer R 5 kann der Modulationsgrad, d. h. die Lautstärke, in weiten Grenzen eingestellt werden.

Abschließend wollen wir nochmals auf die Einhaltung der postalischen Bestimmungen hinweisen und darauf, daß bei unsachgemäßem Einsatz dieses Miniatur-Prüfsenders Störungen des Rundfunkempfangs bzw. anderer Frequenzen möglich sind. Wir bitten unsere Leser, dies unbedingt zu berücksichtigen, denn auch Sie möchten sicherlich einen ungestörten Empfang mit Ihrer HiFi-Anlage genießen.

Stückliste

Miniatur-UKW-Prüfsender

Halbleiter

T 1-T 3 BC 548

Kondensatoren

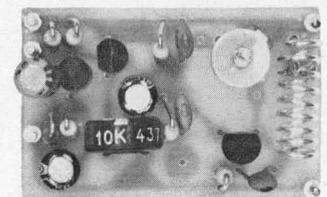
C 1-C 3 1 µF/16 V
C 4, C 5 1 nF ker.
C 6 Trimmerkondensator 4-40 pF,
C 7 10 pF ker.

Widerstände

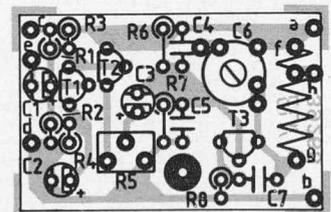
R 1 1 MΩ
R 2 270 kΩ
R 3, R 6 10 kΩ
R 4, R 7 2,7 kΩ
R 5 10 kΩ, Trimmer, stehend
R 8 1 kΩ

Sonstiges

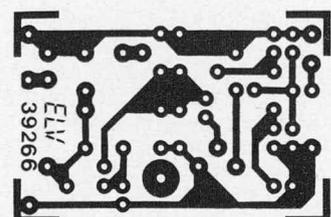
1 9 V-Batterieclip
6 Lötstifte
1 Elektret-Mikrofon
10 cm Silberdraht
70 cm Schalt draht



Ansicht der fertig bestückten Platine

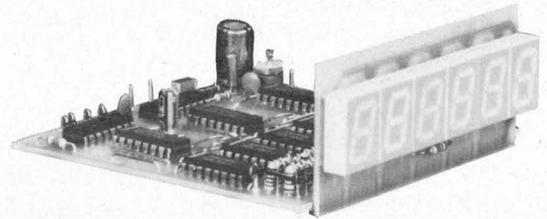
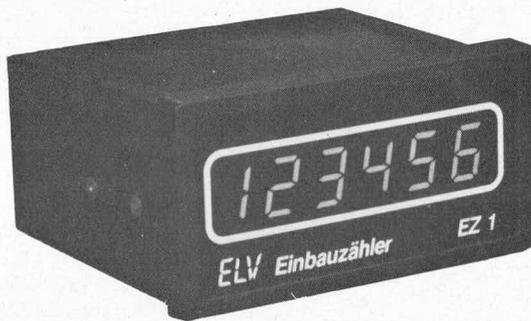


Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

Low-cost-Einbauzähler



Frequenzmessungen im Bereich von 0–1 MHz sind mit diesem günstig aufzubauenden Frequenzzähler möglich. Die Anzeige erfolgt über ein 6stelliges LED-Display, wahlweise für 7-Segment-Anzeigen mit gemeinsamer Anode oder mit gemeinsamer Katode.

Allgemeines

Wie das im „ELV journal“ Nr. 36 vorgestellte 4,5stellige LED-Panelmeter, ist auch dieser 6stellige Digital-Frequenzzähler zum Einbau in ein DIN-NORM-Einbaugeschäft geeignet. Durch die ausschließliche Verwendung von gängigen Standard-IC's, ist der Aufbau preiswert möglich.

Durch Zusatzschaltungen wie Teiler, Digital-Multiplizierer oder Vorverstärker, läßt sich der Einsatzbereich universell gestalten.

Zur Schaltung

Das IC 1 des Typs CD 4060, stellt in Verbindung mit dem Quarz sowie R 1, R 2 und C 3, C 4 einen stabilen Oszillator mit nachgeschaltetem Binärteiler dar. An Pin 1 steht eine Frequenz von exakt 8 Hz an, die auf den Eingang (Pin 14) des IC 2 gegeben wird.

Die Ausgänge Pin 1, 5, 6, 12 bilden in Verbindung mit den Dioden D 2 bis D 5 sowie C 5, R 3 die Torsteuerung des eigentlichen 6-Dekaden-Zählers (IC 3 bis IC 5). Das Potential am Steuereingang des ersten Zählers (Pin 10 des IC 3) führt für genau 1 Sekunde „high“-Potential. Dies entspricht einem Öffnen des Tores, d. h. die an Pin 9 des IC 3 anstehenden Impulse werden gezählt.

Nach Ablauf von 1 Sekunde wird das Tor gesperrt (Pin 10 des IC 3 = „low“). Pin 9 des IC 2 geht für 0,25 Sekunden auf „high“. Hierdurch erhalten die IC's 6 bis 11 die Steuerinformation, den Zählerstand der IC's 3 bis 5 zu übernehmen (zu speichern).

Unmittelbar, nachdem Pin 9 des IC 2 wieder „low“-Potential führt, geht für ebenfalls 0,25 Sekunden jetzt Pin 11 des IC 2 auf „high“. Hierdurch werden die Zähler IC 3 bis IC 5 wieder zurückgesetzt (auf 0).

Nachdem auch Pin 11 des IC 2 wieder „low“-Potential führt, beginnt der ganze Meßzyklus von vorne, d. h. D 2 bis D 5 steuern Pin 10 des IC 3 wiederum für 1 Sekunde auf „high“, wodurch das Tor für eine erneute Zählung geöffnet wird.

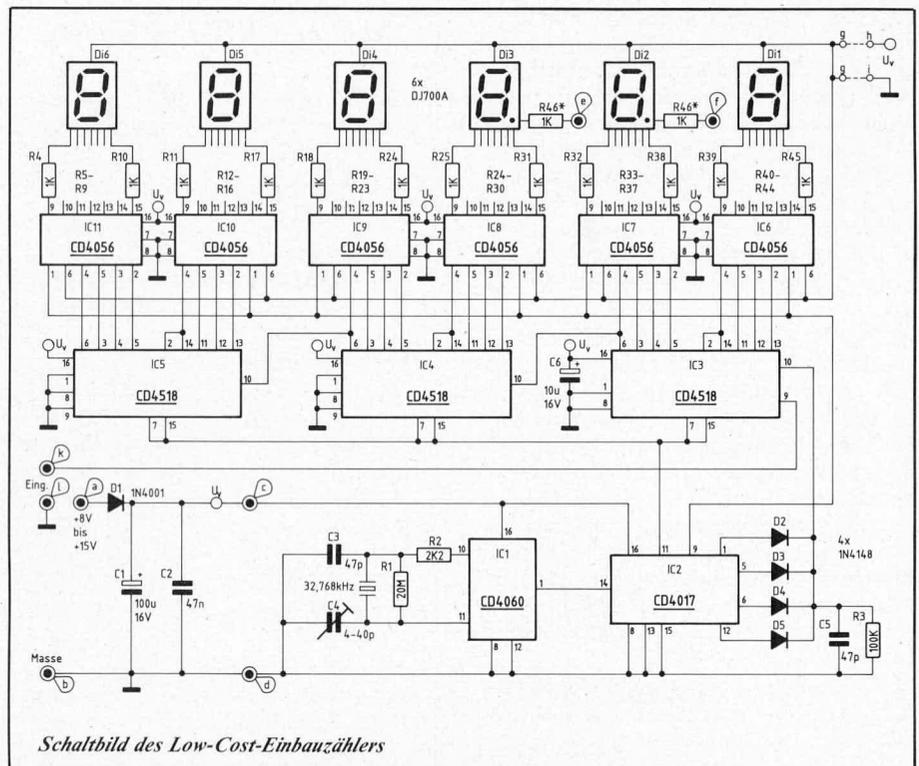
Die jeweils in den Speichern der IC's 6 bis 11 enthaltenen Informationen werden innerhalb der IC's dekodiert, so daß sie zur direkten Ansteuerung von 7-Segment-Anzeigen geeignet sind.

Durch die gewählte Schaltungskonzeption wird sowohl der Einsatz von 7-Segment-

Technische Daten:

| | |
|--------------------------|----------------|
| Frequenzmeßbereich: | 1 Hz bis 1 MHz |
| Auflösung: | 1 Hz |
| Anzeige: | 6stellig, LED |
| Betriebsspannung: | 8 V bis 15 V |
| Stromaufnahme: | 50 bis 200 mA |
| Eingangsempfindlichkeit: | CMOS-Pegel |

Anzeigen mit gemeinsamer Anode (DJ700A) als auch mit gemeinsamer Katode (TIL 702, TIL 815) ermöglicht. Da die IC's 6 bis 11 für die Ansteuerung beider Versionen geeignet sind, braucht lediglich



Schaltbild des Low-Cost-Einbauzählers

der entsprechende Steuereingang (Pin 6) der IC's zusammen mit dem gemeinsamen Versorgungsspannungsanschluß (für die Anoden oder für die Katoden) der 7-Segment-Anzeigen durch Umlegen einer Brücke festgelegt zu werden.

Der Arbeitsbereich der Schaltung liegt zwischen 8 V und 15 V. Die Dimensionierung der Vorwiderstände für die 7-Segment-Anzeigen wurde für eine typische Spannung von ca. 9 V ausgelegt, so daß bei kleineren Versorgungsspannungen die Vorwiderstände zu verkleinern und bei größeren Versorgungsspannungen zu vergrößern sind (bei 8 V Versorgungsspannung ca. 470 Ω , bei 15 V Versorgungsspannung ca. 1,5 k Ω).

Die Stromaufnahme bewegt sich zwischen 50 mA und 200 mA.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauteile finden auf 2 kompakt aufgebauten Platinen Platz. Die Bestückung wird in gewohnter Weise vorgenommen. Zunächst sind die passiven und dann die aktiven Bauelemente anhand der Bestückungspläne auf die Leiterplatten zu setzen und zu verlöten.

Anschließend wird die Anzeigenplatine senkrecht an die Basisplatine gelötet, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht.

Das Layout ist so konzipiert, daß der fertige Baustein in ein DIN-NORM-Einbaugeschloß gesetzt werden kann. Diese Gehäuse sind zum Einbau in genormte Schalttafel-ausschnitte mit den Abmessungen 48 mm Höhe x 96 mm Breite geeignet.

Kalibrierung

Die Einstellung des Frequenzzählers beschränkt sich auf den Abgleich des Quarzoszillators.

Zu diesem Zweck wird an den Eingang des Frequenzzählers eine genau bekannte Referenzfrequenz im Bereich zwischen 100 kHz und 1 MHz angelegt.

Der Trimmer C 4 wird so eingestellt, daß genau dieser bekannte Wert auf der 6stelligen Digital-Anzeige erscheint. Der Abgleich des eingebauten Referenz-Quarzoszillators ist damit beendet.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, daß der interne Quarzoszillator zwar eine hohe Stabilität aufweist, trotzdem aber seine Frequenz bei größeren Versorgungsspannungsschwankungen geringfügig ändert. Wir empfehlen daher, den Abgleich bei derjenigen Versorgungsspannung vorzunehmen, bei der später dieser Einbauzähler betrieben wird. Eine präzise Versorgungsspannungsstabilisierung ist allerdings nicht erforderlich, da kleine Spannungsschwankungen einen nahezu vernachlässigbaren Einfluß ausüben.

Stückliste Low-Cost-Einbauzähler

Halbleiter

| | |
|------------------|----------|
| IC 1 | CD 4060 |
| IC 2 | CD 4017 |
| IC 3-IC 5 | CD 4518 |
| IC 6-IC 11 | CD 4056 |
| D 1 | 1N4001 |
| D 2-D 5 | 1N4148 |
| Di 1-Di 6 | DJ 700 A |

Kondensatoren

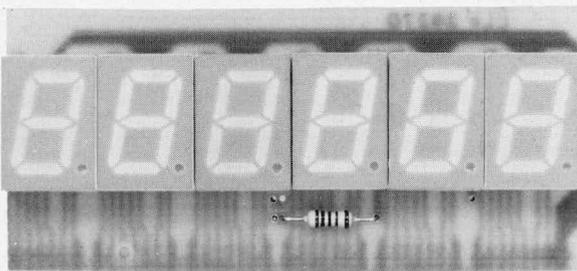
| | |
|----------------|---------------------------|
| C 1 | 100 μ F/16 V |
| C 2 | 47 nF |
| C 3, C 5 | 47 pF |
| C 4 .. | 4-40 pF, Trimmkondensator |
| C 6 | 10 μ F/16 V |

Widerstände

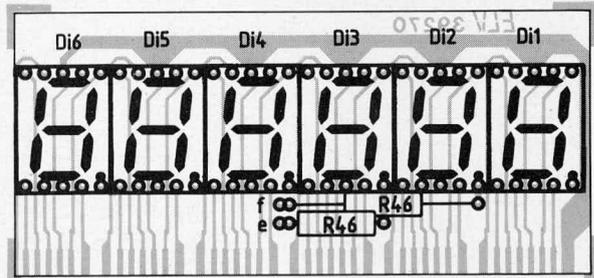
| | |
|----------------|----------------|
| R 1 | 20 M Ω |
| R 2 | 2,2 k Ω |
| R 3 | 100 k Ω |
| R 4-R 46 | 1 k Ω |

Sonstiges

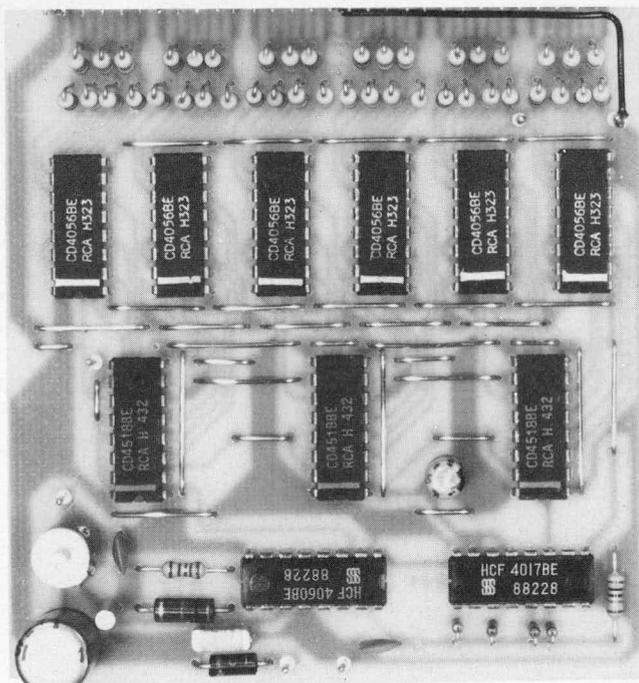
- 1 Quarz 32,768 KHz
- 4 Lötstifte
- 50 cm Silberdraht



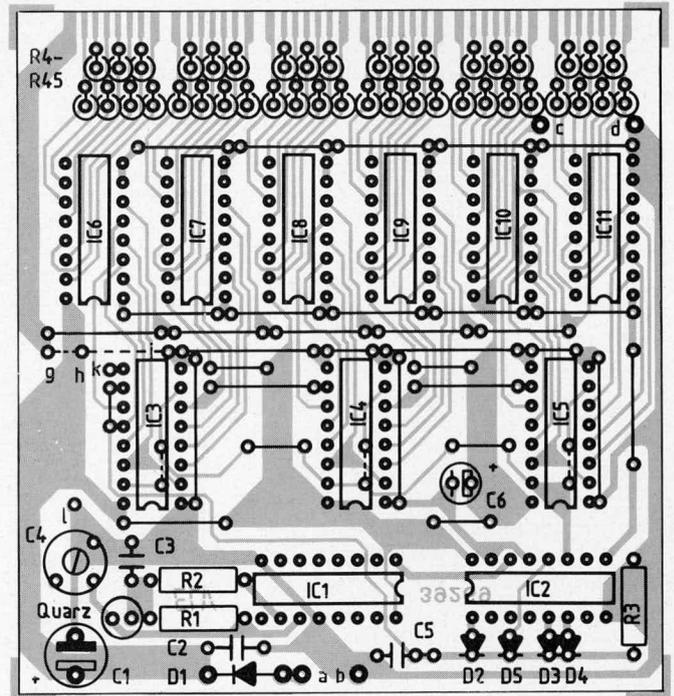
Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des Low-Cost-Einbauzählers

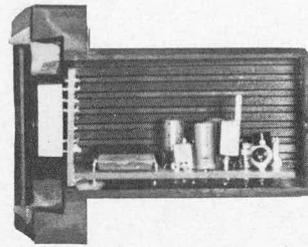


Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatine des Low-Cost-Einbauzählers



Bestückungsseite der Basisplatine des Low-Cost-Einbauzählers

Neues ELV-Kfz-Einbaugehäuse



Für 52 mm Ø-Norm-Aussparungen

Für die in der ELV-Serie Kfz-Elektronik veröffentlichten Kfz-Zusatz-Geräte mit digitaler LED-Anzeige, haben wir ein neues Einbaugehäuse entwickelt, das sich zum Einbau in bereits vorhandene genormte Aussparungen in der Kfz-Konsole mit einem Durchmesser von 52 mm eignet.

Allgemeines

Die Geräte der ELV-Serie Kfz-Elektronik erfreuen sich bei unseren Lesern großer Beliebtheit. Besonderen Anklang finden hierbei die Kfz-Zusatz-Geräte mit digitaler LED-Anzeige wie z. B.

- Außen/-Innen-Thermometer
- Drehzahlmesser
- Öldruckmesser
- Voltmeter
- Amperemeter
- Höhenmesser usw.

Weitere Geräte werden folgen.

Zu vorgenannten Geräten gibt es selbstverständlich ein passendes Gehäuse, das sich allerdings hauptsächlich zum Aufbau und weniger zum Einbau in ein Armaturenbrett eignet.

Wir haben uns daher entschlossen, ein neues Gehäuse zu konzipieren, das ebenfalls zur Aufnahme vorstehend genannter Schaltungen geeignet ist und das in die genormten Aussparungen mit einem Durchmesser von 52 mm gesetzt werden kann. Diese Normaussparungen sind in zahlreichen Fahrzeugen bereits im Instrumentenbrett bzw. in der Konsole vorhanden.

Darüber hinaus gibt es im Kfz-Handel Spezialkonsolen, Blenden usw., die für die Aufnahme von Zusatzgeräten mit entsprechendem Durchmesser ausgelegt sind.

Technische Beschreibung

Das neue ELV-Kfz-Einbaugehäuse besteht aus drei Komponenten.

1. Das Basisgehäuse mit Führungsnuten zur Aufnahme der eigentlichen Schaltung
2. Frontrahmen-Befestigungsring
3. Frontplatte

Da die Schaltungen der ELV-Kfz-Digital-Geräte Abmessungen aufweisen, die größer sind als der zur Verfügung stehende Norm-Durchbruch mit einem Durchmesser von 52 mm, mußte auch das Basisgehäuse entsprechende Abmessungen aufweisen, die aus der Konstruktionszeichnung Bild 1 zu entnehmen sind.

Das Basisgehäuse wird daher von der Rückseite der Armaturentafel eingesetzt, um den Frontrahmen-Befestigungsring von vorne aufzusetzen. Durch zwei entspre-

chende Führungen sind Frontrahmen-Befestigungsring und Basisgehäuse gegen ein Verdrehen gesichert. Zwei Schrauben M 4 x 25 mm werden jetzt durch den Frontrahmen-Befestigungsring geführt und mit den beiden von hinten am Basisgehäuse angeordneten Muttern M 4 verschraubt. Die Muttern ziehen sich hierbei in die entsprechenden Aussparungen des Basisgehäuses hinein und sind dadurch gegen eine Verdrehung geschützt.

Im allgemeinen empfiehlt es sich, die Muttern vor dem Einbau des Basisgehäuses in die entsprechenden Aussparungen zu drücken. Dies erfolgt am besten dadurch, indem die Schrauben M 4 x 25 mm zunächst ohne aufgesetzten Frontrahmen-Befestigungsring mit den Muttern verschraubt werden, und zwar soweit, bis diese in ihren Aussparungen auf der Rückseite des Basisgehäuses festsitzen.

Nachdem der Frontrahmen-Befestigungsring mit dem Basisgehäuse verschraubt wurde, sitzt die ganze Konstruktion fest in der Konsole, die zwischen dem Frontrahmen-Befestigungsring und dem Basisgehäuse festgeklemmt ist. Zu bemerken ist in diesem Zusammenhang, daß der Frontrahmen-Befestigungsring aus einem speziellen Weich-Kunststoff gefertigt ist, der sich geringen Unebenheiten der Konsole anpaßt und der vor Verletzungen schützt.

Je nach Stärke (Dicke) der Armaturentafel (Konsole) in die das Gehäuse eingebaut wird, ist ggfs. von innen vor die Gehäuserückwand etwas Schaumstoff zu legen (z. B. Tesamoll o. ä.). Hierdurch soll die Schaltung (Platine) leicht nach vorne, gegen die Frontplatte gedrückt werden,

damit kein zu großer und evtl. störender Abstand zwischen Frontplatte und LED-Anzeige entsteht. Außerdem werden Klappergeräusche ausgeschlossen. Zu großer Druck auf die Frontplatte durch den Schaumstoff sollte vermieden werden, um ein Herausspringen zu verhindern.

Zuletzt wird die Frontplatte einfach in den Frontrahmen-Befestigungsring gedrückt, der eine kleine Nut besitzt, um die Frontplatte zu halten.

Auf der Rückseite des Basisgehäuses befindet sich jeweils neben den beiden Befestigungsmuttern eine Bohrung mit einem Durchmesser von ca. 3 mm, die sich in dem Frontrahmen-Befestigungsring fortsetzt. Durch diese Bohrung kann ein Stift entsprechenden Durchmessers (z. B. „normale“ Kugelschreibermine) von der Rückseite her durchgesteckt werden, um auf diese Weise die Frontplatte ohne Beschädigung herausdrücken zu können.

Die Schaltung kann jetzt leicht entnommen bzw. das Gehäuse demontiert werden, da die beiden Befestigungsschrauben von der Frontseite aus zugänglich sind (nach entfernter Frontplatte).

Auf der Rückseite des Basisgehäuses sind noch vier angelegte Durchbrüche, die je nach Bedarf mit einem spitzen Gegenstand (Schraubenzieher, Schere usw.) aufgestoßen werden können, um so Öffnungen für Versorgungsleitungen usw. zu schaffen.

Aus vorgenannten Ausführungen ist zu ersehen, daß es sich um eine sorgfältig durchdachte, ausgereifte Konstruktion handelt, die den selbstgebaute Geräten des Hobby-Elektronikers ein professionelles Design verleiht, das vielen industriell gefertigten Geräten nicht nachsteht.

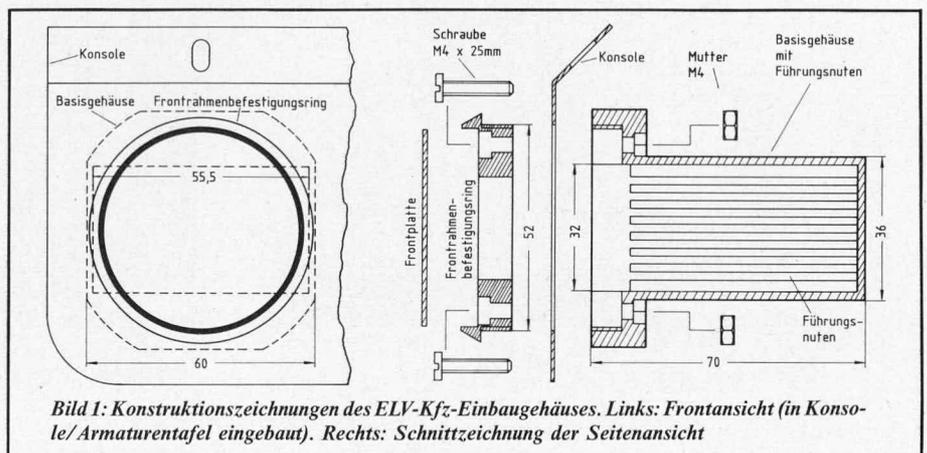


Bild 1: Konstruktionszeichnungen des ELV-Kfz-Einbaugehäuses. Links: Frontansicht (in Konsole/Armaturentafel eingebaut). Rechts: Schnittzeichnung der Seitenansicht

ELV-Serie 7000

Präzisions-Digital-LCD-Multimeter

Teil 2



Wahlweise

DMM 7045 mit 4,5stelliger LCD-Anzeige

oder

DMM 7035 mit 3,5stelliger LCD-Anzeige

In dem hier vorliegenden zweiten und abschließenden Teil stellen wir Ihnen die Platinenlayouts sowie die Beschreibung von Nachbau und Abgleich vor.

Zum Nachbau

Sobald man etwas Erfahrung im Aufbau von elektronischen Schaltungen gesammelt hat, kann man sich ohne weiteres an den Nachbau dieser interessanten Digital-Multimeter heranwagen.

Zunächst wird die Bestückung der Basisplatine in gewohnter Weise vorgenommen. Die passiven Bauelemente werden als erstes auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet, um anschließend mit den aktiven Bauelementen fortzufahren.

Bei den passiven Bauelementen und hier insbesondere bei den Präzisions-Meßwiderständen, ist darauf zu achten, daß die Anschlußdrähte so abgewinkelt werden, daß die Bauelemente später direkt auf der Bestückungsseite der Leiterplatte aufliegen. Dies ist wichtig, da bei den hohen erreichbaren Genauigkeiten die Widerstände der Anschlußdrähte bei den niederohmigen Meßwiderständen berücksichtigt werden müssen, um die Meßwertabweichungen zu minimieren.

Nachdem auch das Tastenaggregat auf die Basisplatine gesetzt und verlötet wurde, kann anschließend die Tastenplatine so auf die Oberseite des Tastenaggregates gesetzt werden, daß die Leiterbahnseite sichtbar ist.

Auf diese Leiterplatte werden außer D 6, D 7, R 63 und Si 2 keine weiteren Bauelemente aufgelötet.

Als nächstes wird wahlweise die 3,5stellige oder 4,5stellige Anzeigenplatine bestückt.

Hier werden zunächst sämtliche Brücken eingesetzt und verlötet.

Anschließend ist das Haupt-IC auf die Leiterbahnseite der Anzeigenplatine zu setzen und vorsichtig anzulöten. Das LC-Display wird dann über dem Haupt-IC plaziert.

Die im Bestückungsplan gestrichelt eingezeichneten Bauelemente werden auf der Leiterbahnseite der Platine angeordnet und verlötet.

Für die LCD-Anzeige wird in beiden Versionen ein Sockel verwendet.

Nachdem die Bestückung der Anzeigenpla-

tine noch einmal sorgfältig überprüft wurde, kann diese Leiterplatte mit der Tastenplatine verbunden werden. Hierzu wird die Anzeigenplatine im rechten Winkel (senkrecht) vor die Tastenplatine gesetzt, und zwar so, daß die Unterkante der Anzeigenplatine mit der Unterseite (die Seite, die zum Tastenansatz hinweist) der Tastenplatine abschließt.

Jetzt werden die entsprechenden Leiterbahnverbindungen zwischen Anzeigenplatine und Tastenplatine fest zusammengelötet. Sorgfältig sollte man hierbei darauf achten, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen ergeben.

Die Verbindung der Platinenanschlüßpunkte „a“, „b“ sowie „c“, sollte mit kurzen isolierten flexiblen Leitungen erfolgen, die einen Querschnitt von mind. 1,5 mm² aufweisen.

Mit einer Laubsäge werden an geeigneter Stelle in die Gehäuserückwand zwei rechteckige Aussparungen mit den Abmessungen 35 mm x 65 mm gesägt, zur Aufnahme der beiden Batteriekästen.

Zusätzlich ist eine 6,5 mm Bohrung in die Gehäuserückwand einzubringen. Diese dient zur Aufnahme der 3,5 mm Klinkenbuchse, die ebenfalls über zwei isolierte flexible Leitungen mit den entsprechenden Punkten auf der Basisplatte zu verbinden ist. Diese Buchse dient später der Wechselspannungszuführung aus dem Steckernetzteil. Sobald das Steckernetzteil Spannung führt, ist das Gerät betriebsbereit, unabhängig vom Schalter S 1, der nur bei Batteriebetrieb das Gerät einschaltet.

Zum Abgleich

Bevor das Gerät mit Spannung versorgt wird, empfiehlt es sich, die Bestückung und Verdrahtung noch einmal sorgfältig zu überprüfen.

Besonders ist auf die richtige Einbaulage der Dioden D 13 bis D 14 zu achten, da eine falsche Polarität sofort größere Schäden anrichten kann.

Wird das Gerät über die beiden 9 V-Blockbatterien in Betrieb genommen, so muß die Spannung über den Kondensatoren C 8 und C 9 im Bereich zwischen 8,0 V und 9,0 V liegen.

Beim Betrieb über ein Wechselspannungs-Steckernetzteil, dessen Ausgangsspannung im Bereich von 8 V bis 12 V liegen darf, kann die Spannung über den Kondensatoren C 8 und C 9 zwischen 10 V und max. 20 V schwanken (Spitzenwertgleichrichtung). Bei Spannungen oberhalb 20 V sind die beiden Festspannungsregler IC 5 und IC 6 gefährdet, was wiederum auch eine Gefährdung der übrigen Schaltung nach sich ziehen kann.

Als nächstes sind die beiden Ausgangsspannungen der Festspannungsregler zu überprüfen. Diese dürfen im Bereich von +4,8 bis +5,2 sowie -4,8 bis -5,2 V schwanken.

Sind diese Messungen zur Zufriedenheit verlaufen, kann mit dem Abgleich begonnen werden.

Als erstes wird die Referenzspannung, die zur Festlegung des Skalenfaktors dient, mit dem Spindeltrimmer R 41 eingestellt.

Hierzu wird das Multimeter in den Gleichspannungsbereich „200 mV“ gebracht und an die Eingangsbuchsen „a“ und „b“ eine genau bekannte Vergleichsspannung von 100 mV bis 200 mV gelegt.

Mit dem Spindeltrimmer R 41 wird jetzt der auf dem Display angezeigte Meßwert in Übereinstimmung mit der tatsächlich anliegenden Spannung gebracht. Zur Kontrolle kann zusätzlich die Referenzspannung zwischen den Punkten „B“ und „D“ gemessen werden. Bei der 3,5stelligen Version muß sie 100,0 mV betragen (R 40 = 27 k Ω und R 42 = 2,2 k Ω), während sie bei der 4,5stelligen Version bei 1,000 V liegt (R 40 = 2,2 k Ω und R 42 = 10 k Ω).

Durch Umpolen der Eingangsspannung erscheint auf der LCD-Anzeige ein Minuszeichen, bei ansonsten gleicher Meßwertanzeige. Abweichungen zur positiven Anzeige dürfen bei der 3,5stelligen Version bei 2 Digit liegen und bei der 4,5stelligen Version bei 5 Digit.

Stückliste Präzisions-Digital-LCD-Multimeter (Grundversion ohne Anzeigeneinheit, Meßwiderstandsverteiler, Meßgleichrichter)

| Halbleiter | |
|------------|-------------|
| IC 1 | TLC 271 |
| IC 5 | 78L05 |
| IC 6 | 79L05 |
| D 1-D 2a | 1N4007 |
| D 3 | ZPD 3,3 |
| D 6, D 7 | 8,2 V/1,3 W |
| D 8, D 9 | DX 400 |
| D 10 | LM 385 |
| D 11-D 14 | 1N4001 |

| Kondensatoren | |
|----------------|-------------------|
| C 1 | 220 nF |
| C 2 | 10 pF |
| C 6 | 100 nF |
| C 7, C 10-C 13 | 47 nF |
| C 8* | 1000 μ F/40 V |
| C 9 | 100 μ F/35 V |
| C 14, C 15 | 10 μ F/16 V |

| Widerstände 0,05 % | |
|--------------------|-----------------------------------|
| R 1 | 900 k Ω |
| R 2 | 90 k Ω |
| R 3 | 9 k Ω |
| R 4 | 900 Ω |
| R 5 | 90 Ω |
| R 6 | 9 Ω |
| R 7 | 0,9 Ω |
| R 8 | 0,1 Ω |
| R 9 | 0,012 Ω , Widerstandsdraht |

| Widerstände | |
|-------------|----------------------------------|
| R 10 | 100 k Ω , Spindeltrimmer |
| R 11, R 15 | 10 k Ω |
| R 12 | 1 M Ω |
| R 13 | 820 k Ω |
| R 14 | 25 k Ω , Trimmer, liegend |
| R 16, R 17 | 100 k Ω |
| R 37 | 2,2 k Ω |
| R 38 | PTC-Widerstand |
| R 39 | 15 k Ω |
| R 41 | 1 k Ω , Spindeltrimmer |
| R 40 | 2,2 k Ω /27 k Ω |
| R 42 | 10 k Ω /2,2 k Ω |
| R 43-R 45* | 100 k Ω |
| R 46 | 100 Ω |
| R 47, R 63 | 1 k Ω |

| Sonstiges | |
|--|--|
| Si 1 2 A | |
| Si 2 50 mA | |
| 2 Platinensicherungshalter | |
| 1 Tastensatz | |
| 20 cm Silberdraht 0,8 mm \varnothing | |
| 7 Lötstifte | |
| 40 cm isolierter Schalterdraht | |
| 2 9 V-Batterieclips | |
| 1 Klinkenbuchse 3,5 mm | |

* gegenüber Schaltbild geändert

Meßgleichrichter I

| Halbleiter | |
|------------|--------|
| IC 2 | AD 636 |
| T 1 | BC 548 |
| D 15 | 1N4148 |

| Kondensatoren | |
|-----------------|------------------|
| C 3 | 10 μ F/16 V |
| C 4, C 16, C 17 | 4,7 μ F/16 V |

Widerstände

| | |
|------------|-----------------------------------|
| R 18 | 200 Ω , Spindeltrimmer |
| R 19, R 20 | 100 k Ω |
| R 21 | 220 Ω |
| R 22 | 470 k Ω |
| R 23 | 100 k Ω , Trimmer, liegend |
| R 48 | 10 k Ω |

Meßgleichrichter II

| Halbleiter | |
|------------|---------|
| IC 3, IC 4 | TLC 271 |
| D 4, D 5 | DX 400 |

Kondensatoren

| | |
|-----|-----------------|
| C 5 | 10 μ F/16 V |
|-----|-----------------|

Widerstände

| | |
|-----------------------|----------------------------------|
| R 24, R 28-R 30, R 33 | 90 k Ω |
| R 25, R 34 | 47 k Ω |
| R 26, R 35 | 25 k Ω , Trimmer, liegend |
| R 27, R 36 | 10 k Ω |
| R 31 | 39 k Ω |
| R 32 | 10 k Ω , Spindeltrimmer |

4,5stellige Anzeigeneinheit

| Halbleiter | |
|------------|----------|
| IC 7 | ICL 7129 |
| D 16-D 21 | DX 400 |

Kondensatoren

| | |
|------------|-----------|
| C 18 | 100 nF |
| C 19 | 47 pF |
| C 20 | 1 μ F |
| C 21, C 22 | 47 nF |

Widerstände

| | |
|-----------|----------------|
| R 49-R 51 | 100 k Ω |
| R 52 | 150 k Ω |
| R 53 | 82 k Ω |
| R 63* | 3,3 k Ω |
| R 64* | 6,8 k Ω |

Sonstiges

| |
|--------------------------|
| 1 LCD-Display 4,5stellig |
| 1 40polige IC-Fassung |

* nicht im Schaltplan eingezeichnet

3,5stellige Anzeigeneinheit

| Halbleiter | |
|------------|----------|
| IC 8 | CD 4070 |
| IC 9 | ICL 7106 |
| T 1 | BC 548 |
| D 22-D 27 | DX 400 |

Kondensatoren

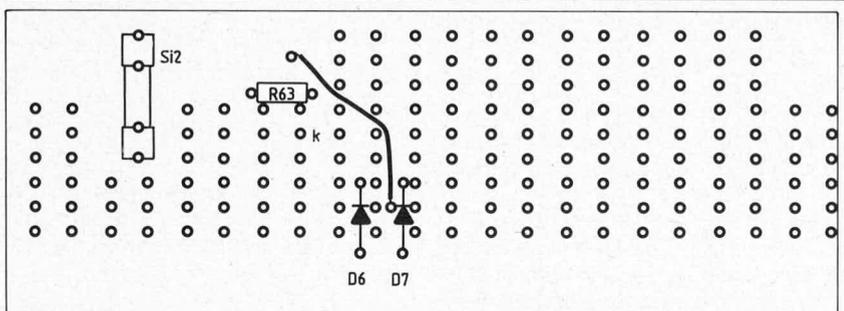
| | |
|-----------|--------|
| C 23-C 25 | 47 nF |
| C 26 | 100 pF |
| C 27 | 470 nF |
| C 28 | 100 nF |
| C 29 | 56 nF |

Widerstände

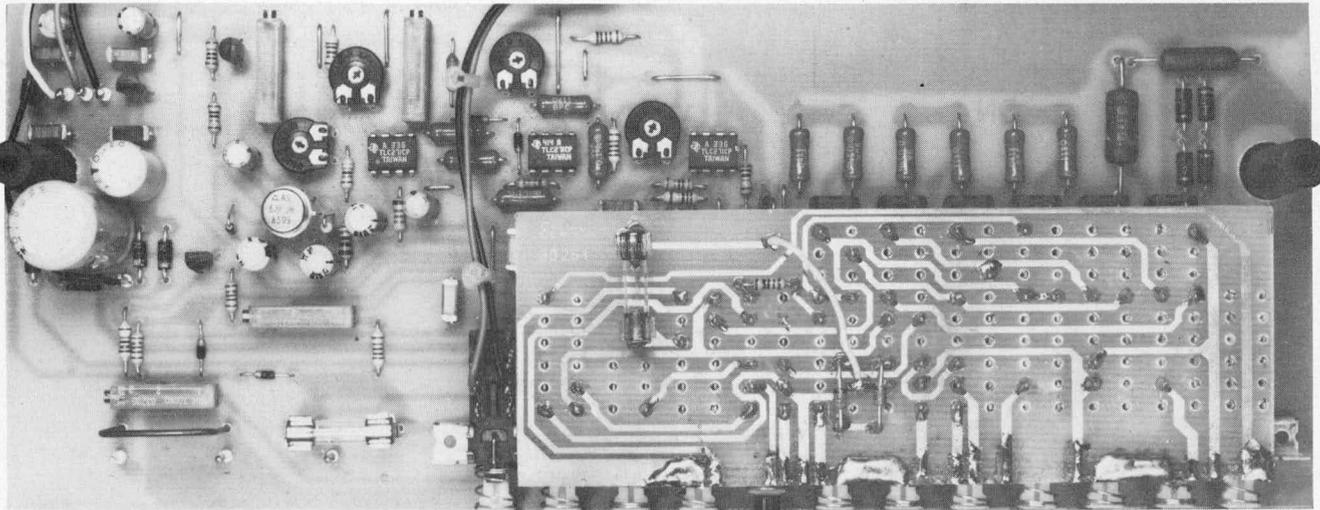
| | |
|-----------|-----------------------------------|
| R 54-R 57 | 100 k Ω |
| R 58 | 120 k Ω |
| R 59 | 470 k Ω |
| R 60 | 100 k Ω , Trimmer, liegend |
| R 61 | 220 k Ω |
| R 62 | 1 M Ω |

Sonstiges

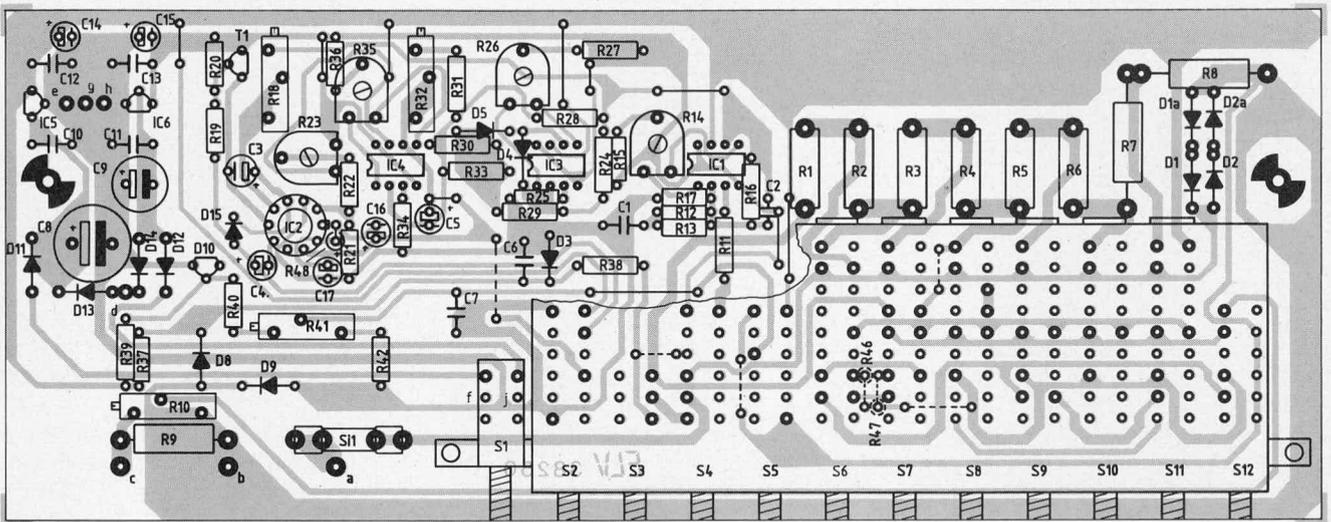
| |
|--------------------------|
| 1 LCD-Display 3,5stellig |
| 1 40polige IC-Fassung |



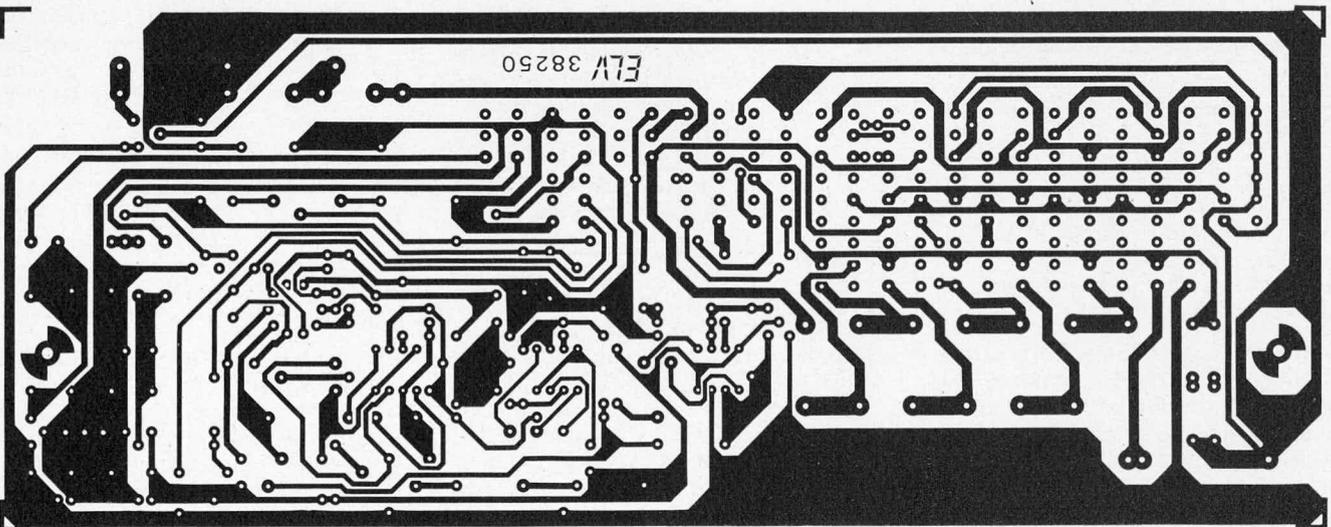
Bestückungsplan der Schalterplatte zum Präzisions-Digital-LCD-Multimeter (Originalgröße: 135 mm x 50 mm)



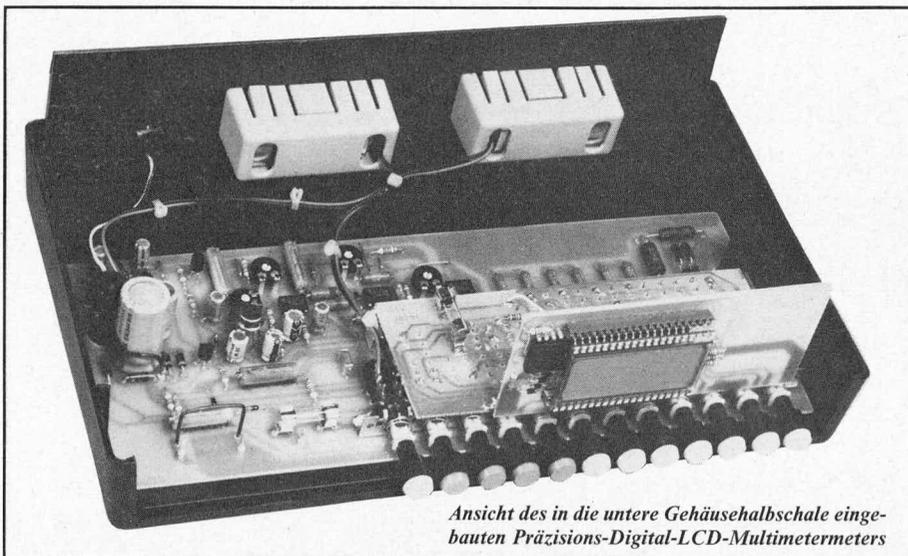
Ansicht der fertig bestückten Basis- und Schalterplatine des Präzisions-Digital-LCD-Multimeters



Bestückungsseite der Basisplatine des Präzisions-Digital-LCD-Multimeters



Leiterbahnseite der Basisplatine des Präzisions-Digital-LCD-Multimeters



Ansicht des in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Präzisions-Digital-LCD-Multimetermeters

Als nächstes wird der 20 A-Meßbereich mit dem Spindeltrimmer R 10 eingestellt. Dies ist erforderlich, da der für R 9 benötigte, sehr genaue und hoch belastbare Meßwiderstand mit einem Wert von $0,01 \Omega$ in der Praxis kaum ohne Abgleich realisierbar ist. Deshalb wurde hierfür ein Widerstandsdraht vorgesehen, dessen Wert geringfügig größer als $0,01 \Omega$ ist (ca. $0,012 \Omega$). Mit dem Spindeltrimmer R 10 kann eine Teilspannung abgegriffen werden, die den etwas zu großen Spannungsabfall exakt berücksichtigt.

Sollte der Abgleichbereich zu klein sein, ist mit Sicherheit der Widerstandsdraht zu kurz bemessen worden, d. h., er ist kleiner als $0,01 \Omega$.

Sofern kein genaues Vergleichsgerät verfügbar ist, kann man beim Abgleich wie folgt vorgehen:

Zunächst wird ein Strom im 2 A-Bereich (z. B. 1,8500 A) gemessen. Anschließend führt man dieselbe Messung im 20 A-Bereich durch (nicht vergessen das Meßkabel in die 20 A-Buchse umzustecken) und gleicht mit R 10 die Anzeige auf den entsprechenden Wert ab (Anzeige jetzt 1,850 A).

Die Einstellung der Meßgleichrichter ist ebenfalls verhältnismäßig einfach durchzuführen.

Zunächst bringt man das Multimeter in den Wechselstrombereich „2 A“.

OP 1 liegt dann über R 11, S 11e sowie R 5 bis R 8 auf Masse (Analog Ground). Der Trimmer R 14 wird so eingestellt, daß die Ausgangsspannung (an Pin 6 des OP 1) Null wird. Maximal darf die Restspannung $0,3 \text{ mV}$ betragen.

Um Meßfehler auszuschließen, legt man den Minusanschluß des zu Testzwecken herangezogenen Multimeters direkt an die Eingangsklemme „b“, während mit dem Plusanschluß die Spannung an dem jeweils interessierenden Meßpunkt direkt abgegriffen wird. Für die vorstehend beschriebene Einstellung war dies der Anschluß Pin 6 des OP 1.

Beim Einsatz von Meßgleichrichter II, wird nun als nächstes die Diode D 4 mit einer Drahtbrücke kurzgeschlossen.

Der Trimmer R 26 ist so einzustellen, daß der Ausgang Pin 6 des OP 2 auf 0 V liegt, wobei auch hier eine maximale Restspannung von $0,3 \text{ mV}$ zulässig ist. Die Brücke über D 4 wird jetzt wieder entfernt.

Nun wird D 5 an einer Seite ausgelötet, um die Verbindung des Ausgangs von OP 2 (Pin 6) zu den Widerständen R 29, R 30, R 33 zu unterbrechen. Der Verbindungspunkt der eben genannten Widerstände ist über ein möglichst kurzes Leitungsstück direkt an die Schaltungsmasse anzuschließen (z. B. Fußpunkte der Widerstände R 25 oder R 34).

R 35 ist so einzustellen, daß der Ausgang des OP 3 (Pin 6) auf 0 V liegt. Auch hier ist eine maximale Restspannung von $0,3 \text{ mV}$ zulässig.

Die Verbindung der Widerstände R 29, R 30, R 33 mit der Schaltungsmasse wird wieder aufgehoben und D 5 eingelötet. Als letzte, jedoch nicht minder wichtige Einstellung des Meßgleichrichters II, erfolgt der Abgleich des Skalenfaktors mit dem Spindeltrimmer R 32.

Dies ist auf einfache Weise möglich, da der Meßgleichrichter II nicht nur sinusförmige Wechselspannungen, sondern ebenso reine Gleichspannungen verarbeiten kann.

Das Multimeter wird hierzu in den Wechselspannungs-Meßbereich „200 mV“ gebracht und eine Gleichspannung an die Eingangsbuchsen „a“ und „b“ gelegt, die genau bekannt ist (sie kann z. B. vorher in dem bereits abgegleichen Gleichspannungs-Meßbereich gemessen werden).

R 32 wird so eingestellt, daß auf der Anzeige der korrekte Wert erscheint. Wird die Eingangsspannung umgepolt, muß der gleiche Wert auf der Anzeige abzulesen sein, mit einer maximalen Abweichung von 3 Digit bei der 3,5stelligen Version bzw. 30 Digit bei der 4,5stelligen Version. Ggf. ist der Skalenfaktor mit R 32 so einzustellen, daß der angezeigte Wert bei einer Umpolung der Eingangsspannung um den korrekten Wert „pendelt“ (d. h. er ist einmal etwas zu groß und einmal zu klein).

Sollten größere Abweichungen auftreten, empfiehlt es sich, die Nullpunkteinstellungen mit den Trimmern R 14, R 26 sowie R 35 zu wiederholen.

Nach Abschluß der gleichspannungsmaßi-gen Einstellung des Meßgleichrichters II kann man zuverlässig davon ausgehen, daß ohne weiteren Abgleich auch sinusförmige Wechselspannungen mit einer typ. Genauigkeit von $0,5 \%$ verarbeitet werden. Dies ist aufgrund einer ausgefeilten Schaltungstechnik möglich, da die Verstärkung des OP 1 bei Wechselspannungen ab 10 Hz elektronisch mit großer Genauigkeit automatisch angepaßt wird.

Zu beachten ist hierbei, daß die volle Genauigkeit mit dem Meßgleichrichter II nur dann erreicht wird, wenn der Kurvenverlauf der angelegten Meßspannung exakt sinusförmig ist. Abweichungen hiervon erhöhen den Meßfehler. Da es sich bei der vorliegenden Schaltung um einen hochwertigen arithmetischen Mittelwert-Meßgleichrichter handelt, bleiben die zu erwartenden Meßfehler auch bei Kurvenformverzerrungen im allgemeinen erheblich unter den möglichen Fehlern bei Meßgleichrichtern, die nach dem Prinzip der Spitzenwertgleichrichtung arbeiten.

Möchte man hingegen weitgehend von der Kurvenform unabhängige Wechselspannungsmessungen durchführen, empfiehlt sich der Einsatz eines echten Effektivwert-Meßgleichrichters.

Dieser wahlweise zur Verfügung stehende Meßgleichrichter I, setzt eine Eingangsspannung mit nahezu beliebiger Kurvenform in eine äquivalente Ausgangsgleichspannung um, die dem echten Effektivwert der Eingangsspannung entspricht.

Der Abgleich des als Pufferverstärker dienenden OP 1, erfolgt in der bereits beschriebenen Weise, wobei die Bauelemente R 12, R 13, R 17 sowie C 1 ersatzlos entfallen.

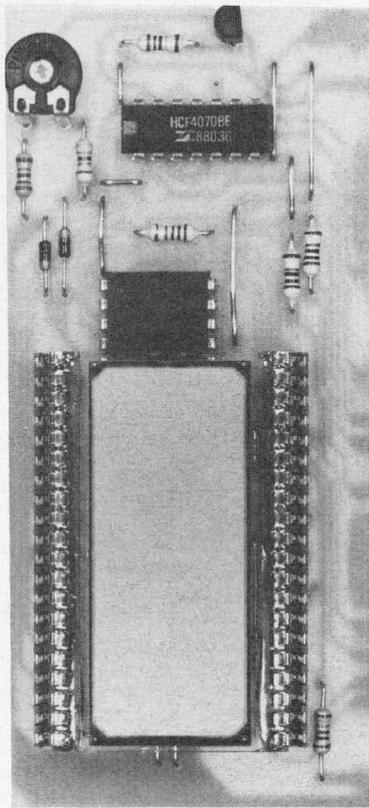
Nachdem der Nullpunkt des OP 1 mit R 14 sorgfältig eingestellt wurde, verbindet man den Anschlußpunkt 4 des IC 2 über eine kurze Drahtbrücke mit dem Anschlußpunkt 2.

R 23 ist so einzustellen, daß die Ausgangsspannung des IC 2 (an Pin 8) 0 V wird. Eine Restspannung von $0,3 \text{ mV}$ ist zulässig. Nachdem die Brücke zwischen Pin 2 und Pin 4 am IC 2 wieder entfernt wurde, kann der Skalenfaktor in ganz geringen Grenzen mit dem Spindeltrimmer R 18 fein eingestellt werden.

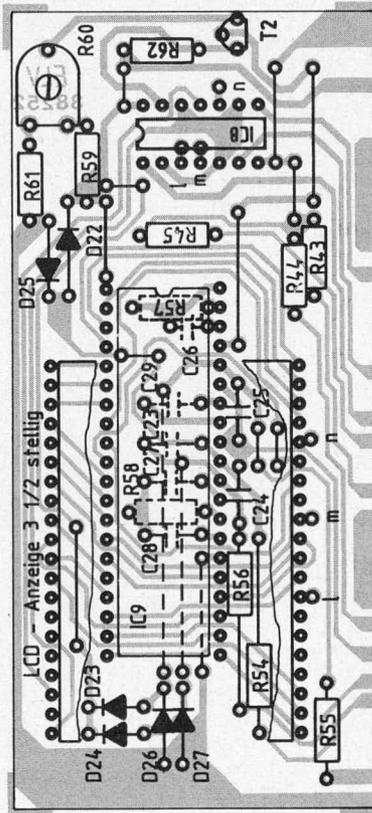
Dies erfolgt genau wie beim Meßgleichrichter II in dem Wechselspannungsmeßbereich „200 mV“, bei gleichzeitigem Anlegen einer genau bekannten Gleichspannung. Auch beim Meßgleichrichter I ist die Verarbeitung von Gleichspannungen ohne weiteres möglich.

Zur genauen Messung von Gleichspannungen empfiehlt es sich jedoch grundsätzlich, die Schalterstellungen „Gleichspannung“ zu verwenden, da hier die Genauigkeit bei der Messung reiner Gleichspannungen selbstverständlich größer ist, da die Meßunsicherheit der Gleichrichter in dieser Schalterstellung nicht zum Tragen kommt.

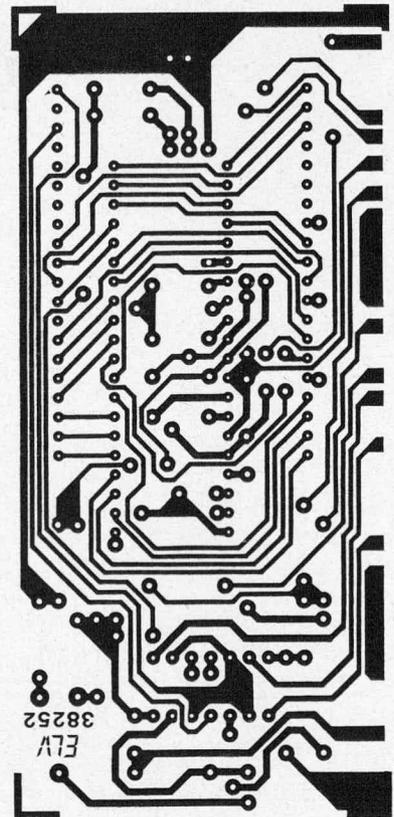
Der Abgleich des hier vorgestellten Digital-Multimeter-Systems ist damit beendet und dem Einsatz steht nichts mehr im Wege.



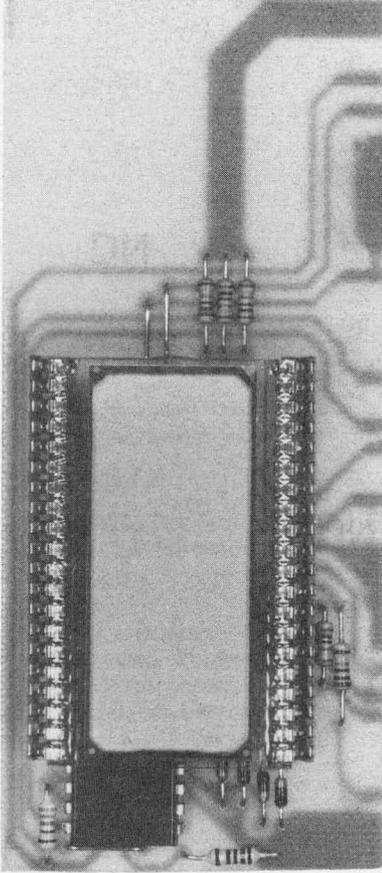
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine für die 3,5stellige Version



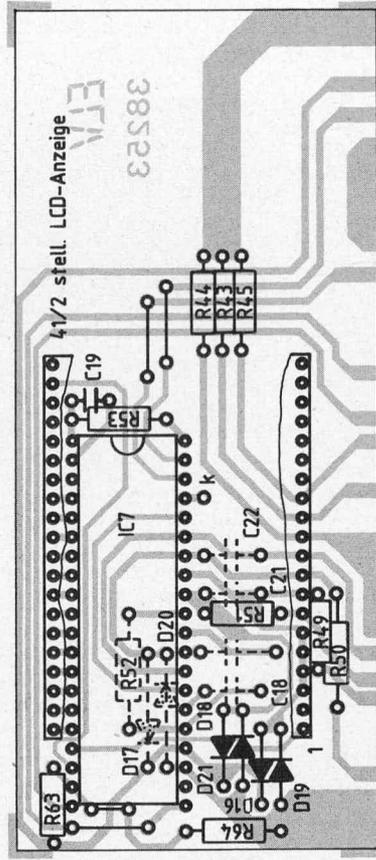
Bestückungsseite der Anzeigenplatine für die 3,5stellige Version



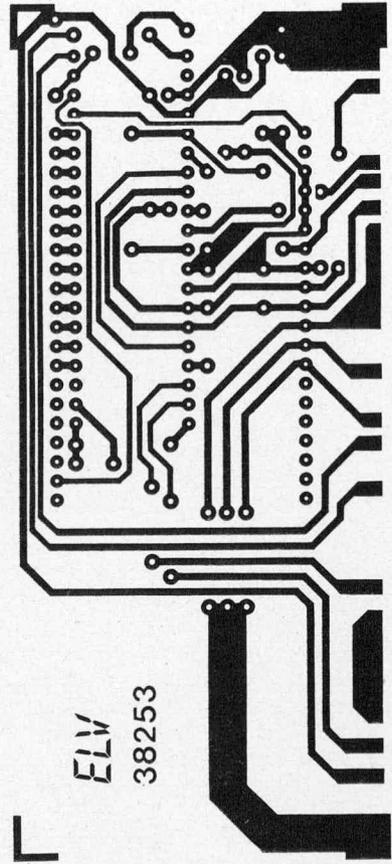
Leiterbahnseite der Anzeigenplatine für die 3,5stellige Version



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine für die 4,5stellige Version

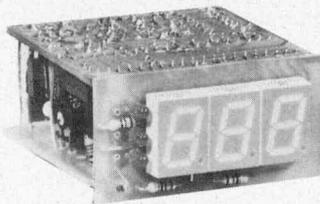


Bestückungsseite der Anzeigenplatine für die 4,5stellige Version



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine für die 4,5stellige Version

ELV-Serie Kfz-Elektronik: Digitales Kfz-Kombi-Meßgerät



Drehzahl, Schließwinkel, Spannung können mit diesem Kfz-Kombi-Meßgerät auf einer dreistelligen Digital-Anzeige abgelesen werden.

Die Umschaltung erfolgt über einen dreistufigen Schalter, der außerhalb des Gerätes angebracht werden kann.

Allgemeines

Ein genauer, digitaler Kfz-Drehzahlmesser mit einer hohen Auflösung dürfte wohl mit zu den interessantesten Zusatzgeräten im Kfz zählen. Mit der hier vorgestellten, im ELV-Labor entwickelten Schaltung, sind die Messungen von Schließwinkel und Bordspannung möglich. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß der Schließwinkel über den gesamten Motordrehzahlbereich zuverlässig gemessen und angezeigt werden kann. Die Umschaltung erfolgt über einen dreistufigen Kippschalter (1x um mit Mittelstellung), der an nahezu beliebiger Stelle im Kfz außerhalb des eigentlichen Meßgerätes angeordnet werden kann. Obwohl das Gerät drei verschiedene Meß-

möglichkeiten besitzt, ist der Anschluß und Einbau außerordentlich einfach durchzuführen. Neben der dreiadrigen Zuleitung des Umschalters für die Drehzahl-, Schließwinkel- und Bordspannungsmessung, sind lediglich drei Anschlußpunkte vorhanden, und zwar: Kfz-Masse, 12 V Versorgungsspannung sowie Unterbrecherkontakt. Hierauf gehen wir später jedoch noch näher ein.

Grundlagen

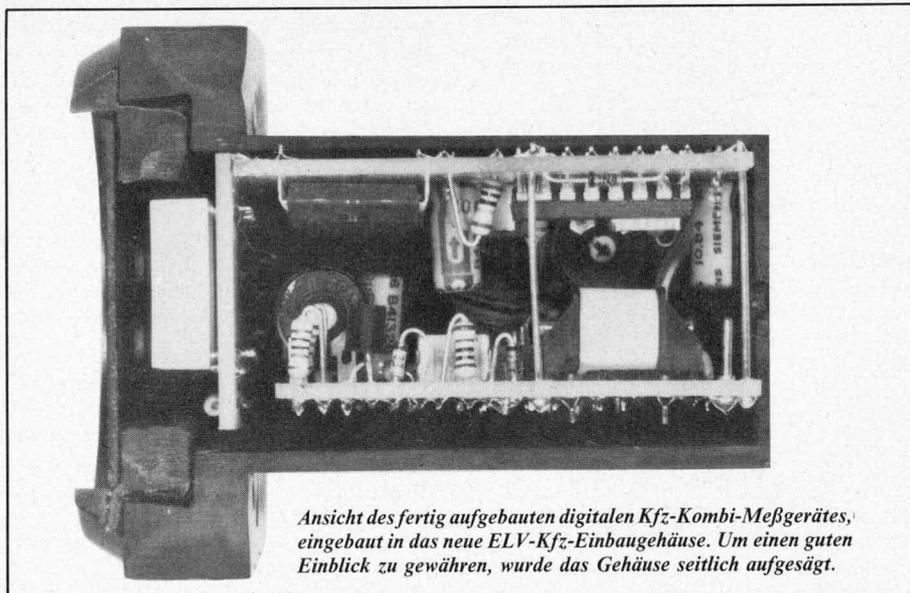
Für diejenigen unter unseren Lesern, die mit der Kfz-Technik noch nicht so sehr vertraut sind, wollen wir an dieser Stelle die näheren Zusammenhänge und Hintergründe für die einzelnen Messungen erläutern:

Die Messung der Bordspannung liefert eine zuverlässige Aussage über den Spannungshaushalt des Kfz-Bordnetzes, d. h. es kann sowohl der Zustand des Akkus als auch die Funktion der Lichtmaschine in weiten Grenzen geprüft werden.

Aus der angezeigten Bordspannung können folgende Schlüsse gezogen werden:

Im Ruhezustand des Kfz (Motor steht, Zündung ist eingeschaltet, alle größeren Verbraucher sind ausgeschaltet) liegt die angezeigte Spannung des Akkus zwischen 11,5 V und 13,5 V (möglichst zwischen 12,0 V und 13,0 V). Niedrigere Spannungswerte deuten auf einen weitgehend entladenen Akku hin, während höhere Spannungswerte Hinweis auf eine Überladung sein können.

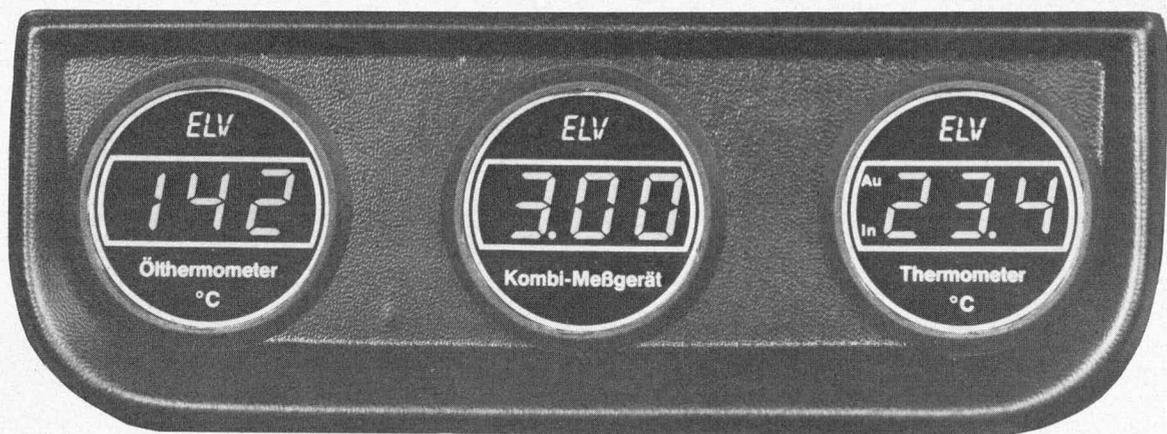
Schaltet man jetzt einen größeren Verbraucher ein (z. B. Scheinwerfer), kann man aufgrund der hohen Auflösung von 0,1 V langsam das Abfallen der Akkuspannung beobachten, sofern der Motor nicht läuft. Bei ausreichender Akkukapazität und



Ansicht des fertig aufgebauten digitalen Kfz-Kombi-Meßgerätes, eingebaut in das neue ELV-Kfz-Einbaugeschäft. Um einen guten Einblick zu gewähren, wurde das Gehäuse seitlich aufgesägt.

Technische Daten:

| | |
|-----------------------|------------------|
| Drehzahlmeßbereich: | 10 bis 10000 Upm |
| Auflösung: | 10 Upm |
| Genauigkeit: | ca. 1% |
| Schließwinkelmessung: | 0-100% |
| Auflösung: | 0,1% (!) |
| Genauigkeit: | ca. 1% |
| Spannungsmessung: | 8,0 V bis 15,0 V |
| Auflösung: | 0,1 V |
| Genauigkeit: | 0,1% |



Ansicht von 3 nebeneinander angeordneten ELV-Kfz-Einbau-Meßgeräten, die in eine handelsübliche Montagekonsole eingesetzt wurden

gutem Ladezustand sollte die Akkuspannung innerhalb von 5 Minuten nicht unter 11,5 V absinken. Fällt die Spannung sogar unter 11,0 V ab, ist entweder der Akku weitgehend entladen oder aber die Kapazität aufgrund eines hohen Alters erschöpft.

Wird der Motor gestartet, sollte im Normalfall die Bordspannung innerhalb von wenigen Minuten auf mindestens 13,0 V, höchstens jedoch 14,3 V ansteigen. Werden größere Verbraucher eingeschaltet, wird die Spannung etwas niedriger sein, wobei auch ohne Belastung der Wert von 14,3 V keinesfalls überschritten werden darf.

Sinkt die Bordspannung unter einen Wert von 13,0 V bei gleichzeitiger Einschaltung sämtlicher Verbraucher, so deutet dies entweder auf eine ungenügende Leistung der Lichtmaschine oder auf einen Defekt hin. Hierbei muß jedoch angemerkt werden, daß bei der Überprüfung der Lichtmaschine der Motor eine ausreichende Drehzahl aufweisen muß, damit die Lichtmaschine auch ihre volle Leistung entfalten kann. Bei Drehstromlichtmaschinen reicht teilweise bereits eine Drehzahl von 1000 bis 1500 Upm aus, während bei den älteren Modellen ca. 3000 Upm erreicht werden müssen, um die Lichtmaschine auf volle Leistung zu bringen.

Abschließend kann man zur Bordspannung grundsätzlich sagen, daß das Fahrzeug hinsichtlich der Spannungsversorgung voll betriebsbereit ist, wenn Werte zwischen 11,0 und 14,3 V gemessen werden. Werte unterhalb 11,0 V lassen auf eine baldige vollständige Erschöpfung des Akkus schließen.

Bei der Drehzahlmessung ist die Nützlichkeit und der Informationsgehalt allgemein bekannt, so daß wir hier nur kurz darauf eingehen wollen.

Vom Fahrzeughersteller werden im Rahmen der Motordaten im allgemeinen auch die Leerlaufdrehzahl, die Höchstdrehzahl sowie der Drehmomentverlauf des Motors angegeben. Aus letzterem kann man entnehmen, bei welcher Drehzahl der Motor sein größtes Drehmoment aufweist, d. h. in welchem Bereich die besten Beschleunigungswerte erzielt werden können.

Sind die vorgenannten Werte bekannt, kann man mit Hilfe eines Drehzahlmessers seinen Motor schonen bzw. seine Fahrweise optimieren. Daß darüber hinaus bei entsprechender Fahrweise Benzineinsparun-

gen möglich sind (zu hohe Drehzahlen vermeiden), liegt auf der Hand.

Aufgrund der hohen Auflösung von 10 Upm ist selbst im niedrigen Drehzahlbereich bis hin zum Leerlauf, eine gute Drehzahlkontrolle möglich.

Die Schließwinkelmessung liefert eine Aussage über das Verhältnis zwischen geschlossenem bzw. geöffnetem Unterbrecherkontakt. Üblicherweise werden vom Hersteller die Angaben in Grad gemacht. Hierbei geht man von einer vollen Umdrehung von 360° aus. Bei einem 4-Zylinder-Motor entfällt auf jeden Zylinder daher ein Gesamtwinkel von 360°:4 = 90°. Wäre der Unterbrecherkontakt also die ganze Zeit über geschlossen, so entspräche dies einem Schließwinkel von 90°, während eine andauernde Öffnung des Unterbrecherkontaktes einem Schließwinkel von 0° entspricht. Da das Tastverhältnis im allgemeinen in der Größenordnung von 1:1 liegt, ergibt sich ein Schließwinkel bei einem 4-Zylinder-Viertakt-Motor von ungefähr 45°. Der genaue Wert ist jedoch unbedingt den Herstellerangaben zu entnehmen.

Bei einem 6-Zylinder-Motor entspricht hingegen ein permanent geschlossener Unterbrecherkontakt einem Schließwinkel von 360°:6 = 60°, woraus sich bei einem Tastverhältnis von 1:1 ein Schließwinkel von 30° ergibt. Auch hier ist der genaue Wert wie bei allen anderen Daten, den Herstellerangaben zu entnehmen.

Wie wir sehen, hängt der Schließwinkel u. a. von der Zylinderzahl des zu überprüfenden Motors ab.

Anders hingegen verhält es sich, wenn man den Schließwinkel nicht in Grad, sondern prozentual angibt. Ist der Unterbrecherkontakt permanent geöffnet, entspricht dies 0 %, während ein permanent geschlossener Unterbrecherkontakt einer Angabe von 100 % entspricht. Bei einem Tastverhältnis von 1:1 ergibt sich ein „Schließwinkel“ von 50 %, d. h. der Kontakt ist die halbe Zeit geschlossen und die andere Hälfte der Zeit geöffnet.

Diese Angabe ist universell und von der Zylinderzahl des zu überprüfenden Motors vollkommen unabhängig.

Um die am Unterbrecherkontakt einzustellende, vom Hersteller gemachte Schließwinkelangabe in % umzurechnen, bedient man sich folgender Formel:

$$\text{Schließwinkel (\%)} = \frac{\text{Zylinderzahl}}{360^\circ} \cdot 100 \%$$

Ein vom Hersteller bei einem 4-Zylinder-Motor angegebener Schließwinkel von 50,0°, ergibt nach vorstehender Formel einen Schließwinkel in % von:

$$50,0^\circ \cdot \frac{4}{360^\circ} \cdot 100 \% = 55,6 \%$$

Bei einer Herstellerangabe von 50,0° müßte bei einem 4-Zylinder-Motor demnach 55,6 % auf der Anzeige abgelesen werden können. Anhand dieses Gerätes kann der Schließwinkel überprüft und ggf. korrigiert werden.

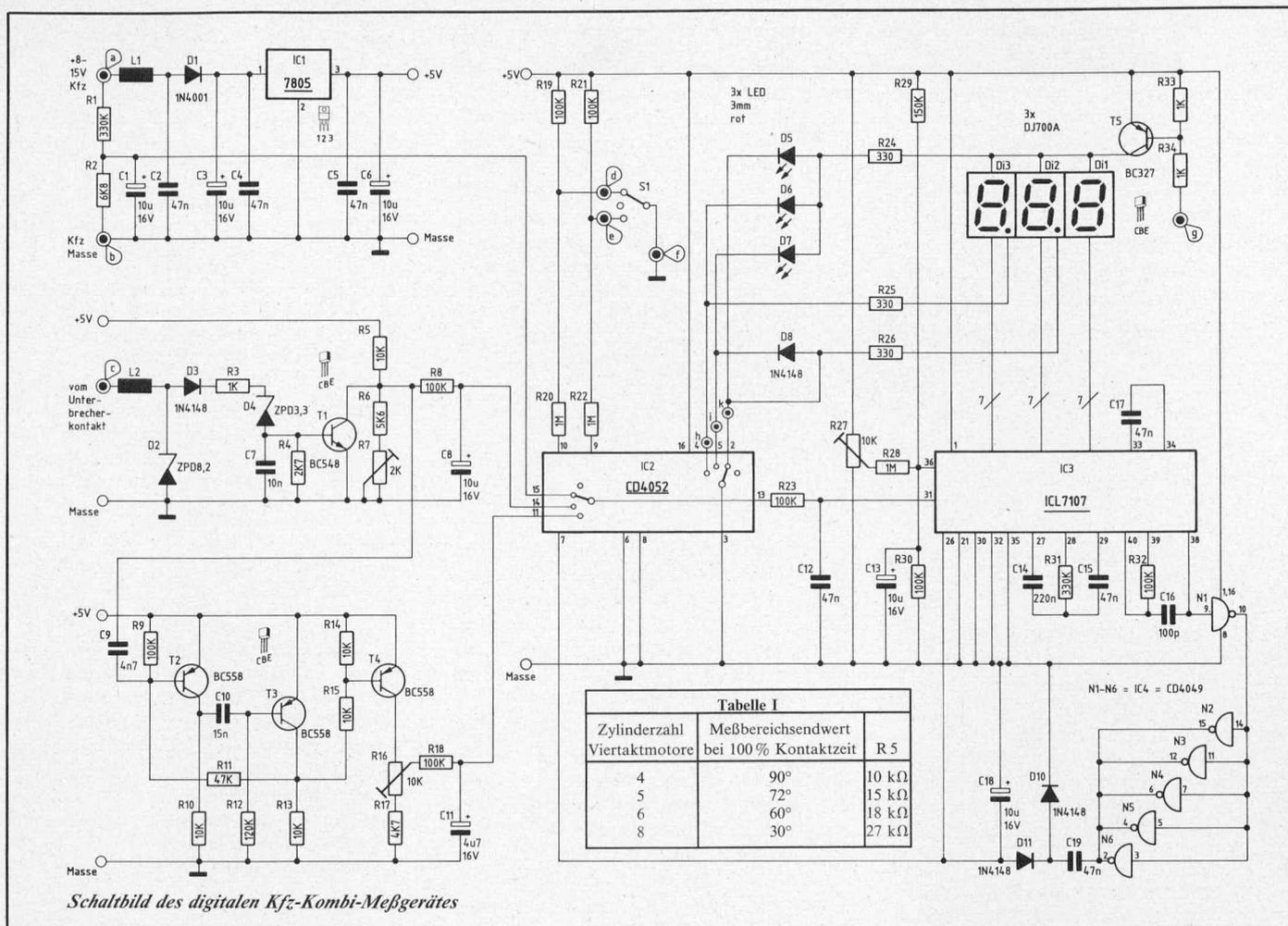
Da sich der Schließwinkel im allgemeinen mit der Drehzahl geringfügig ändert, ist eine Einstellung selbstverständlich bei der vom Hersteller zu diesem Zweck angegebenen Drehzahl vorzunehmen. Falls keine Drehzahlangabe gemacht wurde, sollte der Motor im Leerlauf bzw. im unteren Bereich drehen.

Bei sich verändernden Drehzahlen, besonders im oberen Bereich, kann man nun mit Hilfe der Schließwinkelanzeige prüfen, ob die Kontaktgabe des Unterbrecherkontaktes in allen Drehzahlbereichen den Erfordernissen entspricht.

Eine optimale Kontrolle ergibt sich selbstverständlich, wenn man vom Hersteller zu allen Drehzahlen entsprechende Schließwinkelangaben vorgegeben bekommt. Liegen diese nicht vor, kann man davon ausgehen, daß sich der Schließwinkel im allgemeinen immer um den Nennwert bewegt, der vom Hersteller (evtl. für eine bestimmte Drehzahl) genannt wurde. Für den engagierten Hobby-Elektroniker ist es leicht verständlich, daß zu einer optimalen Ansteuerung der Zündspule ein Tastverhältnis von 1:1, entsprechend einem „Schließwinkel“ von 50 % günstig ist, und keine gravierenden Abweichungen hiervon auftreten sollten (40 % bis 60 %).

Zur Schaltung

Für die drei verschiedenen Meßbereiche werden Wandlerschaltungen eingesetzt, die ein entsprechendes Eingangssignal in eine proportionale Spannung umsetzen, die zur Weiterverarbeitung auf einen digitalen Spannungsmesser (ICL 7107 mit Zusatzschaltung) gegeben werden.



Schaltbild des digitalen Kfz-Kombi-Meßgerätes

Zur Schließwinkelmessung gelangt das vom Unterbrecherkontakt kommende Eingangssignal vom Platinenanschlußpunkt „c“ über die Eingangsbeschaltung (L2, D2 bis D4, R3, C7, R4) auf die Basis des Schalttransistors T1. Am Kollektor steht in Verbindung mit den Spannungsteilerwiderständen R5 bis R7, je nach Stellung des Unterbrecherkontaktes ein „low“ oder „high“-Signal an. Mit Hilfe von R8/C8 wird eine Integration vorgenommen, die bei laufendem Motor eine Spannung erzeugt, die dem Schließwinkel des Unterbrecherkontaktes proportional ist.

Die am Kollektor T1 zur Schließwinkelmessung abgenommene Rechteckspannung, wird außerdem über C9 auf die Basis des Transistors T2 gegeben. T2 und T3 stellen in Verbindung mit ihrer Zusatzbeschaltung einen monostabilen Multivibrator dar, der durch seine konstante Impulsdauer zur Drehzahlmessung geeignet ist. Über R15 gelangen die Ausgangsimpulse auf den Puffer-Schalttransistor T4, dessen Kollektor wiederum den Spannungsteiler R16, R17 ansteuert. Über R18/C11 werden diese Impulse, wie auch bei der Schließwinkelmessung integriert, so daß sich über C11 eine Gleichspannung einstellt, die exakt der Drehzahl des Motors bzw. der vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse, entspricht.

Zur Pegelanpassung der Kfz-Bordspannung an die beiden vorstehend beschriebenen Wandlerbeschaltungen zur Schließwinkel- und Drehzahlmessung, ist lediglich ein Spannungsteiler, bestehend aus R1 und R2

sowie ein Siebkondensator (C1) erforderlich.

An Pin 15 des zur Umschaltung dienenden IC2, steht somit eine der Kfz-Bordspannung proportionale Meßspannung an, während die Spannung an Pin 14 dem Schließwinkel und die Spannung an Pin 11 der Drehzahl proportional ist.

Je nach Stellung des Wahlschalters S1, wird eine dieser drei Meßspannungen zum Pin 13 des IC2 durchgeschaltet. Von dort gelangt die Spannung über R23 auf den positiven Eingang (Pin 31) des A/D-Wandlers IC3. Eine an Pin 31 des IC3 anliegende Eingangsspannung im Bereich von 0 bis ca. 1 V wird in eine äquivalente digitale Anzeige auf dem dreistelligen LED-Display umgesetzt.

Der zweite im IC2 enthaltene Umschalter dient lediglich zur Ansteuerung der Punkte und der drei LED's D5 bis D7 zur Anzeige der Meßart.

Die Versorgung der gesamten Schaltung erfolgt direkt aus dem Kfz-Bordnetz, wobei der Anschluß zweckmäßigerweise hinter dem Zündschloß abgenommen wird, damit das Gerät bei ausgeschalteter Zündung keinen Strom aufnimmt.

Zunächst wird die Kfz-Bordspannung über L1/C2 gefiltert, um anschließend über D1/C3 entkoppelt zu werden. Gleichfalls bietet D1 einen wirksamen Schutz vor Verpolung.

Mit dem Festspannungsregler IC1, wird die Spannung auf 5 V stabilisiert und dient zur

Versorgung der gesamten übrigen Elektronik.

Damit der Wandlerbaustein des Typs ICL7107 eine auf Masse bezogene Eingangsspannung verarbeiten kann, ist es erforderlich, eine separate negative Versorgungsspannung an Pin 26 zur Verfügung zu stellen. Diese wird mit Hilfe des IC4 in Verbindung mit C18, C19 sowie D10, D11 aus der positiven 5 V-Versorgungsspannung erzeugt.

Sollen die LED-Anzeigen des Kfz-Kombi-Meßgerätes unregelmäßig mit voller Helligkeit aufleuchten, so kann der Transistor T5 mit den beiden Widerständen R33 und R34 ersatzlos entfallen, wobei über eine Brücke die Kollektor-Emitter-Strecke von T5 verbunden wird.

Wird eine Helligkeitsregelung gewünscht, kann hierzu die im „ELV journal“ Nr. 37 beschriebene Schaltung „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“ herangezogen werden. Diese Schaltung beinhaltet einen Lichtsensor (LDR 07), der in Abhängigkeit von der Umgebungshelligkeit eine Tastlückensteuerung der Ausgangsimpulse vornimmt. Diese Ausgangsimpulse steuern über R34 den Schalttransistor T5 an. Je größer die Umgebungshelligkeit, desto kürzer die Tastlücke und desto heller die LED-Anzeige.

Die Schaltung des Automatik-Lichtdimmers wird auf einer separaten kleinen Leiterplatte aufgebaut. Sie kann gleichzeitig bis zu 10 verschiedene digitale LED-Anzeige-Geräte aus der ELV-Serie Kfz-Elektro-

nik ansteuern. Die Bauteile T 5, R 33, R 34 finden auf der Leiterplatte des jeweiligen Anzeigergerätes Platz. Bei früher veröffentlichten Schaltungen in dieser Serie, kann durch Auftrennen entsprechender Leiterbahnen (Zuleitungen zu den Anoden der LED-Anzeigen — Plus-Zuleitung) dieses Schaltungsdetail auch nachträglich eingebaut werden.

Zum Nachbau

Der Aufbau dieser vielseitigen und interessanten Schaltung erfolgt auf 3 Leiterplatten:

1. Anzeigenplatine
2. Hauptplatine mit Spannungsregler und A/D-Wandler-IC 3
3. Eingangsplatine mit Umschalt-IC 2 (CD 4052)

Die Bestückung der Platinen wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen, wobei zuerst die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platinen zu setzen und zu verlöten sind.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Hauptplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Hauptplatine hervorsteht. Wichtig ist hierbei, daß keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

An der Seite der Hauptplatine, die zur Geräterückseite hinweist, sind 5 flexible isolierte Verbindungsleitungen mit einer Länge von ca. 4 cm zur Eingangsplatine zu ziehen. Zusätzlich verbinden drei ca. 10 cm lange flexible isolierte Leitungen die Anzeigenplatine mit der Eingangsplatine. Es sind dies die Punkte „h“, „i“ sowie „k“, d. h. der auf der Anzeigenplatine mit „h“ bezeichnete Punkt wird mit dem Punkt gleicher Bezeichnung (ebenfalls mit „h“ bezeichnet) verbunden usw. Es sind also alle Punkte, die die gleiche Bezeichnung tragen, miteinander zu verbinden.

Der Meßartenumschalter S1 wird über eine dreiadrige flexible isolierte Leitung an die Anschlußpunkte „e“, „d“ sowie „f“ auf der Eingangsplatine angeschlossen. Es kann auch eine zweiadrige flexible isolierte Leitung mit zusätzlicher Abschirmung eingesetzt werden, wobei dann die Abschirmung als dritte Leitung dient und möglichst die Masseführung (Anschlußpunkt „f“) übernimmt. Die Leitungslänge kann mehrere Meter betragen.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen + 8 V und + 15 V schwanken darf, ist hinter einer Fahrzeugsicherung abzunehmen, die über das Zündschloß ein- und wieder ausgeschaltet wird.

Die Schaltungsmasse („b“) sollte möglichst in räumlicher Nähe zum Minuspol des Auto-Akkus (Masseband) angeschlossen werden, um unnötige, die Spannungsmessung verfälschende Spannungsabfälle auszuschließen.

Die dritte Zuleitung („c“) wird direkt am Unterbrecherkontakt bzw. an dem entspre-

chenden Anschluß der Zündspule angeschlossen. Sofern eine elektronische Zündung eingesetzt wird und diese einen entsprechenden Steuerausgang besitzt, kann der Punkt „c“ auch hier angeschlossen werden, wobei man sich vergewissern sollte, daß der Steuerausgang eine Last von 500 Ω zu treiben in der Lage ist und darüber hinaus eine ausreichende Spannungshöhe (12 V Hub) zur Verfügung stellt. Sind letztgenannte Forderungen nicht zu erfüllen, ist durch geringfügige schaltungstechnische Veränderung auch hier eine Möglichkeit zum Anschluß des ELV-Kombi-Meßgerätes gegeben. Folgende Änderungen sind vorzunehmen:

L 2 und D 4 werden ausgelötet und jeweils durch eine Brücke ersetzt.

D 2 entfällt ersatzlos.

R 3 wird durch einen 10 k Ω Widerstand ersetzt.

Sofern sich keine ausreichend große Ansteuerspannung des entsprechenden Ausganges der elektronischen Zündung ergibt, kann R 4 auf 10 k Ω vergrößert werden, wobei dann zusätzlich C 7 auf 1 nF zu verkleinern ist, um unnötig große Schaltverzögerungen zu vermeiden.

Sollte ein evtl. vorhandener Steuerausgang einer elektronischen Zündung keinen positiven Strom treiben können, kann evtl. ein zusätzlicher 10 k Ω Widerstand von + 12 V zum Schaltungspunkt „c“ Abhilfe schaffen. In jedem Fall sollte man sich jedoch vorher von den Daten des entsprechenden Schaltausganges überzeugen, um einen Defekt zu vermeiden.

Abschließend wollen wir noch erwähnen, daß die vorgenannten Schaltungsänderungen im allgemeinen nicht erforderlich sind, da die hier vorgestellte, im ELV-Labor entwickelte Schaltung, eine gute Empfindlichkeit bei sehr großer Störunterdrückung gewährleistet.

Sofern eine automatische Helligkeitsregelung gewünscht wird, ist von der auf der Hauptplatine angeordneten Schaltstufe (R 33, R 34, T 5) eine Verbindung zur Ansteuerschaltung, die separat aufzubauen ist, herzustellen. Die Verbindung erfolgt über den Platinenanschlußpunkt „g“.

Wird die Schaltung in das neue ELV-Kfz-Einbaugesetz, so werden die Haupt- und die Eingangsplatine einfach in die obere und untere Gehäusenut geschoben und sind damit fixiert (die Bestückungsseiten weisen zueinander hin).

Beim Einbau in das bereits vieltausendfach bewährte ELV-Kfz-Aufbaugesetz wird die Eingangsplatine über vier Silberschaltdrähte mechanisch mit der Hauptplatine verbunden, wobei die Bestückungsseiten nach innen weisen. Der Abstand der beiden gegenüberliegenden Platinen beträgt 14 mm.

Damit ist der Nachbau dieses universell einsetzbaren interessanten Digital-Kombi-Gerätes beendet.

Kalibrierung

Die Einstellung, d. h. die Kalibrierung, ist ohne aufwendige Hilfsmittel auf einfache Weise möglich.

Zunächst wird in Schalterstellung „Spannungsmessung“ eine bekannte Spannung im Bereich von 12 bis 14 V an die Eingangsbuchsen gelegt. Der Trimmer R 27 ist so einzustellen, daß auf der dreistelligen Digital-Anzeige der genaue Wert der Eingangsspannung erscheint.

Vorstehend beschriebene Einstellung ist unbedingt als erstes vor den weiteren Abgleichpunkten durchzuführen.

Als nächstes bringen wir den Meßartenschalter in Stellung „Schließwinkel“. Mit R 7 wird auf der Anzeige ein Wert von 100,0 % eingestellt, wobei einige Digit Abweichung im Bereich der Toleranz liegen. Die Eingangsklemme („c“) ist hierbei unbeschaltet. Da die Anzeige lediglich bis 99,9 % reicht, wird der angezeigte Wert im Bereich zwischen 99,5 und (1)00,5 % liegen.

Wird an die Eingangsklemme („c“) eine Spannung von + 8 bis + 15 V gelegt, muß die Anzeige auf „00,0“ gehen. Auch hier ist eine Abweichung von 5 bis max. 10 Digit zulässig.

Wird bei der Schließwinkelmessung die Anzeige in Grad gewünscht, so ist R 6 von 5,6 k Ω auf 4,7 k Ω zu verkleinern und R 5 anhand von Tabelle I (im Schaltbild: Mitte unten) entsprechend der Zylinderzahl des Motors anzupassen. Mit R 7 ist bei unbeschaltetem Steuereingang „c“ der zugehörige Wert auf der Anzeige einzustellen (bei 4-Zylinder-4-Takt-Motore 90°, bei 6-Zylinder-4-Takt-Motore 60° usw.).

Die Kalibrierung der Drehzahl wird als letzte Einstellung vorgenommen. Ausgehend von einem 4-Zylinder-4-Takt-Motor wird hierzu eine bekannte Frequenz im Bereich von 100 Hz bis 500 Hz an den Eingang gelegt und die Anzeige auf den mit 30 multiplizierten Wert mit R 16 eingestellt.

Eine entsprechende, zur Drehzahleinstellung geeignete Frequenz von 100 Hz gewinnt man z. B. aus einer brückengleichgerichteten Wechselfrequenz im Bereich zwischen 5 und 15 V, wie dies aus Bild 2 ersichtlich ist.

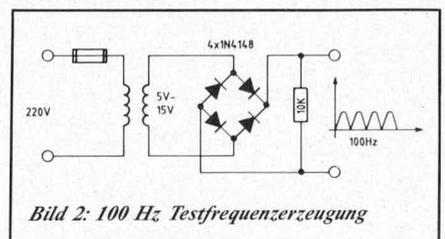


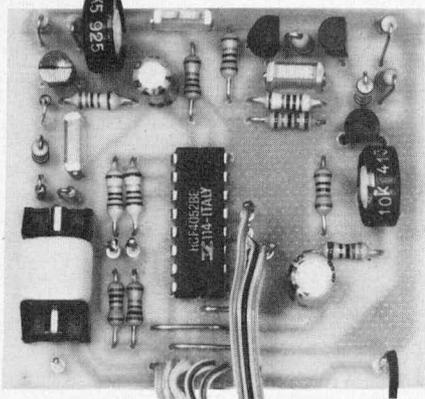
Bild 2: 100 Hz Testfrequenzerzeugung

Die vorstehend beschriebene Einstellung bezieht sich, wie bereits erwähnt, auf 4-Zylinder-4-Takt-Motore, so daß bei anderen Zylinderzahlen die Einstellung entsprechend zu ändern ist.

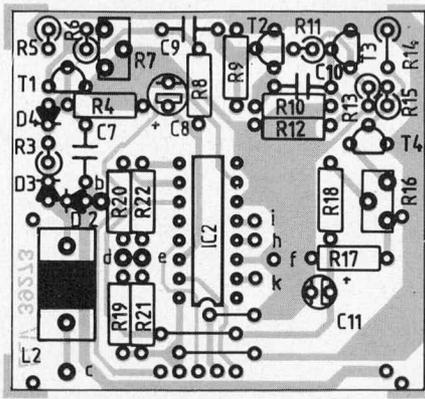
Bei einer Einfangfrequenz von 100 Hz ist für 5-Zylinder-4-Takt-Motore die Anzeige auf 2.40 einzustellen, bei 6-Zylinder-4-Takt-Motore auf 2.00 und bei 8-Zylinder-4-Takt-Motore auf 1.50.

Die Anzeige erfolgt jeweils in 1000 Umdrehungen (1.50 x 1.000 = 1.500).

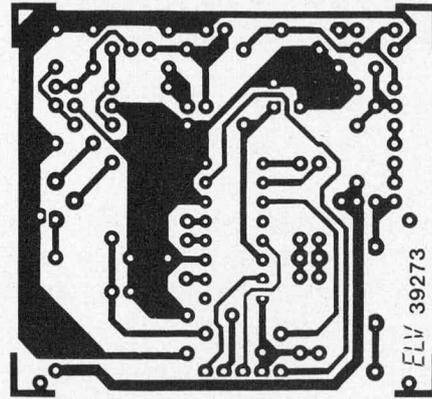
Reicht der Einstellbereich des Trimmers R 16 nicht aus, so ist der Kondensator C 10 geringfügig anzupassen (10 nF bis 22 nF).



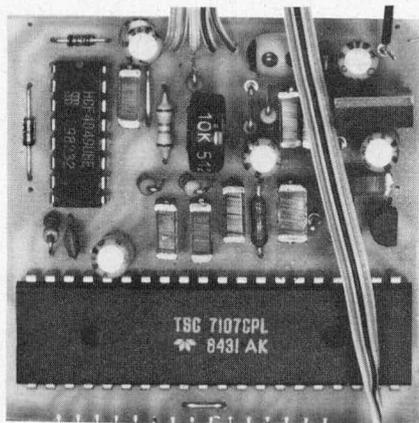
Ansicht der fertig bestückten Eingangsplatine



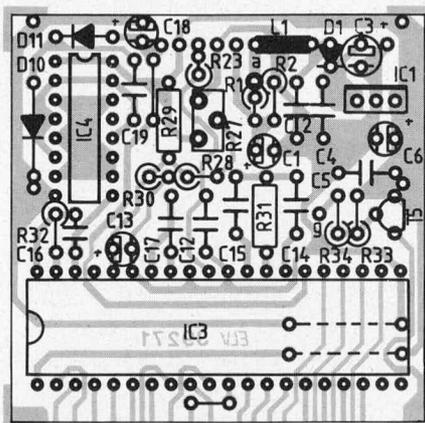
Bestückungsseite der Eingangsplatine



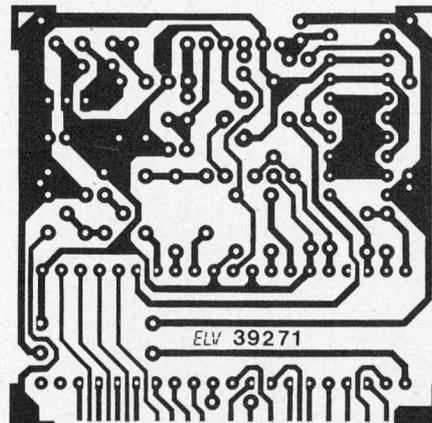
Leiterbahnseite der Eingangsplatine



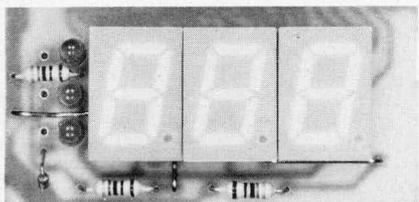
Ansicht der fertig aufgebauten Hauptplatine



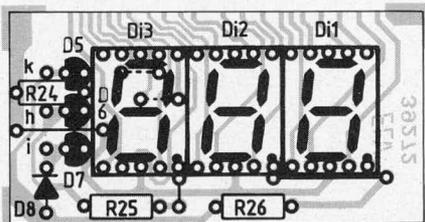
Bestückungsseite der Hauptplatine



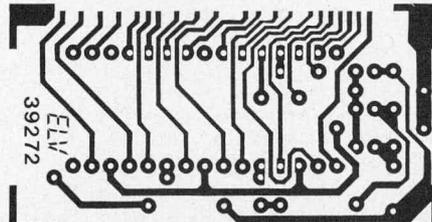
Leiterbahnseite der Hauptplatine



Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine



Bestückungsseite der Anzeigenplatine



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine

Stückliste: Digitales Kfz-Kombi-Meßgerät

Halbleiter

| | | |
|----------------------|-------|----------------|
| IC 1 | ..... | μ A 7805 |
| IC 2 | ..... | CD 4052 |
| IC 3 | ..... | ICL 7107 |
| IC 4 | ..... | CD 4049 |
| T 1 | ..... | BC 548 |
| T 2-T 4 | ..... | BC 558 |
| T 5 | ..... | BC 327 |
| D 1 | ..... | 1N4001 |
| D 2 | ..... | ZPD 8,2 |
| D 3, D 8, D 10, D 11 | ..... | 1N4148 |
| D 4 | ..... | ZPD 3,3 |
| D 5-D 7 | ..... | LED, 3 mm, rot |
| Di 1-Di 3 | ..... | DJ 700 A |

Kondensatoren

| | | |
|--------------------|-------|-----------------|
| C 1, C 3, C 6, C 8 | ..... | 10 μ F/16 V |
| C 2, C 4, C 5 | ..... | 47 nF |
| C 7 | ..... | 10 nF |

| | | |
|------------------|-------|-----------------|
| C 9 | ..... | 4,7 nF |
| C 10 | ..... | 15 nF |
| C 11, C 13, C 18 | ..... | 10 μ F/16 V |
| C 12, C 15, C 19 | ..... | 47 nF |
| C 14 | ..... | 220 nF |
| C 16 | ..... | 100 pF |

Widerstände

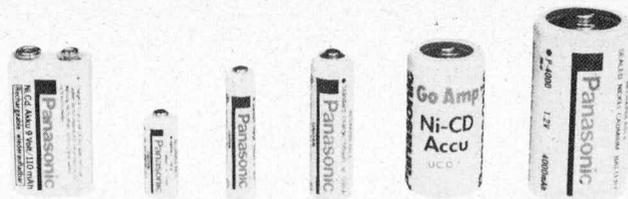
| | | |
|-----------|-------|----------------------------------|
| R 1 | ..... | 330 k Ω |
| R 2 | ..... | 6,8 k Ω |
| R 3 | ..... | 1 k Ω |
| R 4 | ..... | 2,7 k Ω |
| R 5, R 10 | ..... | 10 k Ω |
| R 6 | ..... | 5,6 k Ω |
| R 7 | ..... | 2 k Ω , Trimmer, stehend |
| R 8, R 9 | ..... | 100 k Ω |
| R 11 | ..... | 47 k Ω |
| R 12 | ..... | 120 k Ω |
| R 13-R 15 | ..... | 10 k Ω |
| R 16 | ..... | 10 k Ω , Trimmer, stehend |

| | | |
|------------------|-------|----------------------------------|
| R 17 | ..... | 4,7 k Ω |
| R 18, R 19, R 21 | ..... | 100 k Ω |
| R 20, R 22, R 28 | ..... | 1 M Ω |
| R 23, R 30, R 32 | ..... | 100 k Ω |
| R 24, R 25, R 26 | ..... | 330 Ω |
| R 27 | ..... | 10 k Ω , Trimmer, stehend |
| R 29 | ..... | 150 k Ω |
| R 31 | ..... | 330 k Ω |
| R 33, R 34 | ..... | 1 k Ω |

Sonstiges

- L 1 51 μ H
- L 2 100 mH/ca. 500 Ω
- S 1 Kippschalter 1 x um mit Mittelstellung
- 25 cm Silberdraht
- 10 Lötstifte
- 10 cm 6adrige Flachbandleitung
- 3 m flexible Leitung 2 x 0,4 mm²

NC-Akkus



Ein Bericht über Einsatzmöglichkeit und Wirtschaftlichkeit von NC-Akkus mit wichtigen Behandlungshinweisen

Nickel-Cadmium-Akkumulatoren, auch kurz NC-Akkus genannt, erfreuen sich zunehmender Beliebtheit. In diesem Artikel soll beschrieben werden, wann diese Akkus, die hoch in der Verbrauchergunst stehen, sinnvoll und wirtschaftlich einzusetzen sind. Es werden auch wichtige Hinweise zur Pflege und Wartung gegeben.

Obwohl es NC-Akkus bereits seit vielen, vielen Jahren gibt, wurden noch vor nicht allzu langer Zeit die meisten batteriebetriebenen Geräte auf die bis dahin üblichen Primärzellen (Trockenbatterien) mit einer Spannung von 1,5 V zugeschnitten. Inzwischen wird von den Geräteherstellern vermehrt die Einsatzmöglichkeit von NC-Akkus berücksichtigt. Diese weisen nämlich eine um ca. 20 % niedrigere Entladespannung von 1,22 V auf. Für die Bereitstellung einer 6 V Betriebsspannung sind beim Einsatz von Trockenbatterien 4 Zellen und beim Einsatz von NC-Akkus 5 Zellen erforderlich.

In vielen Geräten, die für den Einsatz von Trockenbatterien vorgesehen wurden, reicht der Platz für NC-Akkus nicht aus, da bei einer Betriebsspannung von 6 V eine Zelle und bei einer Betriebsspannung von 12 V sogar zwei Zellen zusätzlich untergebracht werden müßten. Trotzdem ist auch hier in einem Großteil der Fälle der Einsatz von NC-Akkus möglich. Um dies zu verstehen, muß man das Verhalten von Trockenbatterien und NC-Akkus etwas näher beleuchten.

Die Leerlaufspannung einer vollen Trockenbatterie liegt ungefähr zwischen 1,5 und 1,7 V, je nach Typ und Lagerzustand. Im Verlauf ihrer Entladung sinkt diese Spannung ungefähr linear kontinuierlich auf eine Entladeschlussspannung von ca. 1,0 V ab. Die mittlere Betriebsspannung bewegt sich also bei ca. 1,3 bis 1,4 V. Dies gilt allerdings nur dann, wenn der entnommene Strom verhältnismäßig klein ist (weniger als 10 % der Nennkapazität).

Werden Verbraucher mit größerem Strombedarf angeschlossen, so sinkt die Entladespannung aufgrund des verhältnismäßig großen Innenwiderstandes von Trockenbatterien um beträchtliche Werte ab. So kommt man schnell auf Versorgungsspannungswerte, die im Mittel sogar unterhalb der Werte von NC-Akkus liegen. Letztere zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie in weiten Bereichen ihres Entladevorganges eine recht konstante Spannung aufweisen. Der Innenwiderstand von NC-Akkus ist extrem gering, so daß auch größere Belastungen lediglich eine geringfügige Spannungsreduzierung zur Folge haben.

Als besonders markantes Beispiel sei hier die Stromversorgung des im „ELV journal“ Nr. 30 vorgestellten RC-BMW M 1 genannt. Dieses schnell fahrende Elektromodell wird mit 6 NC-Baby-Akkus betrieben, die in Reihe geschaltet eine Spannung von 10 V abgeben. Eine Versorgung mit Trockenbatterien ist nicht möglich, da die große Stromaufnahme des leistungsfähigen Elektro-Antriebsmotors die Spannung auf unzulässig niedrige Werte zusammenbrechen ließe. Die Leerlaufspannung von 6 in Reihe geschalteten Trockenbatterien liegt zwar höher ($6 \times 1,5 \text{ V} = 12 \text{ V}$) als bei einer gleichen Anzahl von NC-Akkus (10 V), jedoch ist die während des Betriebes tatsächlich zur Verfügung stehende Spannung bei entsprechender Strombelastbarkeit deutlich niedriger als bei NC-Akkus. So unglaublich es auf den ersten Blick auch erscheinen mag, daß die Versorgungsspannung von Trockenbatterien in vorstehend beschriebenen Einsatzfall nicht ausreichend ist, so einleuchtend ist dies bei näherer Betrachtung.

Wie wir an vorstehendem praktischen Beispiel gesehen haben, kann im Extremfall sogar die Spannung von Trockenbatterien für bestimmte Einsatzfälle, in denen hohe Ströme entnommen werden, geringer sein als die Spannung bei NC-Akkus, da diese auch bei größeren Belastungen nur geringfügig absinkt. Für die Mehrzahl der im Alltag vorkommenden Stromversorgungsaufgaben, in denen Trockenbatterien eingesetzt werden, kann ohne Probleme der NC-Akku gleicher Baugröße Anwendung finden, und zwar ohne, daß die Anzahl der in Reihe geschalteten Zellen erhöht werden müßte. Um absolut sicher zu gehen, daß die betriebenen Geräte keinen Schaden nehmen, empfiehlt es sich, in der Bedienungsanleitung nachzulesen, bzw. den Hersteller zu befragen.

Die Betriebszeit vollgeladener NC-Akkus liegt in der gleichen Größenordnung wie die vergleichbarer Trockenbatterien herkömmlicher Bauart. Die Kapazitätswerte von Alkali-Mangan-Trockenbatterien hingegen sind ca. 4mal so groß.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Eine Alkali-Mangan-Baby-Zelle kostet ca. DM 3,00. Sie weist eine Kapazität von ca. 5000 mAh auf. Wird der dritte Batteriesatz benötigt, so hätte sich die Anschaffung eines NC-Akkus bereits gelohnt, der z. B. für DM 7,30 zu haben ist (ELV Nr. 39, Seite 4). Die Kosten des eigentlichen Ladevorganges kann man praktisch vernachlässigen, da diese sich im Bereich von wenigen Pfennigen bewegen.

Berücksichtigen sollte man allerdings die Kosten für die Anschaffung eines Ladegerätes. Für Anwender, die nur ein ein-

ziges Gerät mit NC-Akkus betreiben wollen, sind diese Kosten daher bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit in Ansatz zu bringen. Als Richtwert kann gesagt werden, daß der Anschaffungspreis des Ladegerätes zuzüglich des Anschaffungspreises der NC-Akkus kleiner sein sollte als die Kosten für Trockenbatterien innerhalb von 1 bis maximal 2 Jahren.

Werden hingegen mehrere Geräte mit NC-Akkus betrieben, so kann man die Kosten für das Ladegerät, sofern dieses universell einsetzbar ist, auf alle zu betreibenden Geräte umlegen, wodurch ein wirtschaftlicher Einsatz von NC-Akkus schnell erreicht wird. Für den Betrieb einer Taschenlampe, die u. U. nur alle zwei Jahre einmal für 10 Minuten benötigt wird, wäre allerdings der Einsatz von NC-Akkus auch bei bereits vorhandenem Ladegerät wenig sinnvoll.

Bei den besonders günstig erhältlichen Mignon-NC-Akkus (DM 2,75) ist der Einsatz schon fast zur Pflicht geworden, da Alkali-Mangan-Mignonzellen preislich im Bereich von DM 2,00 liegen. Dieser Akkutyp zählt daher auch zu Recht zu den meist gefragten.

Lebensdauer

Die Lebensdauer von NC-Akkus liegt bei sachgemäßem Einsatz in der Größenordnung von 1000 Lade-/Entladezyklen. Auch nach dieser verhältnismäßig langen Betriebszeit muß ein NC-Akku keineswegs unbrauchbar sein. Vielmehr sinkt seine speicherbare Kapazität langsam immer weiter ab, bis sich schließlich die Verwendung nicht mehr lohnt. Die im allgemeinen gebräuchlichen Rundzellen (Mignon, Baby, Mono-Zelle) sind weitgehend problemlos in der Handhabung, d. h. weder große Lade- noch Entladeströme führen zu einem Defekt noch führt eine Dauerladung mit 10 % des Kapazitätswertes zu Schäden. Selbst eine Tiefentladung kann diesen Akkus nichts anhaben. Schützen sollte man NC-Akkus allerdings vor Überladung mit Strömen, die größer als 10 % des Kapazitätswertes sind.

Die Lebenserwartung ist selbstverständlich am größten, sofern NC-Akkus schonend behandelt werden. Dies bedeutet, daß im Falle einer vollständigen Entladung der Aufladevorgang mit einem Strom erfolgt, dessen Größe 10 % vom Kapazitätswert beträgt, bei einer Gesamtladedauer von 14 Stunden. Wurden die Akkus nur teilweise entladen, ist der Ladevorgang entsprechend kürzer zu bemessen. Die Entladeströme sollten möglichst nicht den doppelten Wert des Kapazitätswertes überschreiten. Dies bedeutet, daß bei einem Baby-NC-Akku mit einer Kapazität von 1800 mA der maximal fließende Strom einen Wert von 3,6 A nicht überschreiten sollte, was einer halbstündigen Entladung entspricht. Grundsätzlich sind auch größere Ströme entnehmbar, ohne dem Akku Schaden zuzufügen, jedoch verkürzt dies die Lebensdauer.

Vorstehende Behandlungshinweise gelten gleichermaßen für den inzwischen sehr weit verbreiteten 9 V-Blockakku, der die 9 V-Transistorbatterie zunehmend ersetzt. Da der 9 V-Blockakku in seinem Inneren Knopfzellen enthält, die auf falsche Behandlung „sauer“ reagieren, sollten folgende Hinweise sorgfältig beachtet werden, um eine lange Lebensdauer auch dieser Akkus zu gewährleisten.

Im Gegensatz zu zylindrischen (runden) Zellen mit Sinter-Elektroden, vertragen Knopfzellen mit Masse-Elektroden keine Überladungen, auch nicht mit einem Ladestrom der 10 % des Kapazitätswertes entspricht. Der Ladevorgang ist daher mit korrektem Strom zeitlich entsprechend zu begrenzen.

Für die gebräuchlichen, die 9 V-Transistorbatterie ersetzenden 9 V-Blockakkus mit einer Kapazität von 110 mAh, bedeutet dies eine 14stündige Aufladung mit 11 mA. Ist der Akku noch nicht ganz entladen, sollte die Zeitspanne entsprechend kürzer bemessen werden. Eine geringfügige Überladung mit dem angegebenen Strom schadet auch hier nicht, wohl aber eine Dauerladung über mehrere Tage. Ebenfalls ist eine Tiefentladung mit anschließender Lagerung zu vermeiden. Sobald Knopfzellen mit Masse-Elektroden vollständig entladen wurden, sollten diese unmittelbar danach wieder aufgeladen werden, um eine frühzeitige Alterung bzw. einen Defekt zu vermeiden.

Beachtet man vorstehende Hinweise, so sind auch hier Lebenserwartungen in der Größenordnung von 1000 Lade-/Entladezyklen realistisch, ohne daß ein Defekt des Akkus eintritt. Eine falsche Behandlung hingegen kann bereits nach kurzer Zeit das Leben eines aus Knopfzellen bestehenden Akkus frühzeitig beenden.

Leistung von NC-Akkus

Um die tatsächliche Speicherkapazität der handelsüblichen NC-Akkus zu überprüfen, haben wir im ELV-Labor einen umfangreichen Test vorgenommen. Wir haben hierbei die

von ELV vertriebenen Panasonic-NC-Akkus der Bauformen „Baby“ und „Mono“ überprüft. Die Messungen wurden mit dem von ELV entwickelten und im „ELV journal“ Nr. 32 ausführlich vorgestellten „Akku-Kapazitätsmeß- und Ladeautomat AK 7000“ durchgeführt. Dieses neuartige Gerät hat sich seit seiner Vorstellung vor gut einem Jahr bereits in vielfältigem Einsatz, u. a. auch im professionellen Bereich, bewährt.

Unter realistischen Bedingungen wird ein angeschlossener Akku zunächst vollständig entladen, wobei die Akkuspannung auf einer Skala eingestellt wird und das Gerät dadurch die Information erhält, bei welcher zugehörigen Entladeschlussspannung der Entladevorgang beendet werden soll. Anschließend erfolgte eine kurze Ruhepause mit Erhaltungsladung, um danach den angeschlossenen Akku innerhalb von 14 Stunden aufzuladen, und zwar mit einem Strom der 10 % des Kapazitätswertes des Akkus entspricht. Der fließende Strom kann mit zwei Einstellreglern (grob und fein) reguliert und auf einer vierstelligen Anzeige abgelesen werden (mit einer Auflösung von 1 mA).

Im Normalfall wird der Akku nach erfolgter Aufladung für 4 Wochen mit einer Erhaltungsladung beaufschlagt, die lediglich die Selbstentladung ausgleichen soll. Nach insgesamt 28 Tagen nimmt das ELV AK 7000 automatisch einen Entladevorgang vor, und zwar ebenfalls mit einem Strom, der 10 % des Kapazitätswertes entspricht. Am Ende des Entladevorganges erscheint dann auf der Anzeige der tatsächlich dem Akku entnommene Kapazitätswert. Dieser Wert entspricht der Praxis, da dem auf die Akkus aufgedruckten Kapazitätswert eine 10stündige Entladung zugrunde liegt. Kürzere Entladezeiten mit größeren Entladeströmen verringern die entnehmbare Kapazität. Wird eine Entladung mit einem Strom vorgenommen, der die gleiche Größe wie der Kapazitätswert aufweist (bei einem Baby-NC-Akku mit einer Kapazität von 1800 mAh wären dies 1800 mA), sinkt die entnehmbare Kapazität um ca. 10 %.

Nach dem Entladevorgang schließt sich eine kurze Erhaltungsladungsphase an. Danach wird der Akku wieder innerhalb von 14 Stunden voll aufgeladen. Dieser Zyklus wiederholt sich alle 28 Tage. Besonders günstig ist dieser Ablauf für die Überwinterung von Blei-Akkus, obwohl auch NC-Akkus auf diese Weise vorteilhaft „gelagert“ werden können.

Zusätzlich besitzt das ELV AK 7000 eine Taste „Schnelltest“, die die lange Erhaltungsladungsphase entfallen läßt und unmittelbar nach dem Aufladevorgang einen Entladevorgang zur Messung der Akku-Kapazität einleitet.

Durch die exakte quartzgenaue Ablaufsteuerung in Verbindung mit hochwertigen digitalen Meßverfahren, wird eine bis dahin kaum gekannte Genauigkeit bei der Messung von Akku-Kapazitäten erreicht. Als nennenswerter Unsicherheitsfaktor geht lediglich die Einstellung der Akkuspannung ein, aus der das Gerät die Entladeschlussspannung ableitet. Wesentliche Meßwertverfälschungen sind hierdurch jedoch nicht zu erwarten, da der Kurvenverlauf der Entladespannung im „Erschöpfungsbereich“ des NC-Akkus eine verhältnismäßig ausgeprägten Knick aufweist. Sicherheits halber sollte man daher den auf der Skala eingestellten Spannungswert 10 % niedriger wählen, um zuverlässig in den Knickbereich der Entladeschlussspannung zu gelangen. Auf diese Weise hat man zuverlässig die Gesamtkapazität des Akkus erfaßt. Selbst wenn man die Spannung auf den halben Wert einstellen würde, ergäbe sich nur ein geringfügig abweichendes Ergebnis.

Die von uns getesteten Panasonic-NC-Akkus lieferten folgende Ergebnisse:

Sowohl die Baby- als auch die Mono-NC-Akkus lagen in ihren Kapazitätswerten gleich gut.

Der erste Lade-/Entladezyklus brachte Ergebnisse von ca. 110 %, die innerhalb von 3 bis 5 Zyklen bis zu 120 % anstiegen.

Weitere Lade-/Entladezyklen brachten eine Stabilisierung der gemessenen Kapazitätswerte, die alle im Bereich zwischen 110 und 120 % angesiedelt waren.

Da die Akkus unter den Testbedingungen eine optimale Behandlung erfahren, konnte innerhalb der zur Verfügung stehenden Testphase kein Absinken der Nennkapazität festgestellt werden.

Abschließend kann zu den von ELV getesteten Panasonic-NC-Akkus gesagt werden, daß diese ihre Daten mit sehr guter Gleichmäßigkeit um 10 bis 20 % übertreffen. Dies entspricht einer Kapazität bei Baby-NC-Akkus von ca. 2000 mAh und bei Mono-NC-Akkus von 4500 mAh. Mit den angegebenen Daten hat sich die Firma Panasonic offensichtlich auf die sichere Seite gelegt.

ELV-Serie micro-line

4,5stelliges

LED-Präzisions-Thermometer



Originalgröße: 131 x 50 x 68 mm

Eine absolute Genauigkeit von typ. 0,02 K bei einer Auflösung von 0,01 K im Bereich von -50°C bis $+200^{\circ}\text{C}$, dürfte eine Sensation auf dem Sektor der elektronischen Temperaturmeßtechnik darstellen, besonders dann, wenn man den verhältnismäßig günstigen Nachbau berücksichtigt.

Allgemeines

Im „ELV journal“ Nr. 37 stellten wir Ihnen bereits ein 4,5stelliges LED-Präzisions-Thermometer vor. Dieses Gerät stieß sowohl bei Hobby-Elektronikern als auch bei professionellen Anwendern auf großes Interesse. Wir haben daher das Gerät im Bereich des Meßwertaufnehmers als auch der Referenzschaltung noch weiter entwickelt. Die hier vorgestellte Version weist daher hinsichtlich Auflösung und absolute Genauigkeit herausragende Daten auf.

Eines unserer Mustergeräte wurde beim Deutschen Eichamt getestet, wobei sich eine maximale Abweichung von 0,01 K (!) feststellen ließ. Hierzu muß allerdings gesagt werden, daß eine Überprüfung bei dieser hohen Genauigkeit ohnehin nur im Bereich von -5°C bis $+105^{\circ}\text{C}$ möglich ist. Darüber hinaus sind lediglich Abweichungen von 0,02 K bzw. 0,05 K feststellbar. Für den Bereich von -50°C bis -5°C sowie von $+105^{\circ}\text{C}$ bis $+200^{\circ}\text{C}$ können daher keine garantierten Daten angegeben werden. Fundierte mathematische Berechnungen und praktische Versuche haben allerdings ergeben, daß in den genannten Bereichen das Gerät ebenfalls die angegebene typische Genauigkeit von 0,02 K besitzt.

Überprüfbar und nachweisbar aufgrund von Sonderprüfungen beim Deutschen Kalibrierdienst mit Kalibrierprotokoll ist der Bereich von -5°C bis $+105^{\circ}\text{C}$ in dem das Gerät eine garantierte Genauigkeit von 0,05 K (über 6 Monate) und eine typ. Genauigkeit von 0,02 K besitzt. Bei den Geräten der Nullserie überschritt jedoch keines eine Abweichung von 0,02 K (!) (-5°C bis $+105^{\circ}\text{C}$).

Die max. mögliche Meßtemperatur liegt bei 200°C . Aufgrund des geänderten Meßfühlers kann diese Temperatur jetzt auch im Dauerbetrieb gemessen werden, ohne daß sich dadurch eine nennenswerte schnellere Alterung ergibt.

Jedes nach dieser Bauanleitung aufgebaute betriebsfertige Gerät, kann auf Wunsch von ELV kalibriert werden und im Rahmen einer Sonderprüfung beim Deutschen Kalibrierdienst überprüft werden. In einem Kalibrierprotokoll, das anschließend vom Deutschen Kalibrierdienst ausgestellt wird, können die Abweichungen an verschiedenen Punkten abgelesen werden. Hierdurch hat man eine bestätigte Gewähr der hohen Genauigkeit und Präzision seines Gerätes.

Abschließend wollen wir in diesem Zusammenhang noch anmerken, daß sämtliche von ELV ausgelieferten Fertigeräte

dieses Typs grundsätzlich mit einem Werksprüfschein sowie einem Kalibrierprotokoll des Deutschen Kalibrierdienstes geliefert werden.

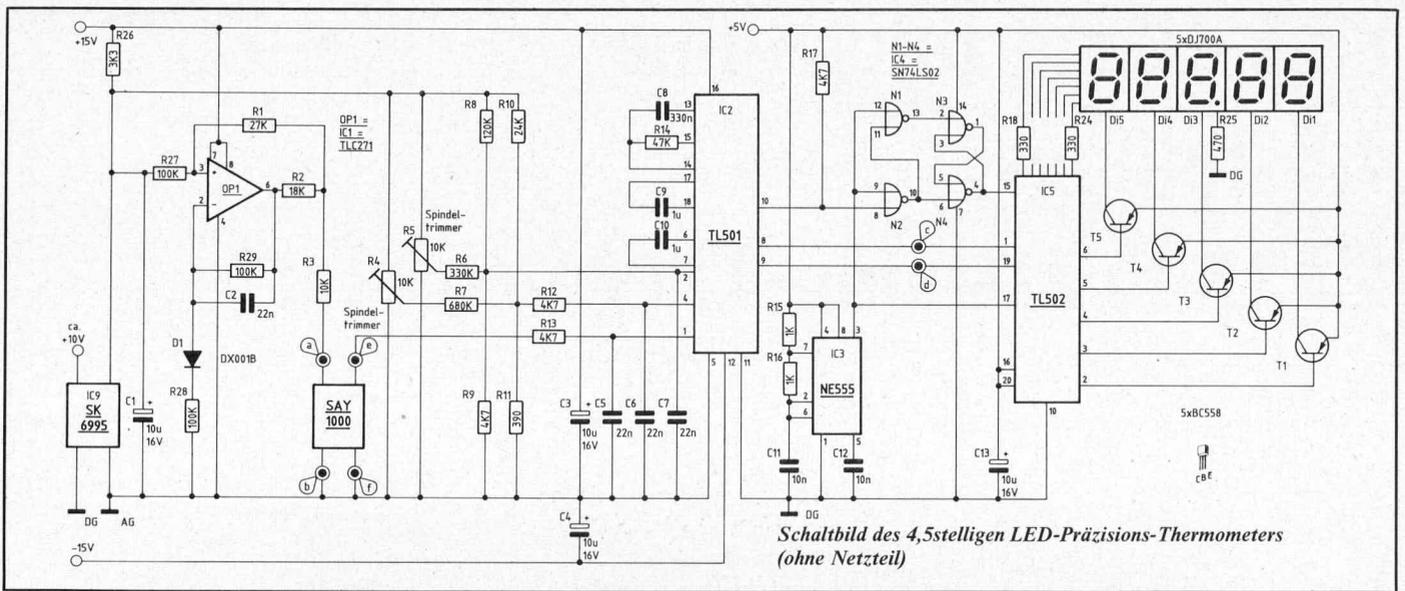
Zur Schaltung

Kernstück der Schaltung ist ein spezieller Temperatursensor mit einer exakt definierten extrem genauen Kennlinie, die einem mathematisch exakt erfaßbaren Kurvenverlauf folgt.

Die Reproduzierbarkeit ist in den geforderten Genauigkeitsgrenzen zuverlässig gewährleistet.

Die komplette Meßwertaufnehmerschaltung besteht aus den Bauteilen R 1 bis R 3, R 27 bis R 29, C 2, D 1 sowie OP 1 in Verbindung mit dem Meßwertaufnehmer des Typs SAY 1000.

OP 1 mit seiner Zusatzbeschaltung stellt eine gesteuerte Präzisionsstromquelle dar, deren Ausgangsstrom in geringem, genau definiertem Maß von der an den Platinenanschlußpunkten „a“ und „b“ anliegenden Spannung abhängig ist. Das sich nicht exakt linear mit der Temperatur ändernde Fühlerelement des Typs SAY 1000, erhält über R 3 einen Speisestrom, der so bemessen ist, daß die an den Meßausgängen „e“ und „f“ abfallende Spannung mit hoher



Präzision der gemessenen Temperatur proportional ist.

Um eine entsprechend hohe Genauigkeit erreichen zu können, wurde es erforderlich, auch die Referenzspannung weiter zu verbessern. Hierfür wurde ein spezielles temperaturgeregeltes Referenzelement mit der Bezeichnung SK 6995 (IC 9) entwickelt, das einen Temperaturkoeffizienten von typ. 0,5 ppm, entsprechend 0,00005 % pro K (!) besitzt. Zuführt wird die Versorgungsspannung über R 26. Am Verbindungspunkt zwischen R 26 und R 27 steht die hochkonstante Referenzspannung von 6,995 V ± 0,1 V an. Zum einen wird hiermit über R 27 die steuerbare Präzisions-Stromquelle versorgt und zum anderen dient diese Referenzspannung zur Speisung der beiden Spannungsteiler, bestehend aus R 4 bis R 11. Mit R 4 wird der Skalenfaktor und mit R 5 der Nullpunkt eingestellt. Die Heizspannungsversorgung einschließlich der zugehörigen Regelelektronik, wird aus der unstabilierten 9 V-Versorgungsspannung gewonnen.

Die am Temperatursensor des Typs SAY 1000 an den Anschlußpunkten „e“ und „f“ abfallende Spannung gelangt über R 13 auf den invertierenden (-) Eingang des A/D-Wandlerbausteins des Typs TL 501 (IC 2). Allerdings stellt dieser Baustein nur die eine Hälfte (Analogteil) eines kompletten A/D-Wandlersystems dar. Die zweite

Hälfte (Digitalanteil) wird vom IC 5 des Typs TL 502 dargestellt. Darüber hinaus sind selbstverständlich noch einige passive Bauelemente (C 8 bis C 13 sowie R 14 bis R 17) erforderlich, damit das System arbeiten kann. IC 3 dient lediglich zur Erzeugung einer konstanten Takt-Frequenz, während IC 4 zur Störunterdrückung im Bereich des Nullpunktes dient. Auf die weitere Beschreibung des Systems wollen wir verzichten, da dies bereits ausführlich in dem 4,5stelligen Digital-Multimeter DMM 7000 (ELV Nr. 26) beschrieben wurde.

Der Mittelabgriff des zur Nullpunkteinstellung dienenden Spindeltrimmers R 5 gelangt über R 6 direkt auf den nicht invertierenden (+) Eingang des IC 2.

Die Einstellung des Skalenfaktors erfolgt mit dem Spindeltrimmer R 4, dessen Mittelabgriff über R 7 und R 12 auf den positiven Referenz-Eingang des IC 2 (Pin 4) gelangt. Der negative Referenzspannungseingang (Pin 5) liegt auf der Schaltungsmasse (Analog-Ground = AG). Die Linearisierung erfolgt u. a. durch die fein abgestimmte Dimensionierung der Widerstände R 1 bis R 3 sowie R 27 bis R 29, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Referenzspannung je nach Temperatur von der Sensorspannung mitgesteuert wird.

Die weitere Schaltungsbeschreibung, der Nachbau, die künstliche Voralterung sowie

die Kalibrierung wurden bereits ausführlich in dem entsprechenden Artikel im „ELV journal“ Nr. 37 beschrieben, so daß wir an dieser Stelle lediglich auf einige abweichende Besonderheiten eingehen wollen.

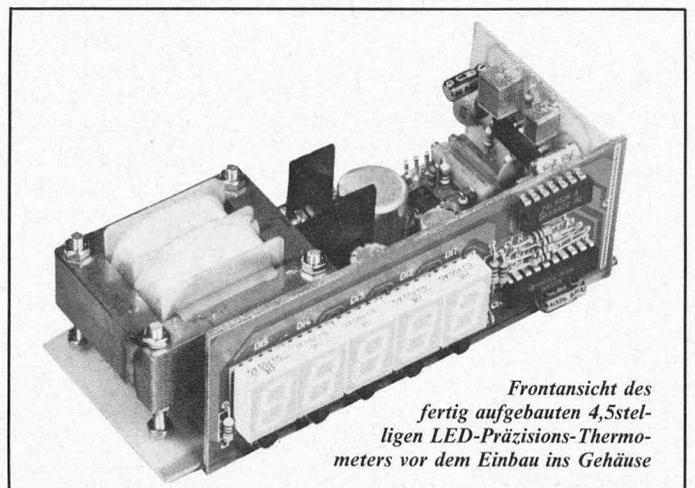
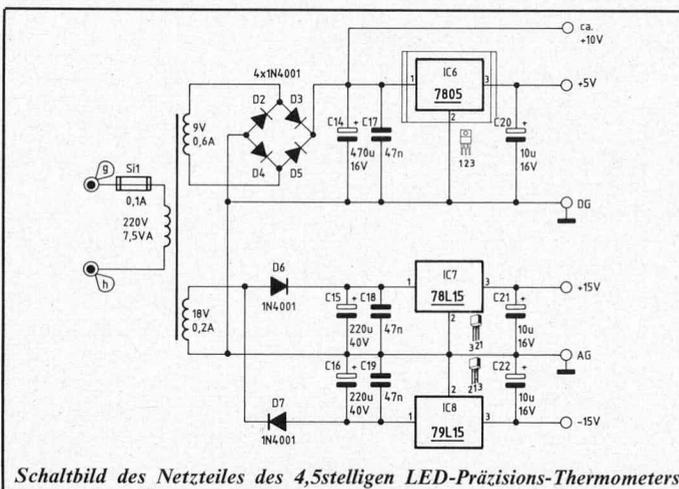
Um eine gute Langzeitstabilität zu erreichen, ist es erforderlich, eine künstliche Voralterung der Bauelemente durchzuführen, wie dies auch im „ELV journal“ Nr. 37 beschrieben wurde. Bei dem Präzisions-Temperatursensor des Typs SAY 1000 ist dies bereits in dem erforderlichen Maße werksseitig durchgeführt.

Der SAY 1000 wird mit einer ca. 1,50 m langen 4adrigen Zuleitung geliefert. Die Anschlüsse an die Leiterplatte sind wie folgt vorzunehmen:

- gelbe Ader: Platinenanschlußpunkt „a“
- braune Ader: Platinenanschlußpunkt „b“
- grüne Ader: Platinenanschlußpunkt „e“
- weiße Ader: Platinenanschlußpunkt „f“

Auf eine Verlängerung der Sensorzuleitung sollte verzichtet werden, da diese genau auf die gegebenen Verhältnisse angepaßt wurde und Veränderungen zu Genauigkeitseinbußen führen können.

Abschließend wollen wir unsere Leser noch auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen hinweisen.



ELV-Serie 7000: Löt/Entlötstation LES 7000



Die Elektronik-Löt/Entlötstation LES 7000 stellt eine Kombination der inzwischen vieltausendfach bewährten Lötstation ELS 7001 sowie der Entlötstation EES 7000 dar. Nachfolgend die herausragenden Daten in Kurzform:

- *präzise elektronische Temperaturregelung sowohl des Löt Kolbens als auch des Entlöt Kolbens*
- *einstellbarer Temperaturbereich des Löt Kolbens von 150°C bis 400°C*
- *einstellbarer Temperaturbereich des Entlöt Kolbens von 150°C bis 350°C*
- *umschaltbare digitale Temperaturanzeige des Löt- und Entlöt Kolbens*
- *eingebaute Hochleistungs-Vakuum-Pumpe*
- *elektronische Einstellung und Regelung der Saugleistung*
- *Aufbau vollkommen ohne Abgleich*

Allgemeines

Professionelle Technik, großer Temperaturbereich, hohe Leistungsreserven sowie digitale Temperaturanzeige, zeichnen diese neue im ELV-Labor entwickelte Elektronik-/Löt/Entlötstation aus.

Besonders hervorzuheben ist die inzwischen mit großem Erfolg erprobte Schaltungstechnik, die einen Abgleich sowohl der Temperatureinstellung als auch der digitalen Temperaturanzeige vollkommen entbehrlich macht. Obwohl die Schaltung von ihren professionellen Leistungen her gesehen den höchsten Anforderungen gerecht wird, so ist sie vom Nachbau aus betrachtet vollkommen ohne Abgleich und ohne besondere Hilfsmittel aufbaubar.

Als Löt Kolben kommt auch hier wieder der inzwischen vieltausendfach bewährte ELV LK 50 zum Einsatz. Eine präzise Temperaturführung über ein hochwertiges Thermofühlerelement in Verbindung mit einem leistungsfähigen Heizkörper bei schlankem und leichtem Aufbau, haben ihn innerhalb

kurzer Zeit zu einem begehrten Lötwerkzeug gemacht.

Für die Entlöeinrichtung wird ein zweiter Elektronik-Löt Kolben LK 50 in Verbindung mit dem ausgereiften ELV-Entlötaufsatz eingesetzt.

Der Schaltungsteil der Entlöeinrichtung kann wahlweise gleich oder zu einem späteren Zeitpunkt aufgebaut werden. Die Platine ist von vornherein für die Gesamtschaltung ausgelegt.

Für die digitale Temperaturanzeige über ein dreistelliges LED-Display ist ebenfalls kein Abgleich erforderlich. Die Umschaltung zur wahlweisen Anzeige der Löt- bzw. Entlöt Kolbentemperatur erfolgt auf der Frontplatte mit einem Kippschalter.

Hinweise zur Handhabung

Nach dem Einschalten der Entlöeinrichtung benötigt der Entlöt Kolben ca. 5 Minuten, um die eingestellte Betriebstemperatur zu erreichen. Durch die verhältnismäßig

große Masse des Entlöaufsatzes ergibt sich eine gewisse Trägheit und damit Verzögerung gegenüber der Digital-Anzeige, die bereits nach 1 bis 2 Minuten den eingestellten Temperaturwert ausweist. Diese systembedingte Verzögerung tritt nur während der Aufheizphase nach dem Einschalten auf und hat keinen Einfluß auf die Genauigkeit der Regelung und der Anzeige während des Dauerbetriebes.

Beim Entlöen wird zunächst die Vakuum-Pumpe eingeschaltet (empfohlener Vakuum-Betrieb: 40 %).

Als nächstes erhitzt man die erste Lötstelle des zu entlöenden Bauteiles. Hierbei wird zunächst noch kein Lötzinn abgesaugt, da die von der Vakuum-Pumpe angesaugte Luft durch die Umschaltdüse im Löt Kolbenaufnahmeflansch gelangen kann.

Ist die freizulegende Lötstelle ausreichend erhitzt, legt man den Finger oben auf die Bohrung des Löt Kolbenaufnahmeflansches (15), um diese zu verschließen. Hierdurch

wird der Saugstrom umgeleitet und das Vakuum steht jetzt direkt an der Entlötspitze zur Verfügung. Das Lötzinn wird abgesaugt und im Vorratsbehälter gelagert. Der Finger kann jetzt wieder von der Bohrung der Umschaltdüse genommen werden.

Treten zwischen den einzelnen Entlötvorgängen nur kleine Pausen auf, kann die Vakuum-Pumpe weiterlaufen, ohne sie zwischendurch auszuschalten. Das Ein- und Ausschalten des eigentlichen Saugstromes wird durch Verschließen und wieder Öffnen der Bohrung der Umschaltdüse des LötKolbenaufnahmeflansches (15) vorgenommen.

Erst wenn größere Abstände zwischen den einzelnen Entlötungen liegen, sollte die Vakuum-Pumpe zwischenzeitlich ausgeschaltet werden, um diese zu schonen und den Geräuschpegel zu senken. Grundsätzlich ist jedoch die ELV-Hochleistungs-Vakuum-Pumpe EVP 150 auch für Dauerbetrieb geeignet, wobei eine Lebensdauer von einigen 1000 Stunden erwartet werden kann (min. — garantiert 1000 h).

Liegen zwischen den einzelnen Entlötvorgängen Zeitabstände in der Größenordnung von 0,5 h und mehr, sollte auch die Heizung der Entlöteinrichtung abgeschaltet werden, um ein unnötiges Verzudern des Entlötaufsatzes und insbesondere der Saugkanäle zu vermeiden.

Die Reinigung des Entlötaufsatzes ist in regelmäßigen Abständen durchzuführen. Näheres hierzu unter dem entsprechenden Kapitel.

Sofern die Entlötspitze durch größeren Lötzinnabfall verstopft sein sollte, ist dies leicht zu beheben, indem eine Büroklammer bzw. ein entsprechend fester, dünner Draht möglichst weit durch die Bohrung in der Entlötspitze hindurchgesteckt wird, um diese zu reinigen.

Der Vorratsbehälter der Entlöteinrichtung bedarf im allgemeinen eine Reinigung erst in größeren Abständen. Anzeigt wird dies durch eine nachlassende Saugleistung, hervorgerufen durch sich im Filter festsetzende Kolophoniumdämpfe, bzw. wenn der Vorratsbehälter zu 20 bis 30 % mit Lot gefüllt ist.

Eine etwas frühzeitige Reinigung kann nicht schaden und trägt zu einem sauberen und reibungslosen Arbeiten bei.

Zur Schaltung

Im Blockschaltbild 1 sind die grundsätzlichen Funktionsblöcke der Elektronik-Löt-/Entlötstation LES 7000 dargestellt.

Im wesentlichen sind dies folgende 6 Schaltungsteile:

1. Elektronik zur Regelung des LötKolbens mit zusätzlichem Steuerausgang für die Digital-Anzeige.
2. Elektronik zur Regelung des EntlötKolbens, ebenfalls mit zusätzlichem Steuerausgang für die Digital-Anzeige.
3. Elektronik zur Regelung des Gleichspannungselektromotors für die Hochleistungs-Vakuum-Pumpe.
4. Dreistellige digitale Temperaturanzeige.

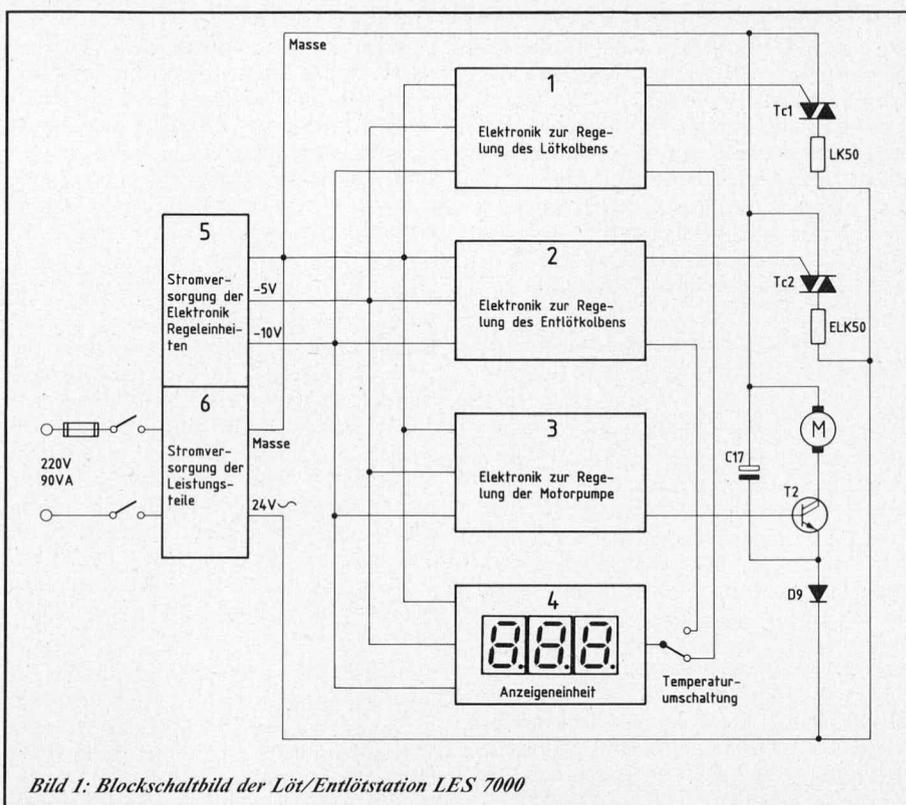


Bild 1: Blockschaltbild der Löt/Entlötstation LES 7000

5. Stromversorgung für die elektronischen Regeleinheiten.
6. Stromversorgung für den Leistungsteil (LötKolben, EntlötKolben sowie Vakuum-Pumpe).

Die Stromversorgung

Den Stromversorgungsteil finden wir in dem separaten Schaltbild 2 wieder.

Der Transformator setzt die Netzwechselspannung von 220 V auf die beiden zum Betrieb der Schaltung erforderlichen Spannungen von 9 V (0,5 A) und 24 V (3,5 A) um, wobei gleichzeitig eine galvanische Trennung vom Netz erfolgt.

Aus der 9 V-Wechselspannung wird über die Gleichrichterdiode D 13 bis D 16 sowie die Kondensatoren C 21 und C 22 eine unstabilisierte Gleichspannung von ca. 10 V gewonnen, die zur Versorgung der Elektronik dient.

Zusätzlich wird mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 9 und den beiden Kondensatoren C 23 und C 24 eine stabilisierte 5 V

Festspannung erzeugt, die gleichzeitig zur Versorgung der Elektronik und als Referenzspannung dient.

Der Leistungsteil der LES 7000 erhält seine Energie aus der 24 V-Wicklung, die einen Strom von 3,5 A liefern kann. Die Versorgung des Löt- als auch des EntlötKolbens erfolgt direkt mit dieser Wechselspannung, während zum Betrieb der Hochleistungs-Vakuum-Pumpe in Verbindung mit dem Regeltransistor T 2 eine Einweggleichrichtung mit Hilfe von D 9 und C 17 vorgenommen wird.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der eigentlichen Elektronik, zur Temperatureinstellung und Regelung

Temperaturregelung des LötKolbens

Vorn in der LötKolbenspitze ist ein Thermoelement integriert, das eine Spannung von ca. 40 μ V pro K abgibt. Der genaue Spannungs-/Temperaturverlauf dieses Thermoelementes, das der Regelelektronik als Eingangsinformation zur Temperaturüber-

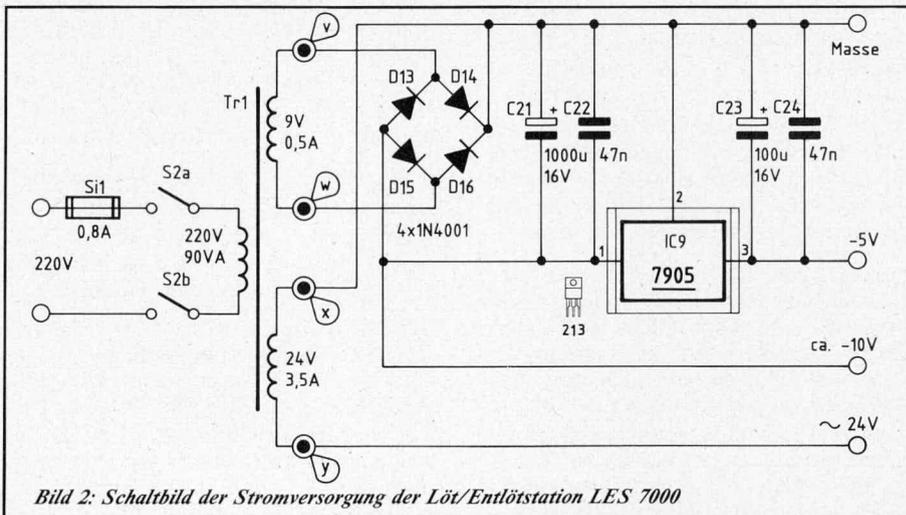


Bild 2: Schaltbild der Stromversorgung der Löt/Entlötstation LES 7000

wachung und Konstanthaltung dient, ist noch von verschiedenen Randbedingungen abhängig, wie z. B. Temperaturabfall zwischen Thermoelement und LötKolbenspitze usw., auf die wir an dieser Stelle jedoch nicht näher eingehen wollen. Nur soviel sei gesagt: die genaue Schaltungsdimensionierung ist anhand von umfangreichen Berechnungen und Untersuchungen im praktischen Betrieb erfolgt, so daß sich eine genaue Temperatureinstellung, Regelung und Anzeige ergibt.

Der Anschluß des Thermoelementes an die Schaltung, erfolgt an den Punkten „a“ und „b“.

Über den Widerstand R 2 gelangt die vom Thermoelement abgegebene und zur Temperatur proportionale Spannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang des OP 1 (Pin 3), der als Spitzenwertgleichrichter mit einer Verstärkung von 35 dB (57fach) geschaltet ist. Für die Gleichrichtung sorgt die Diode D 2 in Verbindung mit dem Kondensator C 4, während die Verstärkung von den Widerständen R 4 und R 5 festgelegt wird. D 1 dient im Falle einer negativen Halbwellen zur Amplitudenbegrenzung des OP 1. Der Kondensator C 1 filtert am Eingang von OP 1 Störspitzen heraus.

Durch die Spitzenwertgleichrichtung erreicht die Schaltung eine hohe Störsicherheit. Brummeinstreuungen und andere Störeinflüsse werden wirksam unterdrückt, falls der LötKolben starken Fremdfeldern ausgesetzt wird (z. B. große Transformatoren usw.).

Die an C 4 anliegende, entsprechend verstärkte Thermoelement-Spannung wird auf den invertierenden (-) Eingang des im IC 2 des Typs U106BS integrierten Operationsverstärkers geführt. Der nicht invertierende (+) Eingang dieses Verstärkers (Pin 4 von IC 2) liegt auf einer mit R 6 zwischen ca. 370 mV und 870 mV einstellbaren Spannung (gemessen über R 11). Dies entspricht einer Spitzentemperatur des LötKolbens von 150°C bis 400°C.

Die beiden Differenzeingänge des IC 2 (Pin 3 und Pin 4) vergleichen die mit R 6 an Pin 4 voreingestellte Spannung mit der vom Thermoelement kommenden und mit OP 1 verstärkten Spannung. Aus Ausgang des IC 2 (Pin 10) erscheinen immer dann Zündimpulse für den Triac Tc 1, wenn die Temperatur des LötKolbens den mit R 6 an Pin 4 des IC 2 eingestellten Wert noch nicht erreicht hat. Hingegen bleiben die Impulse aus, sobald die Temperatur entsprechend hoch ist.

Da die Spannung am Thermoelement direkt proportional der Temperatur des LötKolbens ist, kann mit Hilfe der vorstehend beschriebenen Regelung die Temperatur sehr genau konstant gehalten werden.

Darüber hinaus besitzt die Schaltung eine Überwachung des Eingangskreises mit dem Thermoelement. Sobald hier eine Unterbrechung auftritt, würde im Normalfall die Elektronik keine Eingangsspannung vom Thermoelement mehr zugeführt bekommen. Die Elektronik wertet dies als „Temperatur zu niedrig“ und würde den LötKolben immer weiter aufheizen (bis zur Zerstörung). Durch den in der vorliegenden

Schaltung eingesetzten Widerstand R 1 hingegen, wird ein wirksamer Schutz erreicht. In dem Moment, in dem das Thermoelement durch äußere Einflüsse unterbrochen wird, zieht R 1 die Spannung am Platinenanschlußpunkt „a“ auf „high“, wodurch die Regelelektronik sofort sperrt und die weitere Energiezufuhr zum LötKolben unterbrochen wird.

Mit Hilfe des OP 2 ist ein Komparator aufgebaut, mit dessen Hilfe die Spannung am Temperatureinstellpoti R 6 überwacht wird. Befindet sich das Poti ganz am linken Anschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn), so liegt die über R 8 auf Pin 2 des OP 2 gegebene Spannung unterhalb der ebenfalls sehr kleinen Spannung, die über den Spannungsteiler R 12/R 13 auf Pin 3 des OP 2 gelangt. Dies hat zur Folge, daß der Ausgang (Pin 6) des OP 2 „high“-Potential führt, wodurch der Steuereingang (Pin 12) des IC 2 die Zündstufe sperrt. Der LötKolben erhält keine Leistung zugeführt und kühlt ganz ab.

Sobald das Poti R 6 geringfügig aus der Ruhestellung gedreht wird, steigt die Spannung an Pin 2 des OP 2 über den Wert der Spannung an Pin 3 und der Ausgang des OP 2 (Pin 6) führt „low“-Potential (ca. -9 V), wodurch das IC 2 freigegeben wird und die Elektronik zur Temperaturregelung des LötKolbens arbeiten kann.

Signalisiert wird dies durch Aufleuchten der LED 4, die im Einschaltmoment permanent leuchtet, während des normalen Betriebes jedoch im allgemeinen in unregelmäßigen Abständen flackert, und zwar genau in dem Takt, in dem die Leistung dem LötKolben zugeführt wird.

Der Anschluß der Heizwicklung des LötKolbens erfolgt an den Platinenanschlußpunkten „f“ und „g“.

Temperaturregelung des EntlötKolbens

Bis auf einige wenige Dimensionierungsänderungen im Bereich der Temperaturregelung und Einstellung (R 21 bis R 28), ist die Schaltung vollkommen identisch mit der Regelelektronik des LötKolbens. Die Dimensionierungsänderungen sind auf das unterschiedliche Temperaturverhalten des EntlötKolbens in Verbindung mit dem ELV-Entlöttaufsatz sowie dem veränderten Einstellbereich zurückzuführen.

Die vom EntlötKolben kommende Rückführung des Thermoelementes wird an die Platinenanschlußpunkte „h“ und „i“ angeschlossen, während die Heizwicklung des EntlötKolbens an die Platinenanschlußpunkte „n“ sowie „o“ anzuschließen ist.

Elektronische Regelung der Hochleistungs-Vakuum-Pumpe

OP 6 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung die eigentliche Regelung des Elektro-Motors der Hochleistungs-Vakuum-Pumpe dar.

Mit R 44 wird eine zwischen 0 und 5 V einstellbare Spannung über R 46 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 6) des OP 6 gegeben. Der Ausgang (Pin 7) steuert über R 49 den Treiber-Transistor T 1 an. Dieser wiederum steuert über R 51 den Endstufen-Transistor T 2, der in der Stromzuführung des Pumpenmotors liegt.

Über R 50 wird eine Rückführung der Motorspannung auf den invertierenden (-) Eingang des OP 6 (Pin 6) vorgenommen, so daß der Regelkreislauf geschlossen ist.

Der Ausgang des OP 6 (Pin 7) steuert über T 1 den Endstufentransistor T 2 so an, daß die am Pumpenmotor abfallende Spannung (Platinenanschlußpunkt „u“) so groß ist, daß die Spannung am invertierenden (-) Eingang des OP 6 gleich ist mit der Spannung, die am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 5) anliegt. Die Rückführung erfolgt hierbei, wie bereits erwähnt, über R 50.

Unabhängig vom Belastungszustand des Antriebsmotors wird die mit R 44 einstellbare Versorgungsspannung elektronisch konstant gehalten. Der Einstellbereich liegt zwischen 0 und 11 V (zwischen den Platinenanschlußpunkten „t“ und „u“).

OP 5 ist in Verbindung mit R 40 und R 41 als Komparator geschaltet, der über R 45 die Stellung des Potis R 44 abfragt. Befindet sich R 44 ganz am linken Anschlag, ist der Ausgang des OP 5 (Pin 1) auf „high“-Potential und D 12 ist verloschen. Sobald R 44 geringfügig aus der Ruhelage bewegt wird und der Pumpenmotor dadurch Spannung erhält, übersteigt das Potential an Pin 2 des OP 5 das Potential an Pin 3 und der Ausgang des OP 5 (Pin 1) wechselt auf ca. -10 V. D 12 leuchtet auf. Dies ist ein Zeichen für die Inbetriebnahme der Hochleistungs-Vakuum-Pumpe.

Die Temperaturanzeige

Als zentrales Bauelement, das alle wesentlichen Funktionseinheiten enthält, wird hierzu der bereits häufig von uns eingesetzte A/D-Wandlerbaustein Typ ICL 7107 herangezogen.

Die vom Thermofühler im LötKolben abgegebene und mit den OP's 1 bzw. 3 verstärkte Spannung, die der Temperatur direkt proportional ist, gelangt über R 17 bzw. R 34 sowie über den Umschalter S 1 und den Vorwiderstand R 35 auf den positiven Eingang des IC 7 (Pin 31) des Typs ICL 7107.

Der Minus-Eingang (Pin 30) befindet sich auf der -5 V-Bezugsspannung.

Durch einen mehr oder weniger umfangreichen Funktionsablauf werden die einzelnen Segmente der LED-Anzeige so angesteuert, daß der auf der dreistelligen digitalen Anzeige erscheinende Wert der Eingangsspannung (zwischen Pin 30 und 31) proportional ist. Diese wiederum ist ein direktes Maß für die Temperatur des LötKolbens bzw. EntlötKolbens.

In unserem Fall ist der Umsetzfaktor so festgelegt, daß sich in Kombination mit der Thermospannung ca. 40 μ V pro K eine direkte Anzeige in °C ergibt. Dies bedeutet, daß die zwischen den Anschlußbeinchen 35 und 36 anliegende Referenzspannung einen Wert von 2,27 V aufweisen muß. Die Widerstände R 36 und R 37 nehmen die entsprechende Spannungsteilung vor. Auf eine Kalibrierung kann daher verzichtet werden.

Durch geeignete schaltungstechnische Maßnahmen konnte erreicht werden, daß trotz

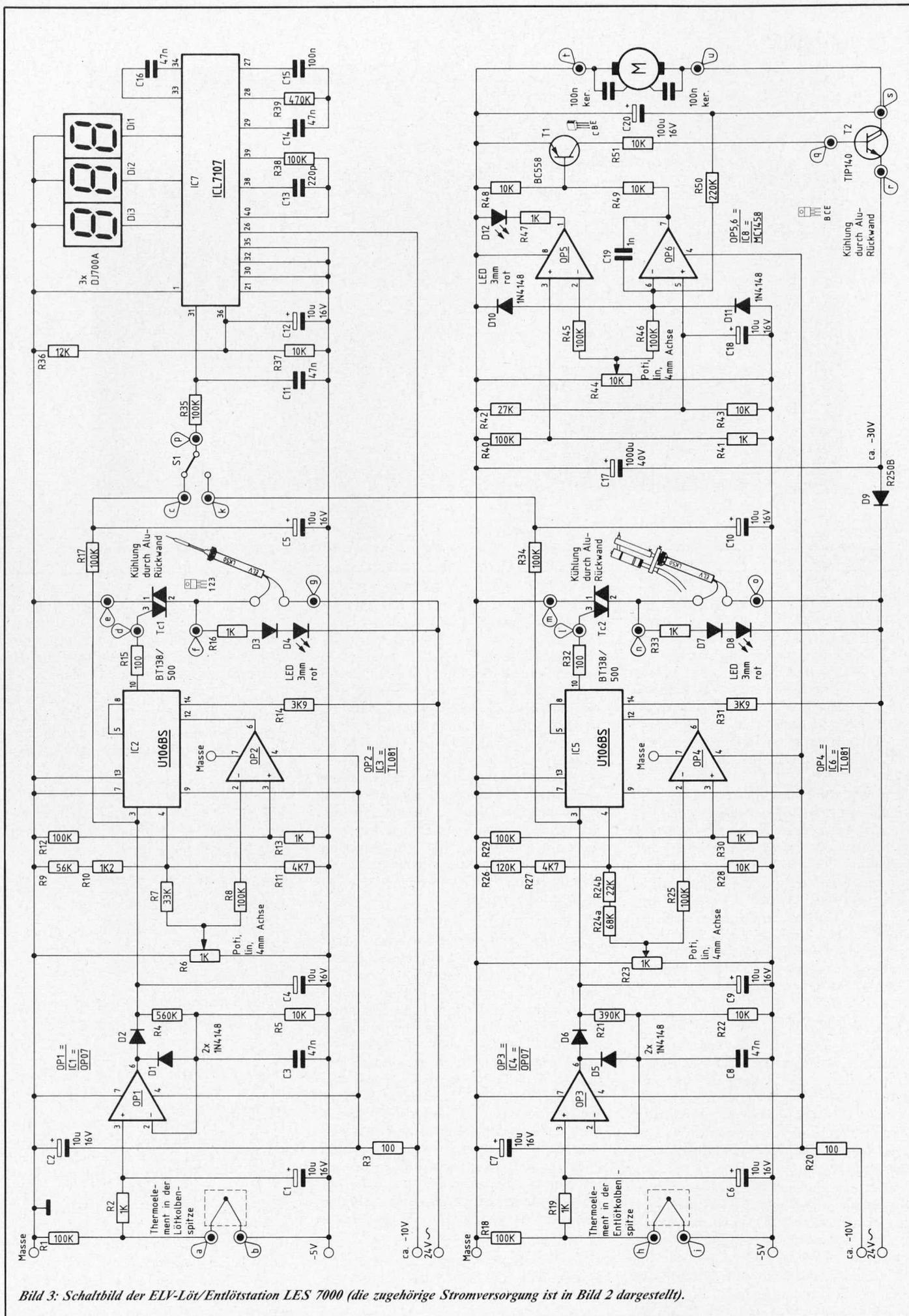
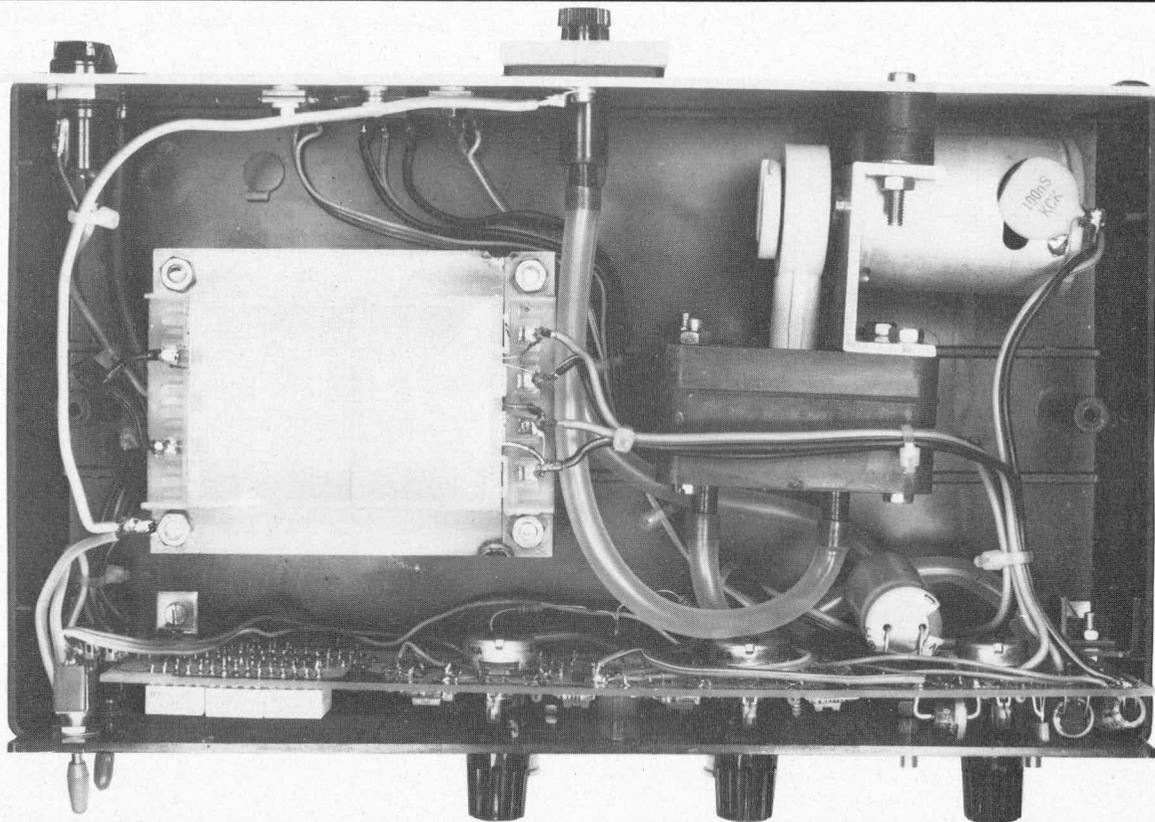


Bild 3: Schaltbild der ELV-Löt/Entlötstation LES 7000 (die zugehörige Stromversorgung ist in Bild 2 dargestellt).



Innenansicht der fertig aufgebauten ELV-Löt/Entlötstation LES 7000 bei abgenommener Gehäuseoberseite. Die detaillierte mechanische Aufbauzeichnung ist in Bild 4 dargestellt

der allen Bauteilen anhaftende Fehler sich im statistischen Mittel so auswirkt, daß sowohl die Regelelektronik als auch die digitale Anzeige eine Abweichung von nur wenigen °C aufweist. Dies ist in bezug auf die Elektronik-Löt/Entlötstation eine Präzision, wie sie durch einen manuellen Abgleich nur sehr schwer zu realisieren ist, zumal auch dann mit Bauteilealterungen und -schwankungen gerechnet werden muß.

Zu beachten ist allerdings in diesem Zusammenhang, daß es sehr wesentlich ist, nur ausgesuchte Bauelemente erster Wahl einzusetzen. Besonderes Augenmerk ist hierbei auf den Festspannungsregler IC 1 zu legen. Seine Ausgangsspannung sollte möglichst im Bereich von 4,9 bis 5,1 V liegen, um die gewünschte Genauigkeit zu erreichen. Keinesfalls darf die Spannung kleiner als 4,8 V oder größer als 5,2 V sein. Diese Werte werden von den führenden Halbleiterherstellern im allgemeinen zuverlässig erreicht.

Zum Nachbau

Die gesamte Elektronik wird auf einer einzigen Leiterplatte untergebracht. Lediglich der Netztransformator, die Vakuum-Pumpe, die beiden Triacs sowie der Endstufenleistungstransistor für die Ansteuerung der Vakuum-Pumpe werden über flexible isolierte Zuleitungen an die Platine angeschlossen.

Die Bestückung wird in gewohnter Weise vorgenommen. Anhand des Bestückungsplanes sind zunächst die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platine zu setzen und zu verlöten.

Die beiden Kondensatoren C 17 und C 21 sowie der Festspannungsregler IC 9 nebst U-Kühlkörper finden auf der Platinen-

rückseite (Leiterbahnseite) Platz. Bei der Befestigung des U-Kühlkörpers wird zunächst von der Bestückungsseite der Platine eine Schraube M 3 x 20 mm durch die Leiterplatte gesteckt und mit einer Mutter festgeschraubt. Eine zweite Mutter wird ebenfalls bis zum Anschlag aufgeschraubt, um den nötigen Abstand des U-Kühlkörpers zur Leiterbahnseite der Platine zu erhalten. Anschließend wird der U-Kühlkörper über die Schraube gesetzt. Nachdem auch der Festspannungsregler IC 9 mit vorher abgewinkelten Anschlußbeinen aufgesetzt wurde, kann die Konstruktion mit einer weiteren Mutter M 3 festgeschraubt werden. Die Anschlußbeinchen des Festspannungsreglers IC 9 werden auf der Leiterbahnseite angelötet.

Der Leistungstransistor T 2 sowie die beiden Triacs Tc 1 und Tc 2 werden zwecks ausreichender Kühlung an die Aluminium-Rückplatte über Glimmerscheiben und Isoliernippel angeschraubt und dann mit der Basisplatine über flexible isolierte Leitungen verbunden. Die entsprechenden Platinenanschlußpunkte sind im Schaltplan genau bezeichnet (Tc 1 wird an die Platinenanschlußpunkte „e, d, f“ angeschlossen). Zu beachten ist hierbei, daß die Anschlußpunkte „e“, „m“, „t“ sowie „x“ identisch sind und unbedingt räumlich am gleichen Punkt anzuschließen sind, wie dies auch im Bestückungsplan angegeben ist (sieht man von vorne direkt auf die Bestückungsseite der Leiterplatte, befinden sich diese Anschlußpunkte in der oberen rechten Ecke der Platine).

Die Hochleistungs-Vakuum-Membranpumpe EVP 150 wird entsprechend der Aufbauanleitung aus dem „ELV journal“ Nr. 37 zusammengesetzt. Auf den An-

schluß der beiden 100 nF-Entstörkondensatoren von jedem der beiden Versorgungsspannungsanschlüsse zum Motorgehäuse ist zu achten, damit Störeinflüsse des Motors zuverlässig vermieden werden.

Der Anschluß des Löt- bzw. Entlötkolbens an die Schaltung erfolgt jeweils über eine 4-polige Diodenbuchse, in die der entsprechende Stecker des betreffenden Kolbens paßt.

Auf der Rückseite der Diodenbuchsen sind die Zahlen von 1 bis 4 aufgeprägt, die wie folgt mit der Platine zu verbinden sind:

LötKolbenanschluß:

Diodenbuchse Pin 1: Platine „f“

Diodenbuchse Pin 2: Platine „b“

Diodenbuchse Pin 3: Platine „a“

Diodenbuchse Pin 4: Platine „g“

EntlötKolben:

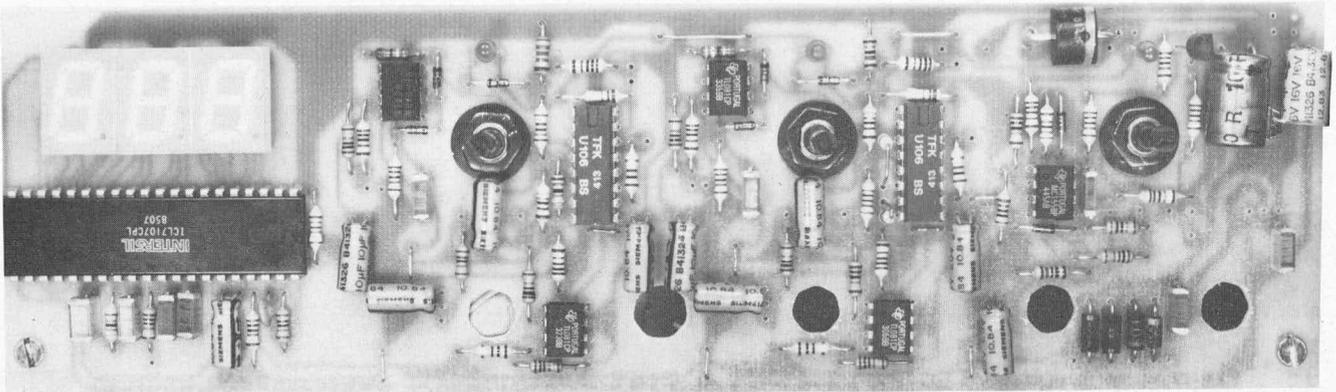
Diodenbuchse Pin 1: Platine „n“

Diodenbuchse Pin 2: Platine „i“

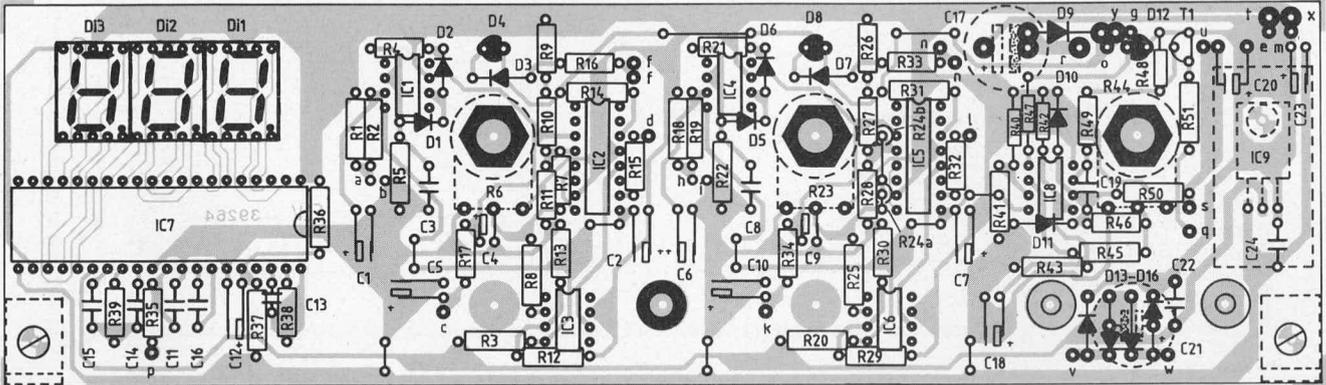
Diodenbuchse Pin 3: Platine „h“

Diodenbuchse Pin 4: Platine „o“

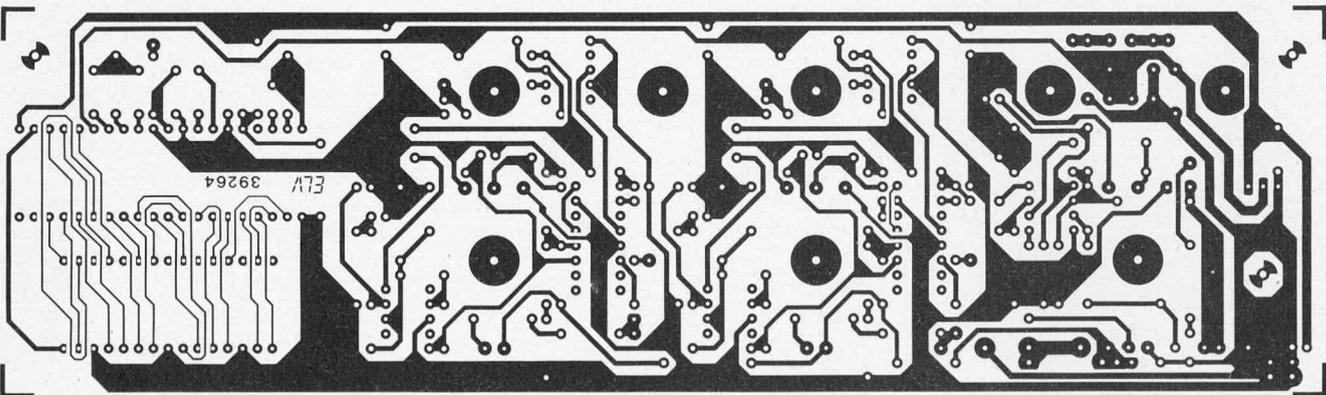
An die Abschirmung kann über einen 100 k Ω -Widerstand die Potentialausgleichsbuchse angeschlossen werden. Beim Anschluß des Löt- bzw. EntlötKolbens an die entsprechenden Diodenstecker ist dann allerdings darauf zu achten, daß die gelb/grüne Leitung, die mit der Lötspitze verbunden ist, auch an die Steckerabschirmung zu legen ist. Hierdurch wird eine Verbindung zwischen der Löt/Entlötstation und der Schaltung, an der gelötet wird, ermöglicht. Statische Aufladungen, die besonders for MOS-Schaltkreise schädlich



Ansicht der fertig aufgebauten Platine der Löt/Entlötstation LES 7000



Bestückungsseite der Platine der Löt/Entlötstation LES 7000 (Originalgröße: 65 mm x 222 mm)



Leiterbahnseite der Platine der Löt/Entlötstation LES 7000 (Originalgröße: 65 mm x 222 mm)

Stückliste: Löt/Entlötstation LES 7000

Lötstation einschl. Netzteil und Digital-Temperaturanzeige, jedoch ohne Entlötzusatz

Halbleiter

| | |
|-----------|----------------|
| IC 1 | OP 07 |
| IC 2 | U 106 BS |
| IC 3 | TL 081 |
| IC 7 | ICL 7107 |
| IC 9 | µA 7905 |
| Tc 1 | BT 138/500 |
| D 1-D 3 | 1N4148 |
| D 4 | LED, rot, 3 mm |
| D 13-D 16 | 1N4001 |
| Di 1-Di 3 | DJ 700 A |

Kondensatoren

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| C 1, C 2, C 4, C 5, C 12 | 10 µF/16 V |
| C 3, C 11, C 14, C 16, C 22, C 24 | 47 nF |
| C 13 | 220 pF |
| C 15 | 100 nF |
| C 21 | 1000 µF/16 V |
| C 23 | 100 µF/16 V |

Widerstände

| | |
|-----------------|-----------------------------|
| R 1, R 8, R 12 | 100 kΩ |
| R 2, R 13, R 16 | 1 kΩ |
| R 3, R 15 | 100 Ω |
| R 4 | 560 kΩ |
| R 5 | 10 kΩ |
| R 6 | 1 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse |
| R 7 | 33 kΩ |
| R 9 | 56 kΩ |
| R 10 | 1,2 kΩ |

| | |
|------------------|--------|
| R 11 | 4,7 kΩ |
| R 14 | 3,9 kΩ |
| R 17, R 35, R 38 | 100 kΩ |
| R 36 | 12 kΩ |
| R 37 | 10 kΩ |
| R 39 | 470 kΩ |

Sonstiges

| | |
|------------|--|
| S 2 | Schalter 2 x um |
| Trafo Tr 1 | prim: 220 V/90 VA sek.: 24 V/3,5 A 9 V 0,5 A |

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 Einbausicherungshalter | 1 Sicherung 0,8 A |
| 24 Lötstifte | 1 LötKolben LK 50 |
| 1 Kühlkörper SK 13 | 70 cm Silberdraht |
| 70 cm 6adrigre Flachbandleitung | 140 cm flexible Leitung 0,4 mm Ø |
| 1 Glimmerscheibe | 1 Isoliernippel |
| 2 Lötflanschen 6,2 mm | 2 Lötflanschen 4,2 mm |
| 2 Alu-Winkel | 5 Schrauben M 3 x 8 mm |
| 8 Muttern M 3 | 1 Schraube M 3 x 15 mm |
| 4 Schrauben M 4 x 55 mm | 12 Muttern M 4 |

Entlötzusatz

Halbleiter

| | |
|------------|----------------|
| IC 4 | OP 07 |
| OP 5 | U 106 BS |
| IC 6 | TL 081 |
| IC 8 | MC 1458 |
| T 1 | BC 558 |
| T 2 | TIP 140 |
| Tc 2 | BT 138/500 |
| D 8, D 12 | LED, rot, 3 mm |
| D 5-D 7 | 1N4148 |
| D 9 | R 250 B |
| D 10, D 11 | 1N4148 |

Kondensatoren

| | |
|---------------------------|--------------|
| C 6, C 7, C 9, C 10, C 18 | 10 µF/16 V |
| C 8 | 47 nF |
| C 17 | 1000 µF/40 V |
| C 19 | 1 nF |
| C 20 | 100 µF/40 V |

Widerstände

| | |
|------------------------------|-----------------------------|
| R 20, R 32 | 100 Ω |
| R 22 | 10 kΩ |
| R 23 | 1 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse |
| R 31 | 3,9 kΩ |
| R 18, R 25 | 100 kΩ |
| R 19, R 30, R 33, R 41, R 47 | 1 kΩ |

| | |
|------------------|------------------------------|
| R 21 | 390 kΩ |
| R 24a | 68 kΩ |
| R 24b | 22 kΩ |
| R 26 | 120 kΩ |
| R 27 | 4,7 kΩ |
| R 28, R 43, R 51 | 10 kΩ |
| R 29, R 34, R 40 | 100 kΩ |
| R 42 | 27 kΩ |
| R 44 | 10 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse |
| R 45, R 46 | 100 kΩ |
| R 48, R 49 | 10 kΩ |
| R 50 | 220 kΩ |

Sonstiges

| | |
|--------|--------------------------------------|
| S 1 | Schalter 1 x um |
| 1 | Vakuumpumpenbausatz 150 BK |
| 1 | Entlötkolben ELK 50 |
| 2 | Glimmerscheiben |
| 2 | Isoliernippel |
| 1 | Lötflansche 6,2 mm |
| 2 | Schrauben M 3 x 8 mm |
| 2 | Muttern M 3 |
| 2 | Schrauben M 4 x 15 mm |
| 1 | Filterplatte |
| 1 | Filterplattenabdeckung aus Acrylglas |
| 140 cm | Klarsichtschlauch |
| 2 | Kunststoffrändelmuttern M 4 |

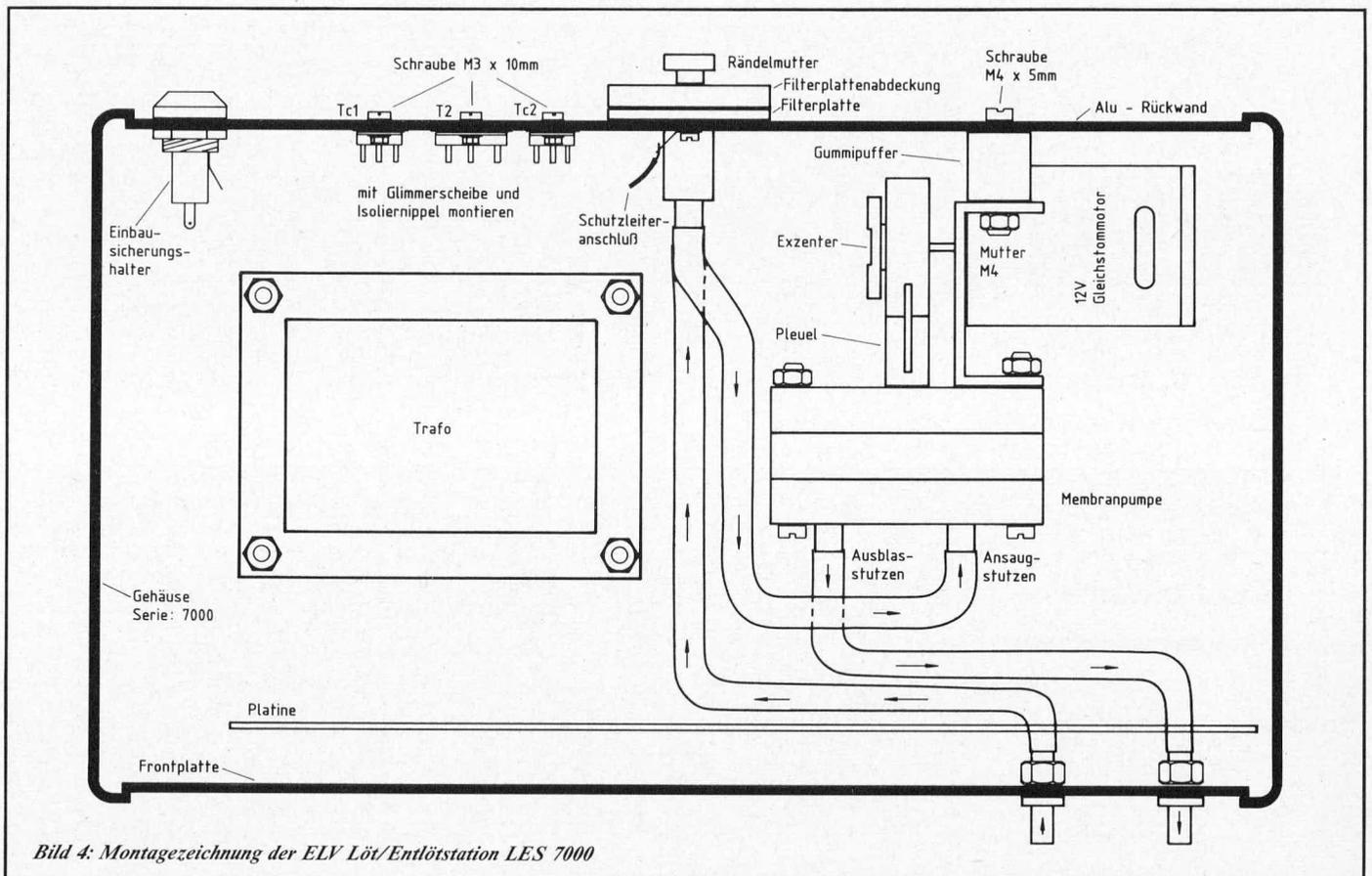


Bild 4: Montagezeichnung der ELV Löt/Entlötstation LES 7000

sein können, werden auf diese Weise abgebaut.

Der Transformator wird mit 4 Schrauben M 4 x 55 mm direkt mit der Gehäuseunterseite verschraubt. Anschließend sind die entsprechenden Verbindungspunkte zwischen Transformator und Leiterplatte sowie Transformator und Netzschalter herzustellen.

Das dreiadrige Netzkabel wird mit einer Ader direkt an den Netzschalter und mit der anderen Ader zunächst über einen Einbausicherungshalter geführt, um dann erst an den Netzschalter zu gelangen.

Der Schutzleiter des Netzkabels ist mit sämtlichen von außen berührbaren Metallteilen zu verbinden (Alu-Rückwand, Schrauben, Muttern, Buchsen usw.).

Die Vakuum-Pumpe wird ebenfalls an die Aluminium-Rückwand angeschraubt, und zwar so, daß sie federnd gelagert ist. Hierzu dienen zwei Gummipuffer, die zwischen Alu-Rückwand und Motorbefestigungswinkel gesetzt werden. Dies ist sehr wesentlich, damit Vibrationen von Motor und Pleuel nur in möglichst geringem Maße auf das Gehäuse übertragen werden.

Falls erforderlich, kann auch unter die Gehäusefüße etwas Moosgummi gelegt werden, damit sich ein ruhiger Lauf der Vakuum-Pumpe ergibt.

Da keinerlei Einstellarbeiten an der Elektronik-Löt/Entlötstation LES 7000 vorgenommen zu werden brauchen, ist damit der Nachbau bereits beendet und das Gerät kann nach der im folgenden beschriebenen Montage des Entlötkolbens und nochmaliger sorgfältiger Kontrolle seiner Bestimmung übergeben werden.

Montageanleitung für den Entlötzusatz

Der Elektronik-Entlötkolben besteht aus dem bereits bekannten Elektronik-Lötkolben LK 50, der auch in den ELV-Lötstationen ELS 7001 sowie micro-line Anwendung findet. Hierzu kommt ein Aufsatz, der speziell für hochwertige Entlötechnik entwickelt wurde. Dieser zusätzliche Aufsatz besteht aus folgenden Einzelteilen:

1. Basisträgerrohr aus Aluminium.
2. Madenschraube M 3 x 3 mm zum Festsetzen des Basisträgerrohrs am Heizkörperaufnahme teil des Lötkolbens LK 50.
3. Madenschraube M 3 x 3 mm zum Festsetzen des Verbindungsstückes mit Entlöspitzen-Aufnahme (4) am Basisträgerrohr (1).
4. Verbindungsstück mit Entlöspitze und Aufnahme.
5. Entlöspitze wahlweise mit den Innenrohrstärken 0,8 mm/0,1 mm/1,2 mm (universal) 1,5 mm.
6. Vorratsbehältereinlaufkörper.
7. Stahlschraube M 2 x 25 mm.
8. Silikon-O-Ring.
9. Vorratsbehältermittelteil.
10. Vorratsbehälterglaskörper.
11. Vorratsbehälterendstück.
12. Silikon-O-Ring.
13. 10 mm Silikonschlauch, 4 mm Innendurchmesser, 6 mm Außendurchmesser, ca. 55 shore.
14. Übergangsstück mit Umschaltdüse.
15. Lötkolbenaufnahmeflansch mit Bohrung für Umschaltdüse.
16. Madenschraube M 3 x 3 mm zum Festsetzen des Lötkolbenaufnahmeflansches am Elektronik-Lötkolben LK 50.

17. Ca. 1,2 m Silikonschlauch, 4 mm Innendurchmesser, 6 mm Außendurchmesser, ca. 55 shore.

Zunächst wird das Verbindungsstück mit Entlöspitzen-Aufnahme (4) in das Basisträgerrohr (1) soweit hineingeschoben, daß die Entlöspitze (5) bis zum Anschlag eingeschraubt werden kann und noch nicht das Basisträgerrohr (1) berührt (ca. 1 mm Abstand). Mit der Feststellschraube M 3 x 3 mm (3) wird jetzt das Verbindungsstück mit Entlöspitzen-Aufnahme (4) festgesetzt. Die Schraube ist gut anzuziehen, jedoch nicht so fest, daß sie das Verbindungsstück mit Entlöspitzenaufnahme (4) eindrückt, da dieses Teil in der Mitte eine genau berechnete Bohrung für den späteren Lötzintransport enthält.

Als nächstes wird der Vorratsbehältereinlaufkörper (6) vorsichtig auf das Verbindungsstück mit Entlöspitzen-Aufnahme (4) eingeschraubt, wobei zu beachten ist, daß beide Teile (4 und 6) nicht senkrecht, sondern schräg zueinander stehen. Da diese Teile aus Aluminium bestehen, ist vor einer Beschädigung des Gewindes aufzupassen.

Die Stahlschraube M 2 x 25 mm (7) wird durch die Mittelbohrung des Vorratsbehältereinlaufkörpers (6) gesteckt und mit dem Vorratsbehältermittelteil (9) fest verschraubt.

Der Silikon O-Ring (8) wird auf den Vorratsbehältereinlaufkörper (6) gelegt und der Vorratsbehälterglaskörper (10) darübergeführt.

Ein weiterer Silikon O-Ring (12) wird auf das Vorratsbehälterendstück (11) gelegt. Nun kann das Vorratsbehälterendstück (11) auf das Vorratsbehältermittelteil (9)

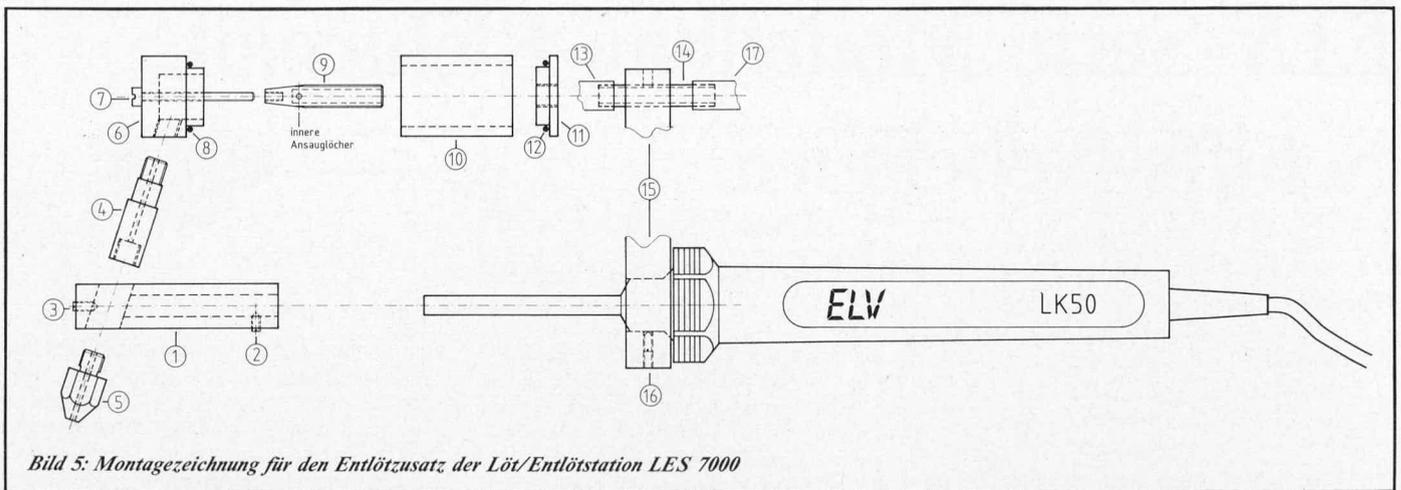


Bild 5: Montagezeichnung für den Entlötzsatz der Löt/Entlötstation LES 7000

geschraubt werden, wodurch gleichzeitig der Vorratsbehälterglaskörper (6) und das Vorratsbehälterendstück (11) gehalten werden.

Die Madenschraube M 3 x 3 mm (3) ist etwas zu lockern und die Einheit, bestehend aus den Positionen 4 bis 12, ist so zu verdrehen, daß sie ungefähr parallel zum Basisträgerrohr (1) verläuft. Danach ist die Madenschraube M 3 x 3 mm (3) wieder festzuziehen.

Der LötKolbenaufnahmeflansch mit Bohrung für die Umschaltdüse (15) wird mit einer Schraube M 3 x 3 mm (16) an dem ELV LötKolben LK 50 befestigt. Das Übergangsstück mit Umschaltdüse (14) ist so in den LötKolbenaufnahmeflansch (15) einzuschieben, daß die in der Mitte des Übergangsstückes (14) eingebrachte Bohrung mit der nach oben weisenden Öffnung im LötKolbenaufnahmeflansch (15) übereinstimmt.

Ein ca. 10 mm langes Stückchen Silikon-schlauch (13) wird über den zum Heizkörper des LötKolbens hinweisenden Ansaugstutzen des Übergangsstückes mit Umschaltdüse (14) geschoben.

Die soweit fertig montierte Entlötzkolben-einheit, bestehend aus den Positionen 1 bis 12, wird jetzt über den Heizkörper des Elektronik-LötKolbens LK 50 geschoben, wobei das Basisträgerrohr bis zum Anschlag auf die Heizkörperaufnahme des LK 50 zu schieben ist. Die Spitze des LK 50 muß also direkt an das Verbindungsstück mit Entlötzspitzen-Aufnahme (14) anstoßen.

Das 10 mm lange Stückchen Silikon-schlauch (13) verbindet jetzt das Übergangsstück mit Umschaltdüse (14) mit dem Vorratsbehältermittelteil (9). Zwar besitzt das Vorratsbehältermittelteil (9) zur Befestigung des Silikon-schlauches (13) lediglich einen Gewindehals, der jedoch keineswegs der eigentlichen Funktion abträglich ist, sondern im Gegenteil den Silikon-schlauch gut aufsitzen läßt. Mit einer Madenschraube M 3 x 3 mm (2) wird das Basisträgerrohr am Heizkörperaufnahmeelement des LK 50 festgeschraubt. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Madenschraube M 3 x 3 mm (2) nicht zu fest angezogen wird, damit der im Inneren liegende Heizkörper nicht beschädigt wird.

Abschließend wird ein Silikon-schlauch mit

einer Länge von ca. 1,2 m auf den zum LötKolbengriff hinzeigenden Stutzen des Übergangsstückes mit Umschaltdüse (14) geschoben. Die Länge dieses Silikon-schlauches sollte mit der Länge des Netzkabels einschließlich LötKolbengriff ungefähr übereinstimmen.

Möchte man eine möglichst gute Parallelführung zwischen Silikon-schlauch und LötKolbenanschlußkabel erreichen, können beide mit Hilfe von kleinen Gummiringen, Kabelbindern oder 5 mm langen Schrumpfschlauchabschnitten zusammengehalten werden.

Damit der durch den Entlötvorgang mit angesaugte Kolophoniumdampf nicht in die Vakuum-Pumpe gelangen kann und hier die Ventile verklebt, befindet sich an der Gehäuserückwand eine Filterplatte mit zwei Kammern zur Aufnahme von entsprechenden Filtern. Zum Auswechseln werden einfach die beiden Rändel-Muttern gelöst, die Filterhalter-Abdeckplatte entfernt und die Filter ausgetauscht, ohne daß hierbei das Gehäuse zu öffnen ist. Als Filter sollten möglichst die von ELV angebotenen Spezialfilter eingesetzt werden, die eine Imprägnierung enthalten, damit optimale Filtereigenschaften und eine lange Lebensdauer gewährleistet sind.

Wird die Entlötzstation nur selten benötigt, sollte ein Austausch mindestens 2mal jährlich erfolgen. Ansonsten sind die Filter alle 10 Betriebsstunden zu wechseln. Diese Zeit ist besonders lang, da lediglich die Betriebszeit der Pumpe, die im allgemeinen nur kurz läuft, in Ansatz zu bringen ist.

Als zusätzliche Filtermaßnahme empfiehlt es sich, innerhalb des Vorratsbehälters vor den inneren Ansauglöchern im Bereich des Vorratsmittelteils (9) ein Stückchen Watte zu legen, das bei Bedarf regelmäßig auszu-tauschen ist.

Reinigung

Auf eine rechtzeitige, regelmäßige Entleerung des Vorratsbehälters einschließlich des Austausches der Filter, ist großer Wert zu legen, um die Funktion des Gerätes nicht dauerhaft zu beeinträchtigen.

Durch den verhältnismäßig großen Wärmebedarf des ELV-Entlötaufsatzes wurde bei der Konstruktion und Fertigung besonderer Wert auf kleinstmögliche Toleranzen bei den einzelnen Passungen gelegt.

So wurde u. a. ein fester Sitz des Aluminium-Basisträgerrohres (1) auf der Heizkörperaufnahme des LK 50 angestrebt. Die hohe thermische Belastung gerade dieses, der guten Wärmeführung dienenden Teiles, kann verursachen, daß sich eine feste nicht mehr zu lösende Verbindung mit der Heizkörperaufnahme des LK 50 ergibt. Bei einer Reinigung ist daher dieser Teil der Konstruktion nicht zu demontieren, um Beschädigungen zu vermeiden.

Bitte halten Sie sich bei der Reinigung, die grundsätzlich nur in abgekühltem Zustand vorgenommen werden sollte, genau an die nachfolgenden Hinweise.

Als erstes wird der ca. 10 mm lange, hochflexible Silikon-Verbindungsschlauch (13) entfernt. Hierbei wird er zuerst ganz an den LötKolbenaufnahmeflansch (15) gedrückt, um anschließend durch den Spalt, der zwischen dem Vorratsbehältermittelteil (9) und dem Übergangsstück mit Umschaltdüse (14) entsteht, hindurchgezogen zu werden. Evtl. kann auch die gesamte Einheit, bestehend aus den Positionen 6 bis 12, etwas zur Seite gedreht werden, um so ein einfacheres Entfernen des Silikon-Schlauches (13) zu ermöglichen.

Anschließend wird der Vorratsbehälterglaskörper (10) mit der einen Hand festgehalten, um mit der anderen Hand bzw. einer entsprechenden Zange, das Vorratsbehälterendstück (11) vom Vorratsbehältermittelteil (9) abzdrehen.

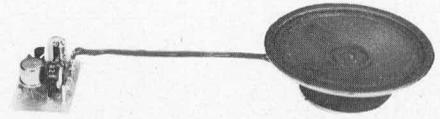
Jetzt kann der Vorratsbehälter problemlos entleert werden.

Vor dem Zusammenbau in umgekehrter Reihenfolge, ist neue Filterwatte vor die inneren Ansauglöcher des Vorratsbehältermittelteils (9) zu legen.

Damit die Demontage und anschließende Montage reibungslos ausgeführt werden kann, ist die Schraubverbindung zwischen Vorratsbehältermittelteil (9) und Vorratsbehälterendstück (11) bei jeder Reinigung ebenfalls zu säubern und etwas einzufetten.

Es sollte sichergestellt werden, daß die Verbindung zwischen Stahlschraube (7) und Vorratsbehältermittelteil (9) sehr fest durchgeführt wurde, damit sich nicht die Konstruktion an dieser Stelle löst und den Zusammenbau dadurch bei der Reinigung behindert.

ELV-Serie Modellbau-Elektronik: Schiffs-Nebelhorn



Durch diese kleine Schaltung wird ein Schiffs-Nebelhorn auf einfache Weise imitiert.

Allgemeines

Das Hobby des Modellbaues wird um so attraktiver, je wirklichkeitsgetreuer die Modelle ihren großen Vorbildern nachempfunden werden. Hierzu trägt u. a. auch eine naturgetreue Geräuschkulisse bei.

Die in diesem Artikel vorgestellte, mit nur 11 Bauelementen leicht aufzubauende Schaltung, ist für den Schiffs-Modellbauer geeignet. In erstaunlich naturgetreuer Wiedergabe wird der Ton eines Schiffs-Nebelhornes reproduziert.

Zur Schaltung

Die beiden Transistoren T 1 und T 2 stellen in Verbindung mit den beiden R/C-Glie-

dern R 6/C 1 sowie R 1, R 2/C 2, einen Oszillator dar. Der Vorwiderstand R 3 dient der Arbeitspunkteinstellung des ersten Schalttransistors T 1, während R 4 zur Basisstrombegrenzung des zweiten für höhere Ströme ausgelegten Transistors dient.

Durch die etwas ungewöhnliche Beschaltung ergibt sich eine Ausgangskurvenform, die über R 5 den Lautsprecher ansteuert.

Der Sound ist einem Schiffs-Nebelhorn ähnlich.

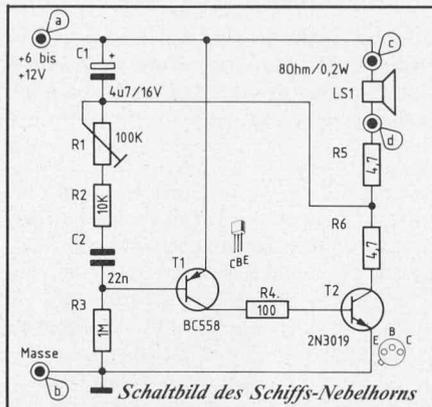
Die Schaltung arbeitet in einem Versorgungsspannungsbereich zwischen 6 V und 12 V, bei einer Stromaufnahme von ca. 0,1 bis 0,3 A.

Zum Nachbau

Die kleine Leiterplatte wird anhand des Bestückungsplanes in gewohnter Weise mit den 10 darauf vorgesehenen Bauelementen bestückt. Auf besondere Vorsichtsmaßnahmen ist nicht zu achten, da es sich ausschließlich um „unkritische“ Bauelemente handelt. Das elfte Bauelement, der Lautsprecher, wird über 2 flexible isolierte Leitungen an die Platinenanschlußpunkte „c“ und „d“ gelötet.

Die Versorgungsspannung wird über einen evtl. fernbedienbaren Schalter an die Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ angeschlossen.

Zur Einstellung der Klangfarbe dient der Trimmer R 1.



Stückliste Nebelhorn

Halbleiter

T 1 BC 558
T 2 2N3019

Kondensatoren

C 1 4,7 µF/16 V
C 2 22 nF

Widerstände

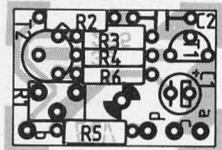
R 1 100 kΩ, Trimmer, stehend
R 2 10 kΩ
R 3 1 MΩ
R 4 100 Ω
R 5, R 6 4,7 Ω

Sonstiges

LS 1 Lautsprecher 8 Ω/0,25 W
4 Lötstifte
20 cm flexible Leitung 0,4 mm

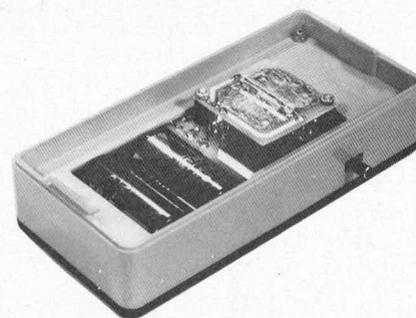
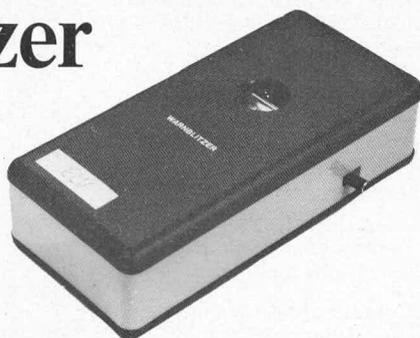


Ansicht der fertig aufgebauten Platine



Bestückungsseite der Platine des Schiffs-Nebelhorns

Warnblitzer



Aufgebaut mit einer Stroboskoplampe arbeitet dieser kleine Warnblitzer mit hoher Effektivität. Die Schaltung zeichnet sich durch verhältnismäßig hohe Lichtintensität bei niedriger Stromaufnahme aus.

Allgemeines

Für Anwendungen, in denen ein hoher optischer Aufmerksamkeitsgrad bei möglichst geringem Stromverbrauch gefordert ist, eignen sich Stroboskoplampen besonders gut. Diese Art Blitzlampen zeichnen sich durch eine große Lichtausbeute im Verhältnis zur benötigten Energie aus. Die Effektivität liegt daher ganz erheblich über derjenigen von Leuchtstofflampen oder gar Glühlampen, wobei der Heizanteil der

letztgenannten Lampen deutlich größer als die Lichtausbeute ist.

Stroboskoplampen geben einen sehr kurzen Lichtblitz mit außerordentlich hoher Intensität ab. Sie eignen sich daher besonders zum Aufbau von optischen Warnanlagen (Signalleuchten usw.). Durch die Art der Ansteuerung kann man die Blitzfolgefrequenz (Blinkfrequenz) in weiten Grenzen einstellen. Um jedoch eine möglichst

stromsparende Version aufbauen zu können, haben wir uns für eine Blinkfrequenz von 0,5 Hz, entsprechend 1 Blitz pro 2 Sekunden, entschlossen.

Der Nachteil von Stroboskoplampen liegt darin, daß sie eine Arbeitsspannung von ca. 400 V (abhängig vom verwendeten Lampentyp) benötigen und darüber hinaus eine Zündspannung, die nochmals um ein Vielfaches höher liegt.

Stellt sich jetzt der Schaltungsentwickler bei der Konzeption seiner Schaltung umgeschickt an, kann er den Vorteil der großen Lichtausbeute einer Stroboskoplampe mehr als zunichte machen, indem er jetzt die Verluste in der Wandlerschaltung produziert. Wir haben uns daher besonders viel Mühe gegeben, um den Wirkungsgrad der gesamten Anordnung so günstig wie irgendmöglich zu gestalten. Die hohe Qualität dieser ELV-Schaltung erkennen Sie daran, daß trotz starker Lichtblitze die gesamte Schaltung kaum überschüssige Wärme abgibt (ein sicheres Zeichen für geringe Verluste und damit hohe Effektivität).

Gepeist wird die Schaltung mit zwei in Reihe geschalteten NC-Akkus, die je nach Kapazität einen Dauerbetrieb von 20 Stunden (Babyzellen) und mehr erreichen lassen.

Da die Schaltung auch ohne weiteres mit 3 V bei sogar gesteigerter Blitzintensität betrieben werden kann, ist auch der Einsatz von primären (nicht wieder aufladbaren Batterien) möglich. Mit zwei Alkali-Mangan-Babyzellen reicht die Dauerbetriebszeit bereits bis über 50 Stunden, während der Einsatz von Monozellen ca. 100 Stunden Dauerbetrieb ermöglicht.

Um das Gerät später kompakt aufbauen zu können, wurde das Platinenlayout so ausgelegt, daß es zusammen mit zwei Babyzellen in ein kompaktes Gehäuse eingebaut werden kann.

Mit einem dreistelligen Schiebeschalter sind folgende Betriebsarten möglich:

Mittelstellung: Aus

Stellung 1: Dauerbetrieb

Stellung 2: Automatik

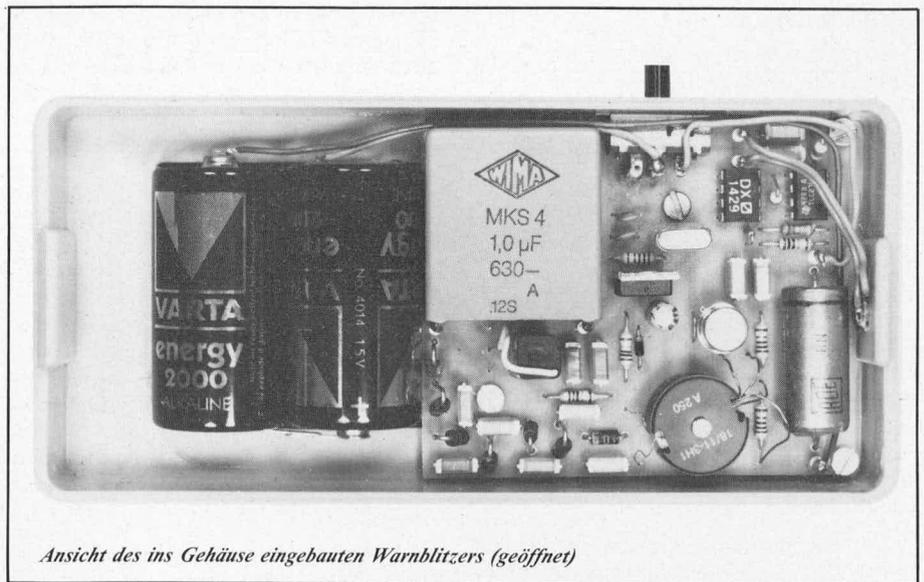
In letztgenannter Stellung nimmt die Schaltung im Ruhezustand, d. h. bei ausreichender Umgebungshelligkeit einen sehr geringen Reststrom auf, der praktisch vernachlässigbar ist. Erst bei anbrechender Dunkelheit, die von einem eingebauten Lichtsensor registriert wird, aktiviert sich die Schaltung automatisch und gibt alle 2 Sekunden fortlaufend entsprechende Lichtblitze ab. Bei wiederkehrender Helligkeit deaktiviert sich die Schaltung automatisch, d. h. die Lichtblitze bleiben aus.

Zur Schaltung

T 1 mit Zusatzbeschaltung stellt in Verbindung mit dem Ferrit-Transformator einen speziellen Sperrschwinger dar, der eine Eingangsspannung von 2,4 V (2 NC-Akkus) in eine Ausgangsspannung von ca. 100 V umsetzt. Der Arbeitsbereich erstreckt sich sogar von 1,2 V bis 3,5 V, bei entsprechend geänderter Ausgangsspannung.

An die Hochspannungswicklung des Ferrit-Trafos schließt sich eine Spannungsvervielfacherschaltung an, die aus den Dioden D 1 bis D 7 sowie den Kondensatoren C 4 bis C 9 besteht. Durch diese Schaltungskombination wird der große Blitzkondensator C 17 mit einer Kapazität von 1,0 μ F bei einer Spannungsfestigkeit von 630 V = auf 400 V bis 500 V, je nach Eingangsspannung, aufgeladen.

In diesem Zusammenhang wollen wir unse-



Ansicht des ins Gehäuse eingebauten Warnblitzers (geöffnet)

re Leser nachdrücklich darauf hinweisen, daß in der hier vorliegenden Schaltung lebensgefährliche Spannungen auftreten können, die bis in die Größe von 1000 V reichen (wenn keine regelmäßige Entladung des Blitzkondensators erfolgt). Die Schaltung sollte daher ausschließlich von den Profis unter unseren Lesern nachgebaut werden, die hinreichend Erfahrung im Umgang mit hohen Spannungen besitzen und mit den einschlägigen Sicherheitsbestimmungen vertraut sind.

Auf die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist zu achten.

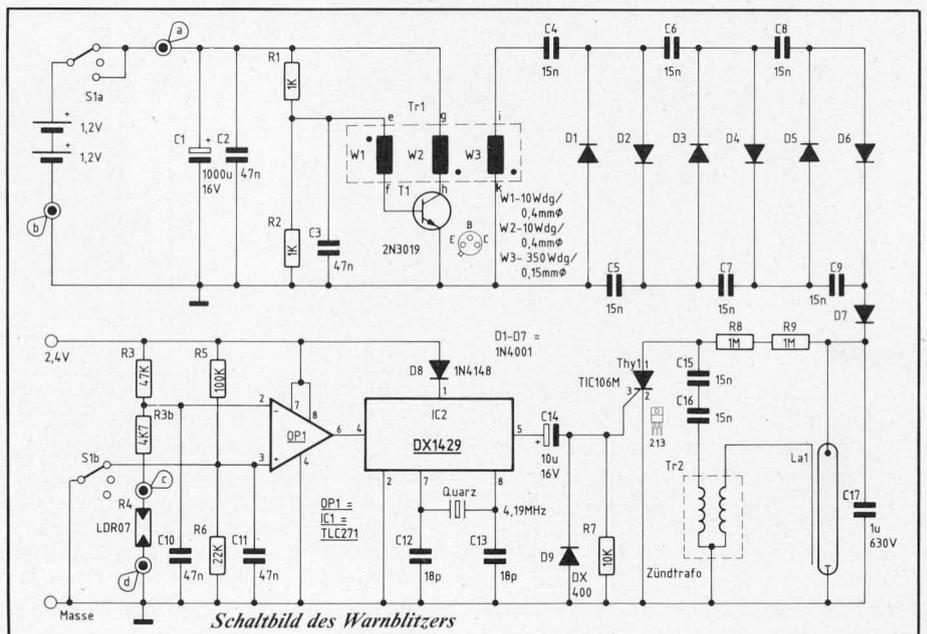
Über die Widerstände R 8 und R 9 werden die Kondensatoren C 15 und C 16 aufgeladen.

Das für die hier vorliegenden niedrigen Spannungen geeignete Oszillator/Teiler-IC des Typs DX 1429, gibt in Verbindung mit dem Quarz an seinem Ausgang alle 2 Sekunden einen Impuls ab, der über C 14 auf das Gate des Thyristors Thy 1 gelangt und diesen dadurch triggert.

Alle 2 Sekunden werden somit die Kondensatoren C 15 und C 16 über den Zündtransformator Tr 2 entladen, der dadurch auf

seiner Sekundärseite einen sehr hohen Spannungsimpuls abgibt. Dieser hohe Impuls zündet die Stroboskoplampe. Die Folge ist ein Lichtblitz hoher Intensität. Die eigentliche Energie zieht die Stroboskoplampe dabei aus dem Blitzkondensator C 17, der dabei entladen wird.

Sofort nach dem Lichtblitz wird C 17 wieder, wie bereits beschrieben, innerhalb von 2 Sekunden aufgeladen, um bei dem folgenden Lichtblitz wieder entladen zu werden usw. Die Ansteuerungsautomatik zum Helligkeitsabhängigen selbsttätigen Ein- bzw. Ausschalten des Gerätes besteht aus dem Lichtsensor des Typs LDR 07 sowie dem OP 1 des Typs TLC 271 mit Zusatzbeschaltung, der sich ebenfalls für die hier vorliegende geringe Betriebsspannung eignet. Dies haben ausführliche, im ELV-Labor vorgenommene Tests bestätigt, obwohl der Hersteller lediglich den Betrieb bis hinunter zu 4,0 V garantiert. Unter der Bezeichnung TLC 251 wird vom gleichen Hersteller (Texas Instruments) ein ähnlicher OP angeboten, dessen minimale Betriebsspannung zuverlässig bei 1 V liegt (max. 16 V), dessen Preis allerdings um ein Vielfaches höher ist als beim TLC 271.



Schaltbild des Warnblitzers

Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes wird der Aufbau in gewohnter Weise vorgenommen, wobei zunächst die passiven und dann die aktiven Bauelemente auf die Platine zu setzen und zu verlöten sind. Die Wicklungen für den Ferrit-Transformator können auf einfache Weise leicht selbst auf dem Spulenkörper aufgebracht werden. Zuerst werden hierzu zwei Kupferlackdrähte mit einem Durchmesser von 0,4 mm gleichzeitig mit je 10 Windungen parallel auf dem Spulenkörper aufgebracht. Anschließend folgt eine sorgfältige Isolierschicht mit dünnem Isolierband (z. B. Tesafilm). Hierauf folgt die Hochspannungswicklung mit ca. 350 Windungen, bei einem Durchmesser des verwendeten Kupferlackdrahtes von 0,15 mm.

Anschließend wird der Spulenkörper in die beiden Ferrithalbschalenkerne gesetzt und über eine Schraube M 2 x 20 mm sowie eine Mutter M 2 mit der Leiterplatte verbunden.

Die beiden Primärwicklungen (2 x 10 Windungen) werden an die entsprechenden Platinenanschlußpunkte „e, f, g, h“ angelötet, während die Sekundärwicklung (350 Windungen) mit den Platinenanschlußpunkten „i“ und „k“ verlötet wird.

Sollte die Sperrschwingerschaltung nicht einwandfrei arbeiten (nicht anschwingen), ist evtl. die Wicklungspolarität einer Primärwicklung zu vertauschen, d. h. der Wicklungsanschluß, der am Platinenanschlußpunkt „e“ angelötet wird, ist mit dem Wicklungsanschluß der mit dem Platinenanschlußpunkt „f“ verbunden ist, zu vertauschen. Da die Schaltung bei falscher Wicklungspolarität einen verhältnismäßig großen Strom zieht, ist der erste Einschaltvorgang auf wenige Sekunden zu besetzen, um sicherzustellen, ob der Oszillator schwingt und ggf. die Anschlüsse einer der beiden Primärwicklungen miteinander zu vertauschen.

Das einwandfreie Arbeiten des Sperrschwingers kann man auch ohne jegliche Meßgeräte erkennen, da dieser ein hörbares, in der Frequenz schwankendes leises Pfeifgeräusch abgibt.

Die Gesamtstromaufnahme der Schaltung liegt, je nach Eingangsspannung, zwischen 50 mA und 150 mA. Während des Aufladevorganges des Blitzelkos schwankt die Stromaufnahme bis zu 50 %.

Die Stroboskoplampenplatine wird über zwei 10 mm lange Abstandsrollchen sowie zwei Schrauben M 3 x 16 mm mit Muttern an entsprechender Stelle mit der Basisplatine verbunden. Die Bestückungsseite der Lampenplatine (allerdings ohne Bauteile) weist hierbei zur Leiterbahnseite der Basisplatine. Die Stroboskoplampe selbst wird auf der Leiterbahnseite der Platine ohne zusätzlichen Abstand angelötet. Die große Fläche unterhalb der Stroboskoplampe wird ausreichend verzinkt. Dies dient dem Zündvorgang und der guten Reflektion der Lichtblitze.

Die gesamte Schaltung wird in ein voll isoliertes Kunststoffgehäuse eingebaut, das absolut berührungssicher sein muß.

Soll die Schaltung auch im Freien eingesetzt werden, empfiehlt es sich, darauf zu achten, daß keine Feuchtigkeit ins Gehäuseinnere eindringen kann. Abschließend wollen wir noch darauf hinweisen, daß Stroboskoplampen, die für häufige Blitzfolge geeignet sind, zwar in der äußeren Form große Ähnlichkeit mit Blitzlampen aufweisen, wie sie auch in den handelsüblichen Blitzgeräten eingebaut werden, von ihrer Betriebsart und Lebensdauer her gesehen jedoch deutlich davon zu unterscheiden sind. Die vielfach auch als Restposten preiswert angebotenen, teilweise aus Blitzgeräten stammenden Blitzlampen haben im allgemeinen eine Lebensdauer von wenigen 1000 Blitzen und sind damit für stroboskopische Anwendungen vollkommen ungeeignet.

Stroboskoplampen hingegen haben eine ganz erheblich größere Lebensdauer. Sie sind daher für den Dauerbetrieb bei häufiger Blitzfolge geeignet.

Stückliste Warnblitzer Halbleiter

| | | |
|-------|-------|-----------|
| IC1 | ..... | TLC 271 |
| IC2 | ..... | DX 1429 |
| T1 | ..... | 2N3019 |
| Thy1 | ..... | TIC 106 M |
| D1-D7 | ..... | 1N4001 |
| D8 | ..... | 1N4148 |
| D9 | ..... | DX 400 |

Kondensatoren

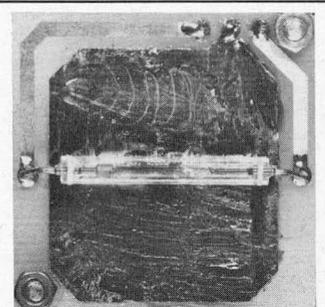
| | | |
|------------------|-------|--------------|
| C1 | ..... | 1000 µF/16 V |
| C2, C3, C10, C11 | ..... | 47 nF |
| C4-C9, C15, C16 | ..... | 15 nF |
| C12, C13 | ..... | 18 pF |
| C14 | ..... | 10 µF/16 V |
| C17 | ..... | 1 µF/630 V |

Widerstände

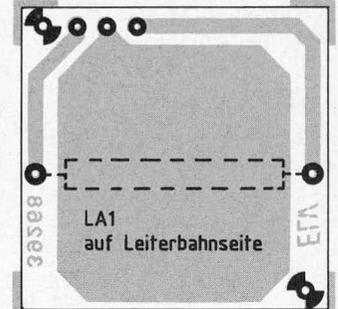
| | | |
|--------|-------|--------|
| R1, R2 | ..... | 1 kΩ |
| R3 | ..... | 47 kΩ |
| R3b | ..... | 4,7 kΩ |
| R5 | ..... | 100 kΩ |
| R6 | ..... | 22 kΩ |
| R7 | ..... | 10 kΩ |
| R8, R9 | ..... | 1 MΩ |

Sonstiges

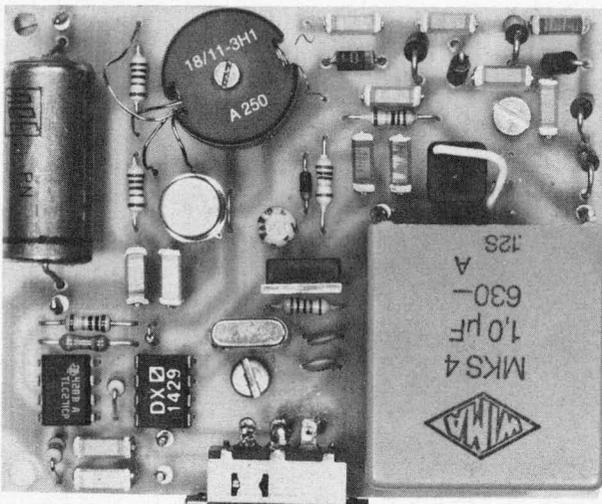
- 1 LDR 07
- 1 Quarz 4,19 MHz
- S1 Schiebeschalter, 2 x um mit Mittelstellung
- Tr1 Schalenkern P 18/11/AL 250/ mit Spulenkörper
- Tr2 Zündtrafo
- La1 Stroboskoplampe
- 13 m/0,15 mm Ø, Kupferdraht
- 1 m/0,4 mm Ø, Kupferdraht
- 2 Schrauben M 3 x 16 mm
- 2 Schrauben M 3 x 10 mm
- 4 Muttern M 3
- 2 Abstandsrollchen 10 mm
- 25 cm Zadrige flexible Leitung
- 8 Lötstifte



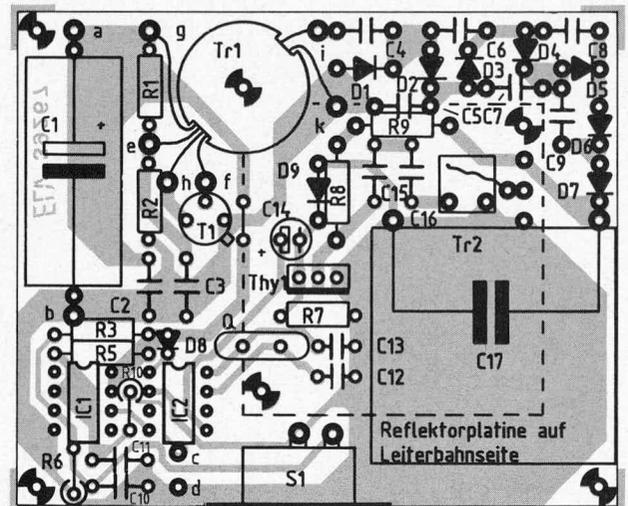
Ansicht der bestückten Leiterbahnseite



Bestückungsseite der Lampenplatine. Das einzige Bauteil (die Stroboskoplampe) wird auf der Leiterbahnseite angeordnet



Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatine des Warnblitzers



Bestückungsseite der Basisplatine des Warnblitzers