

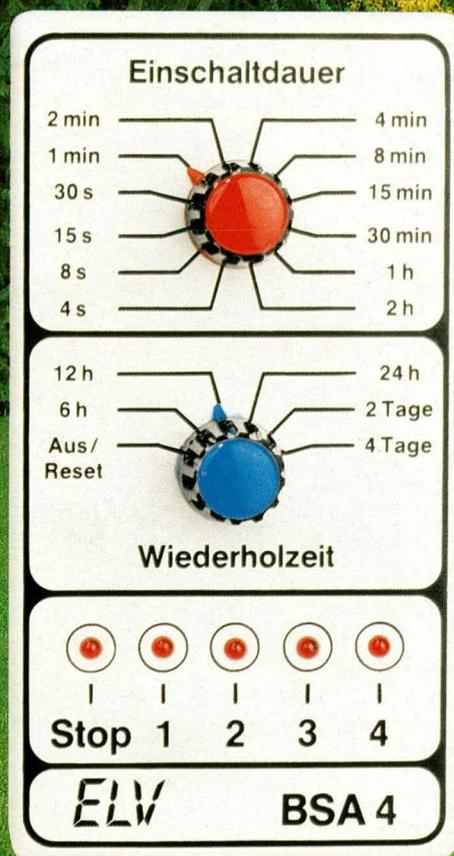
ELV *journal*

Nr. 45

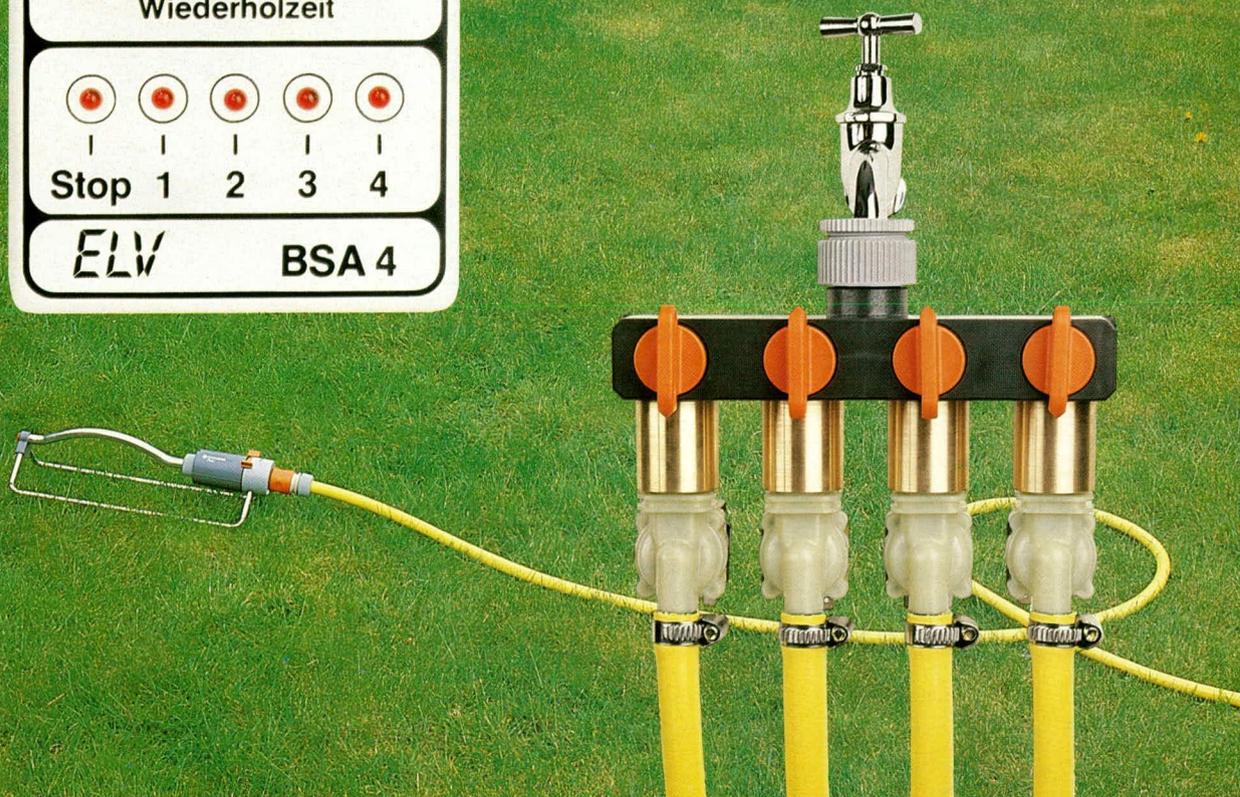
Mit
Platinnenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,50



Automatische Beregnungs- Steuerung



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

Mit
Platinnenfolien

In dieser Ausgabe

**Automatische
Beregnungssteuerung**
**Ultraschall-Bewegungs-
melder / Alarmgeber**
ELV Serie micro-line:
Funkuhrensyst. DCF 86

**ELV-Serie
Kfz-Elektronik:**
**Digitaler Kfz-
Stromzähler**
**Digitaler Kfz-
Drehzahlmesser**
**„Intelligente“ Kfz-
Innenbeleuchtung**

**Einschaltoptimierung
für Großverbraucher**
**Ultraklirrarmer 1 kHz-
Pegeltongenerator**
ELV-Grundlagen:
**Gehör-Mikrofon-Kopf-
hörer, Teil 5**

In dem hier vorliegenden fünften Teil der Artikelserie „Gehör-Mikrofon-Kopfhörer“ werden die gebräuchlichsten Mikrofone ausführlich beschrieben.

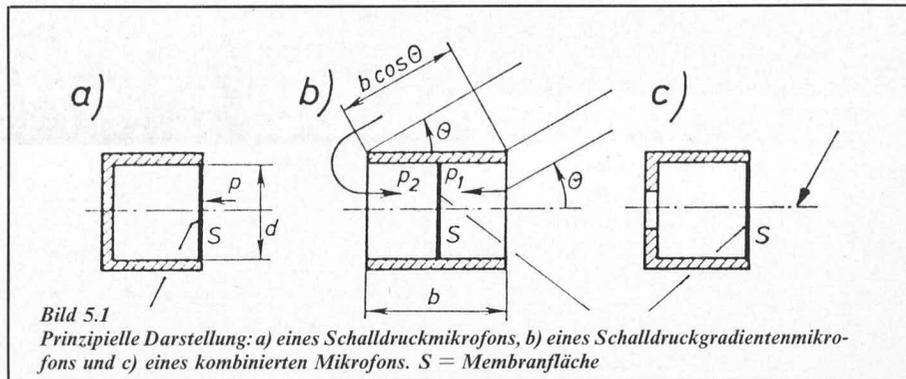
von Dr. Ivar Veit
SENNHEISER electronic KG,
3002 Wedemark

5. Mikrofone

Mikrofone sind Schallempfänger. Sie wandeln die von ihnen aufgenommene Schallenergie in elektrische Energie um (s. a. Teil 4 dieser Reihe). Man bezeichnet sie daher auch als elektroakustische Wandler. Mikrofone bilden stets den Anfang einer jeden elektroakustischen Übertragungsstrecke (s. Bild 1.1). Übertragungsmängel, die entweder auf eine unzureichende Qualität oder auch auf einen unsachgemäßen Einsatz der jeweils verwendeten Mikrofone zurückzuführen sind, können im nachfolgenden elektronischen Teil der Übertragungskette bestenfalls korrigiert aber nur selten behoben werden. Wer mit der Aufnahme von Schall und somit auch mit Mikrofonen zu tun hat, sollte daher die wichtigsten Eigenschaften und Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Mikrofonarten kennen. — Im folgenden fünften Teil dieser Aufsatzreihe wird über die am meisten verwendeten, bzw. am weitesten verbreiteten Schallempfänger und deren Eigenschaften berichtet. Das sind im wesentlichen Mikrofone, die a) nach dem elektrodynamischen und b) nach dem elektrostatischen Wandlerprinzip arbeiten, d. h. elektrodynamische und Kondensator- bzw. Elektretmikrofone.

Über die Einteilung von Mikrofonen — je nach Beurteilungskriterium — in Druck- und Druckgradientenempfänger, in Elongations- und Geschwindigkeitsmikrofone sowie in aktive und passive Wandler ist bereits in der vorangegangenen Folge berichtet worden. Zur Kennzeichnung der diversen Mikrofon-Eigenschaften gibt es eine Reihe von Begriffen und Bezeichnungen, von denen die wichtigsten nachfolgend noch an passender Stelle erwähnt und erläutert werden. Ansonsten ist die Lektüre der einschlägigen DIN-Normen*) zu empfehlen, die eine sehr erschöpfende Auskunft über die diesbezügliche Terminologie geben.

Da der Hinweis auf ein Druck- oder ein Druckgradientenmikrofon auch einen Rückschluß auf die Richtwirkung des betreffenden Schallempfängers zuläßt, seien an dieser Stelle noch einige ergänzende



Anmerkungen bezüglich der grundsätzlichen Unterschiede zwischen diesen beiden Mikrofontypen eingefügt. — Druckmikrofone unterscheiden sich rein konstruktiv von Gradientenempfängern dadurch, daß bei ihnen der einfallende Schall nur eine Seite der Membran erreicht. Zur Membranzurückseite hat der Schall keinen Zutritt, siehe Bild 5.1 a. Ein solches Mikrofon reagiert nur auf den Schalldruck. Der Schalldruck selbst ist bekanntlich eine ungerichtete (skalare) Größe. Sorgt man dafür, daß die geometrischen Abmessungen des Mikrofans, insbesondere aber des Membrandurchmessers d, klein gegenüber der kleinsten noch zu empfangenden Schallwellenlänge sind, so kann man davon ausgehen, daß der Schalldruck an allen Stellen der Membran mit gleicher Größe zur Wirkung kommt, unabhängig davon, aus welcher Richtung der Schall einfällt; der Schallempfang erfolgt ungerichtet. Die Richtcharakteristik (s. a. Teil 1) ist folglich eine Kugel und das Richtdiagramm ein Kreis (s. Bild 5.2 a). Der Richtungsfaktor Γ ist unabhängig vom Schalleinfallswinkel θ gleich Eins.

Beim Druckgradientenempfänger werden beide Seiten der Mikrofonmembran vom einfallenden Schall getroffen. In diesem Falle wird die Membran durch die Druckdifferenz $\Delta p = p_2 - p_1$ in Bewegung versetzt, die ihrerseits wiederum vom Schalldruckgradienten $\text{grad } p$, vom Schalleinfallswinkel θ und von der kürzesten Entfernung b zwischen den beiden Mikrofonöffnungen abhängt:

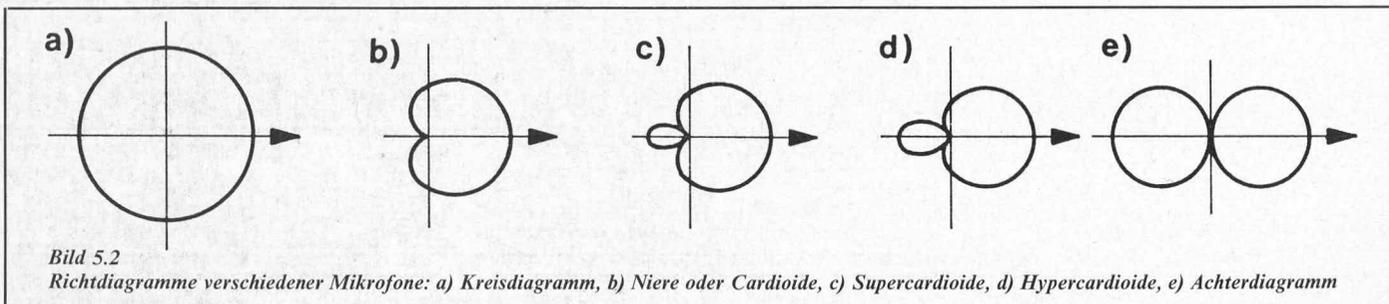
$$\Delta p = |\text{grad } p| \cdot b \cdot \cos \theta \quad (\text{N/m}^2)$$

Die auf die Mikrofonmembran einwirkende Kraft F ergibt sich dabei aus dem Produkt der Druckdifferenz Δp und der Membranfläche S

$$F = S \cdot \Delta p \quad (\text{N})$$

Die Kraftwirkung ist am größten bei einem Schalleinfall in Richtung der akustischen Achse, d. h. bei $\theta = 0^\circ$. In diesem Falle erfährt die Membran die relativ größte Auslenkung. Bei akustisch völlig gleichartiger (= symmetrischer) Beschaffenheit der beiden Mikrofonöffnungen ist der Richtungsfaktor $\Gamma = \cos \theta$, d. h. das Richtungsdiagramm hat das Aussehen einer Acht, s. Bild 5.2 e. Bei seitlichem Schalleinfall ($\theta = 90^\circ$) zeigt ein solches Mikrofon — im Idealfall — keine Reaktion; die Membran bewegt sich nicht.

Die vorstehend für das Gradientenmikrofon gemachten Aussagen gelten streng genommen nur für das ebene Wellenfeld, d. h. für den Fall, daß die Entfernung zwischen dem Mikrofon und der Schallquelle, z. B. dem Mund eines Sprechers oder Sängers, hinreichend groß ist. Verkleinert man den Abstand zur Quelle, so gelangt das Mikrofon zunehmend in den kugelförmigen Bereich des Schallfeldes, wo sich die Krümmung der Wellenfronten mehr und mehr bemerkbar zu machen beginnt. Die Wellenkrümmung ihrerseits bestimmt über die Druckdifferenz Δp , die zwischen der Vorder- und Rückseite der Mikrofonmembran wirksam wird, auch die Membranbewegung. Das hat zur Folge, daß die Mikro-



fonmembran bei sehr kurzen Besprechungsabständen im tieffrequenten Bereich ein überproportional stärkere Auslenkung erfährt als bei größeren Sprecherentfernungen. Bei der Nahbesprechung eines Gradientenmikrofons werden daher die tiefen Frequenzen stärker übertragen als bei der Beschallung aus größerer Entfernung (= Nahbesprechungseffekt). Zur Kompensation dieses Effekts werden Gradientenmikrofone häufig mit einem einschaltbaren Baßfilter ausgerüstet. Das im Bild 5.4 abgebildete elektrodynamische Gradientenmikrofon MD 441 besitzt z. B. einen derartigen Baßschalter mit 4 Stufen.

Verkleinert man eine der beiden Mikrofonöffnungen eines Gradientenmikrofons in geeigneter Weise (siehe Bild 5.1 c), so bekommt man einen gerichteten Schallempfänger mit nur einer Hauptempfangsrichtung. Bild 5.2 b bis d zeigt drei typische, auf diese Art erreichbare Richtdiagramme, die unter den Bezeichnungen Niere oder Cardioide (b), Superniere oder Supercardioide (c) und Hypercardioide (d) bekannt sind.

- *) DIN 45590 Mikrofone — Begriffe, Formelzeichen, Einheiten
- DIN 45591 Mikrofon — Prüfverfahren
- DIN 45593 Eigenschaften von Mikrofonen
- DIN 45594 Mikrofone — Kennzeichen für austauschbare Mikrofone, Kontaktbelegung der Steckverbinder
- DIN 45599 Studiomikrofone

5.1 Elektrodynamische Mikrofone

Elektrodynamische (oder kurz — dynamische) Mikrofone arbeiten auf der Grundlage des Induktionsgesetzes. Wie im Teil 4 (Abschnitt 4.1.2) bereits ausgeführt wurde, bestehen dynamische Wandler stets aus einem Permanentmagneten und einem darin beweglich angeordneten elektrischen Leiter (z. B.: Bändchen bzw. Schwingspule), s. Bild 4.2. Betreibt man einen solchen Wandler als Mikrofon, so wird in dem Leiter eine elektrische Spannung induziert, sobald dieser durch einfallende Schallwellen bewegt wird. Die Höhe der induzierten EMK ist der Bewegungsgeschwindigkeit oder —schnelle des Leiters direkt proportional. Beschallt man ein dynamisches Mikrofon mit einem effektiven Schalldruck von $\bar{p} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$ (Pascal), so ergibt die in seinem Leitergebilde induzierte Spannung \bar{u} (ebenfalls: Effektivwert) unmittelbar den Zahlenwert seines elektroakustischen Übertragungsfaktors $B = \bar{u}/\bar{p}$ (in V/Pa) bzw. seines elektroakustischen Übertragungsmaßes

$$G = 20 \cdot \lg \frac{B}{B_0} \text{ (in dB)}$$

($B_0 =$ Bezugs-Übertragungsfaktor) er beträgt im allgemeinen 1 V/Pa für die betreffende Schallfrequenz. Bestimmt man die Übertragungsgröße G für sämtliche Frequenzen des vom Mikrofonhersteller angegebenen Übertragungsbereichs, so erhält man den kompletten Frequenzgang des Übertragungsmaßes.

Will man im Übertragungsbereich eines Mikrofons einen ebenen Frequenzgang er-

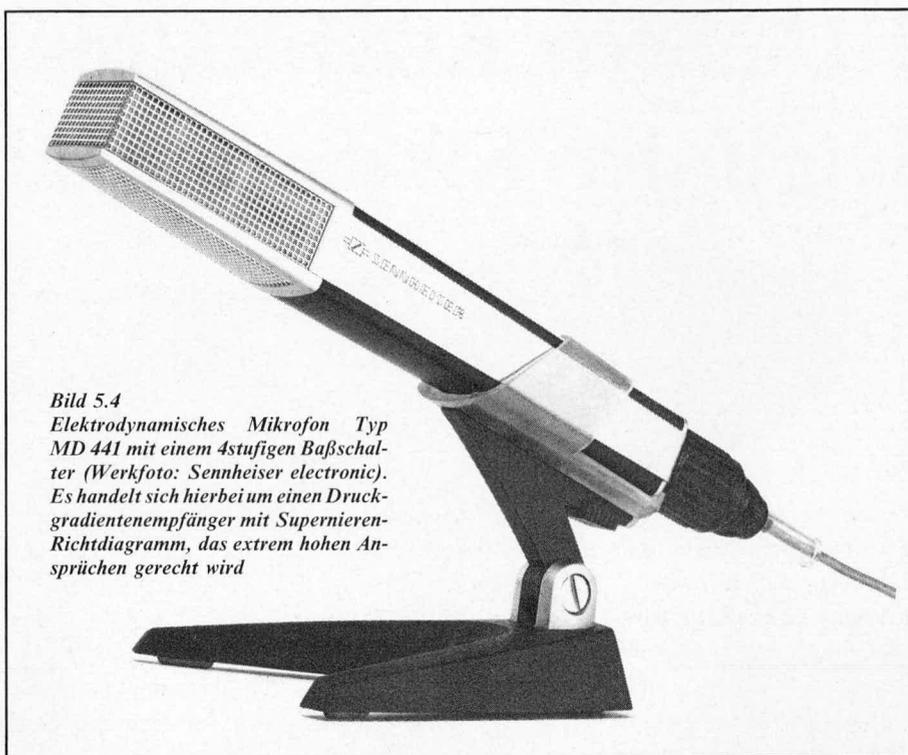


Bild 5.4
Elektrodynamisches Mikrofon Typ MD 441 mit einem 4stufigen Baßschalter (Werkfoto: Sennheiser electronic). Es handelt sich hierbei um einen Druckgradientenempfänger mit Supernieren-Richtdiagramm, das extrem hohen Ansprüchen gerecht wird

zielen, so ist durch geeignete Wahl der mechanischen Eigenresonanz des Wandlersystems dafür zu sorgen, daß zwischen dem einwirkenden Schalldruck und der durch ihn hervorgerufenen Bewegungsgeschwindigkeit des Leiters Proportionalität besteht. Das erreicht man beim dynamischen Druckmikrofon dadurch, indem man die Membranresonanz in die Mitte des Übertragungsbereichs legt und sie stark bedämpft. Durch eine konstruktive Vorsehung von zusätzlichen gedämpften Resonatoren, deren Resonanzfrequenzen geschickt gewählt und zu beiden Seiten der Systemresonanz „plaziert“ werden, gelingt es, den Gesamtfrequenzgang eines solchen Mikrofons zu begradigen sowie nach beiden Seiten des Übertragungsbereichs zu erweitern. Gute Tauchspulenmikrofone besitzen heute einen Frequenzgang, der dem von Kondensatormikrofonen sehr nahe kommt. — Anders liegen die Verhältnisse beim dynamischen Richt- oder Druckgradientenmikrofon. Dort erzielt man einen ebenen Frequenzgang durch eine sogenannte „Tiefabstimmung“ des Wandlersystems. Darunter versteht man eine Verlegung der Systemresonanz unterhalb des geplanten Übertragungsbereichs, so daß das Mikrofon auf dem oberen abfallenden Teil seiner mechanischen Resonanzkurve arbeitet. Der Grund dafür ist folgender: Im ebenen Schallfeld nimmt der Druckgradient bzw. die Druckdifferenz Δp zwischen zwei Raumpunkten, z. B. zwischen den beiden Öffnungen eines Gradientenmikrofons, bei konstantem Schalldruck mit der Frequenz zu. Dieser Anstieg des Schalldruckgradienten wird von einem tiefabgestimmten Gradientenmikrofon kompensiert, und man erhält auf diese Weise den gewünschten ebenen Frequenzgang. Das Anwachsen des Druckgradienten mit der Frequenz erfolgt übrigens nicht endlos. Sobald der Abstand der beiden oben erwähnten Raum- oder Beobachtungspunkte gleich der halben Schall-

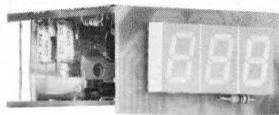
wellenlänge $\lambda/2$ wird, strebt die für die Membranbewegung verantwortliche Schalldruckdifferenz Δp gegen Null. Der Übertragungsbereich dynamischer Gradientenmikrofone findet somit allein schon durch ihre Systemabmessungen nach oben hin eine physikalisch bedingte Grenze. Gute Druckgradientenmikrofone, wie z. B. das in Bild 5.4 abgebildete, können dennoch eine obere Übertragungsgrenze erreichen, die 20 kHz noch mit einschließen.

Das hinsichtlich seiner Entwicklung wohl älteste elektrodynamische Mikrofon ist das Bändchenmikrofon. Es wurde 1924 von E. Gerlach und W. Schottky entwickelt. Der bewegliche elektrische Leiter übernimmt bei diesem Mikrofon gleichzeitig die Funktion der Membran. Er besteht aus einer hauchdünnen, wenige μm starken und somit sehr leichten Aluminiumfolie, die zwischen den Polen eines kräftigen Permanentmagneten angeordnet ist, siehe Bild 5.3. Die elektrische Impedanz des Bändchens ist außerordentlich klein (ca. 0,1 Ω); sie wird in aller Regel durch einen im Mikrofon eingebauten Übertrager auf 200 Ω hochtransformiert. Setzt man beide Seiten des Bändchens in gleicher Weise dem Schallfeld aus, so bekommt man einen Druckgradientenempfänger mit Achter-Richtdiagramm gemäß Bild 5.2 e. Da auch in diesem Falle eine Tiefabstimmung erforderlich ist, um einen ebenen Frequenzgang zu erzielen, ist ein solches Mikrofon wesentlich empfindlicher gegen Wind sowie gegen Erschütterungen jeglicher Art als andere Mikrofone. Verschließt man die Rückseite des Bändchens nach außen, so daß der Schall nur von einer Seite (= Vorderseite) einwirken kann, so erhält man einen Schalldruckempfänger. Bändchenmikrofone gibt es auch mit Nierencharakteristik. — Trotz ihrer unbestreitbaren Vorzüge haben Bändchenmikrofone auch eine Reihe von „Schwachpunkten“, so daß sie bis zum heutigen Tage nur eine beschränkte Verbreitung gefunden haben.

Fortsetzung folgt im „ELV journal“ Nr. 46 auf der Seite 18

ELV-Serie Kfz-Elektronik

Digitaler Kfz-Stromzähler



Ähnlich einem Energiezähler im Haushalt, so registriert dieser digitale Kfz-Stromzähler den Stromhaushalt des Kfz-Akkus. Dadurch kann jederzeit auf einer 3stelligen Digitalanzeige abgelesen werden, welche Strommenge dem Kfz-Akku entnommen wurde, wobei der von der Lichtmaschine wieder nachgeladene Strom, einschließlich eines Lade-Korrekturfaktors berücksichtigt wurde. Die Schaltung ist ebenfalls für Campingfahrzeuge usw. gut geeignet, da auch hier die Anzeige, der dem Akku entnommenen Amperestunden (Ah) von Bedeutung ist.

Allgemeines

Ein Stromzähler ist nicht zu verwechseln mit einem Strommesser bzw. einem Amperemeter. Zwar messen beide Gerätearten den fließenden Strom, jedoch erfolgt die Auswertung grundlegend anders.

Bei einem Strommesser (Amperemeter) wird der Augenblickswert (Momentanwert) des zum Meßzeitpunkt fließenden Stromes angezeigt. Entsprechende Messungen können zum Beispiel auch mit Multimetern in bekannter Weise durchgeführt werden.

Beim Stromzähler, wie er in dem hier vorliegenden Artikel beschrieben wird, ist die Ausgangsgröße gleichfalls der fließende Strom. Dieser wird jedoch nicht direkt angezeigt, sondern mit der Zeit multipliziert und aufsummiert. Auf diese Weise hat man jederzeit einen guten Überblick bezüglich des Stromhaushaltes (Ladezustand) des Kfz-Akkus.

Man weiß also jederzeit, wieweit ein Akku entladen bzw. wieder nachgeladen wurde.

In der Praxis sieht dies wie folgt aus: Die Kapazität, gemessen in Amperestunden (Ah) eines Kfz-Akkus ist bekannt. Sie ist auf dem Typenschild eines jeden Akkus aufgedruckt und liegt je nach Typ zwischen 35 Ah und 88 Ah.

Nach Einbau des ELV-Stromzählers wird dieser durch Verbinden der beiden Reset-Kontakte auf „00.0“ gesetzt, wobei der im Kfz vorhandene Akku voll aufgeladen sein sollte (ggf. über ein externes Ladegerät).

Von dieser „Startposition“ ausgehend registriert der ELV-Stromzähler die Strommenge, die dem Akku entnommen wird, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Strommenge, die von der Lichtmaschine nachgeladen wird.

Sind beispielsweise bei stehendem Motor die Scheinwerfer, deren Stromaufnahme

ca. 10 A beträgt, für 2 Stunden eingeschaltet, entspricht dies einer Strommenge von $2 \text{ h} \times 10 \text{ A} = 20 \text{ Ah}$, d. h. die Anzeige des ELV-Stromzählers erhöht sich innerhalb dieser 2 Stunden von 0 langsam auf 20,0 (Ah).

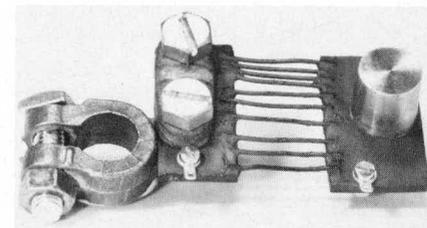
Wird am Abend das Parklicht eingeschaltet (Stromaufnahme ca. 1,2 A), so erhöht sich die Anzeige pro Stunde um 1,2 Ah, d. h. 12 Digit pro Stunde. Nach 10stündiger Einschaltedauer wird somit die Anzeige den Stand von 20,0 Ah + 12,0 Ah = 32,0 Ah erreicht haben.

Springt das Fahrzeug nun am nächsten Morgen nicht sofort an und der Anlasser wird bis zum erfolgreichen Starten 1 Minute lang betätigt (bei einer Stromentnahme von z. B. 300 A), so entspricht dies einer zusätzlichen Stromentnahme von $300 \text{ A} \times 1/60 \text{ h} = 5 \text{ Ah}$, d. h. die Anzeige des Stromzählers zeigt nun 37,0 Ah.

Die Erhöhung der Anzeige erfolgt selbstverständlich kontinuierlich in 0,1 Ah-Schritten, wobei die Geschwindigkeit der Anzeigenerhöhung der fließenden Stromstärke direkt proportional ist.

Läuft nun der Motor mit einer Mindestdrehzahl, die ein Nachladen des Akkus durch die Lichtmaschine ermöglicht, so verringert sich der auf der Anzeige des ELV-Stromzählers angezeigte Wert laufend. Zu Beginn des Ladevorganges ist der von der Lichtmaschine zur Verfügung gestellte Strom im allgemeinen etwas höher (z. B. 20 bis 30 A), da die Akku-Spannung etwas abgesunken ist. Nach einigen Minuten sinkt der Ladestrom auf Werte von mehreren Ampere.

Je nach Dauer des Ladevorganges geht die Anzeige des Stromzählers mehr oder weniger weit in Richtung „0“ zurück, um bei erneuter Stromentnahme wieder auf größere Werte anzusteigen.



Beim Erreichen einer Anzeige von „00.0“ kann dieser Wert nicht weiter unterschritten werden, auch wenn dem Kfz-Akku weiterhin Ladestrom angeboten wird. Dies entspricht den tatsächlichen Gegebenheiten, da eine Überladung keine Kapazitätssteigerung des Akkus herbeiführen kann.

Die Schaltung und die Funktion des ELV-Stromzählers sind so ausgelegt, daß das Gerät unabhängig vom verwendeten Akku sowie von dessen tatsächlicher Kapazität eingesetzt werden kann. Ein voll geladener Akku entspricht einer Anzeige von „00.0“. Es ist nun jedem Anwender selbst überlassen, wie weit er seinen Akku entlädt. Im normalen Kfz-Betrieb tritt dieses Problem im allgemeinen recht selten auf, da ständig eine Nachladung erfolgt. Speziell im Winter, bei häufigen Stadtfahrten oder beim Einsatz in Campingfahrzeugen ist die Kenntnis der entnommenen Strommenge von wesentlicher Bedeutung, um nicht plötzlich und unverhofft „im dunkeln zu stehen“.

Grundsätzlich kann natürlich bei neuwertigen Akkus die volle Kapazität des Akkus ausgeschöpft werden. Hierbei sollte man jedoch unbedingt beachten, daß ein vollständig entladener Blei-Akku unmittelbar, d. h. ohne Verzögerung wieder aufgeladen werden muß, damit er keinen Schaden nimmt. Bereits wenige Stunden Lagerung nach einer Tiefentladung können irreversible Schäden herbeiführen. Es empfiehlt sich daher, einen Blei-Akku möglichst frühzeitig aufzuladen, d. h. nach 50 % der maximal entnehmbaren Kapazität oder noch eher. Hierbei ist auch zu beachten, daß mit zunehmendem Alter eines Akkus die Kapazität zum Teil erheblich abnimmt. Generelle Aussagen hierzu kann man nur schwer machen, da das Alterungsverhalten eines Blei-Akkus von sehr vielen unterschiedlichen Faktoren abhängt, genau wie auch die Lebensdauer.

Eine typische Lebensdauer von Blei-Akkus, die im Kfz-Bereich eingesetzt werden, beträgt 3 bis 5 Jahre, wobei auch 8 und mehr Jahre nicht ausgeschlossen sind. Rauhe Einsatzbedingungen, wie zum Beispiel hohe Lade- bzw. Entladeamplituden usw. können die Lebensdauer auf weniger als 2 Jahre verkürzen. Unsachgemäße Behandlung, wie Lagerung nach Tiefentladung, können sogar zum sofortigen Totalausfall, selbst eines neuen Blei-Akkus, führen.

Der digitale ELV-Stromzähler bietet somit gute Möglichkeiten, den Stromhaushalt des Kfz-Akkus zu überwachen und ggf. korrigierend einzugreifen (z. B. durch rechtzeitiges externes Nachladen). Hierbei schont man nicht nur den Akku, sondern man hat eine zusätzliche Sicherheit vor plötzlichen Stromeinbrüchen.

Nachdem wir bereits soweit in die Theorie vorgedrungen sind, wollen wir nachfolgend noch kurz auf eine Besonderheit im Zusammenhang mit Kfz-Akkus eingehen.

Die einem Blei-Akku maximal entnehmbare Kapazität wird meistens auf eine 10stündige Entladung bezogen. Eine Kapazitätsangabe von z. B. 88 Ah bedeutet also, daß für eine Zeitspanne von 10 Stunden 8,8 A entnommen werden können ($10 \text{ h} \times 8,8 \text{ A} = 88 \text{ Ah}$).

Aufgrund der Eigenheiten von Kfz-Akkus sinkt die maximal entnehmbare Kapazität mit steigender Strombelastung. Würde man z. B. einen Strom von 88 A entnehmen, ist der Akku bereits vor Ablauf von 1 Stunde erschöpft (ca. 10 bis 30 % früher).

Beim ELV-Stromzähler wird dies dadurch berücksichtigt, daß ab einem Schwellwert von ca. 50 A ein Korrekturfaktor von 1,2 eingeführt wird, d. h. das Gerät rechnet intern 20 % des tatsächlich entnommenen Stromes hinzu.

Aufgrund des Wirkungsgrades eines Blei-Akkus treten beim Laden ebenfalls Verluste auf. Auch hier nimmt der ELV-Stromzähler eine Bewertung vor und zwar genau in entgegengesetzter Richtung. Dies bedeutet, daß von dem in den Akku hineinfließenden Strom vor der Bewertung 20 % abgezogen werden, um so den Wirkungsgrad praxisgerecht auszugleichen.

Anhand vorstehender Ausführungen kann man erkennen, daß es sich beim ELV-Stromzähler um ein nützliches und praxisorientiertes Meßgerät handelt.

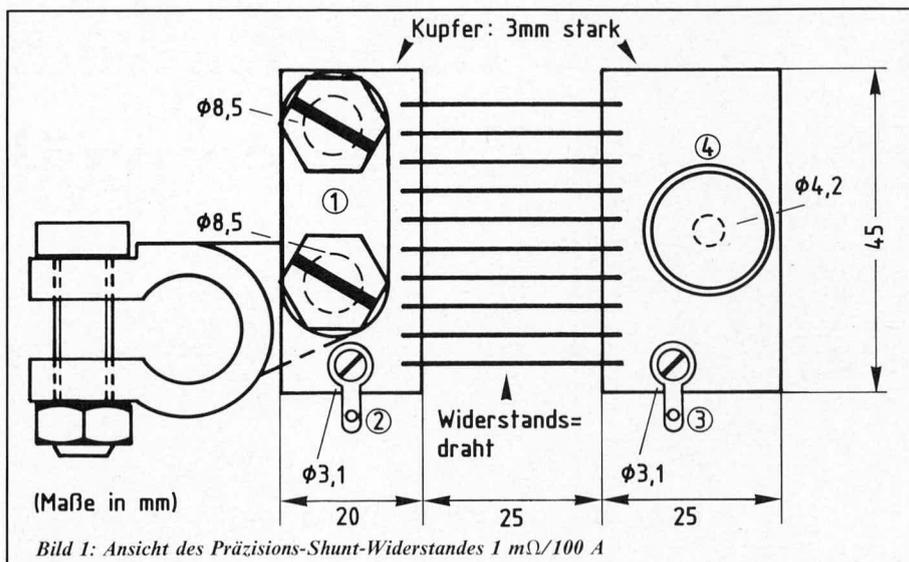
Bedienung und Funktion

(Kurzfassung)

Auf einer 3stelligen Digital-Anzeige wird die Strommenge in Amperestunden (Ah) angezeigt, die dem Kfz-Akku entnommen wurde.

Ausgangszustand ist hierbei ein voll geladener Akku.

Auf der Anzeigenplatine befinden sich rechts neben der Digitalanzeige 2 Silberdrahtbrücken, die über eine kleine Bohrung in der Frontplatte zugänglich sind. Durch Verbinden dieser beiden Brücken über einen kleinen Schraubenzieher, erfolgt das Rücksetzen der Anzeige auf „00.0“ (Ah). Diese Anzeige besagt also bei vollge-



ladenem Akku, daß kein Strom entnommen wurde und die volle Akku-Kapazität zur Verfügung steht.

Bei einer Stromentnahme aus dem Kfz-Akku erhöht sich die Anzeige (pro 0,1 A und Stunde um 1 Digit, entsprechend 0,1 Ah), während beim Nachladen durch die Lichtmaschine die Anzeige langsam in Richtung „0“ zurückläuft.

Ist der Akku bereits voll und die Lichtmaschine lädt trotzdem mit einem geringen Strom weiter (Erhaltungsladung), so wird die Anzeige auf „00.0“ gehalten.

Auf elektronische Weise wird automatisch eine Bewertung des Stromflusses vorgenommen, die den Wirkungsgrad eines Akkus beim Ladevorgang sowie eine Kapazitätsreduzierung bei sehr großer Stromentnahme berücksichtigt. Hierbei sind typische Akku-Daten zugrundegelegt.

Zur Schaltung

Ausgangspunkt für den ELV-Stromzähler ist die Messung des Stromflusses. Hierbei wird ein extrem niederohmiger Shunt-Widerstand in die Verbindungsleitung (Masseband) zwischen Akku-Minuspol und Kfz-Masse (Chassis) eingefügt. Der Widerstandswert beträgt $0,001 \Omega = 1,0 \text{ m}\Omega$. Die Dauer-Strombelastbarkeit beträgt 100 A, während kurzzeitig 500 A (weniger als 1 Minute) bzw. 1000 A (10 ms) verkräftet werden müssen. Die Spitzenbelastbarkeit sollte deshalb so hoch liegen, damit auch bei ungünstigen Startbedingungen der fließende Anlaßstrom einwandfrei verarbeitet wird.

Man kann einen solchen Shunt-Widerstand aus entsprechendem Widerstandsdraht selbst herstellen (ggf. mehrere Widerstandsdrähte parallelschalten) oder aber einen fertigen Präzisions-Shunt-Widerstand einsetzen, wie in Bild 1 dargestellt. In diesem Fall wird das Masseband vom Minuspol des Kfz-Akkus abgenommen, der entsprechende Anschluß des Shunts mit dem Minuspol des Kfz-Akkus verbunden und abschließend das Kfz-Masseband mit dem 2. Anschluß des Shunts. Die Anschlüsse des Shunts sind so ausgelegt, daß eine direkte Einfügung in die bestehende Zuleitung vom Minuspol des Kfz-Akkus zur Kfz-Masse erfolgen kann. Die Anschlüsse

selbst sind bei sämtlichen Kfz-Akkus sowohl bei Pkw's als auch bei Lkw's identisch, mit Ausnahme von Ford-Modellen sowie einigen älteren japanischen Marken. Hier muß ggf. eine individuelle Anpassung vorgenommen werden.

An dem Shunt-Widerstand steht eine, dem fließenden Strom direkt proportionale Spannung an, entsprechend der Formel: $U = R \times I = 1,0 \text{ m}\Omega \times I$, d. h. pro 1A fällt eine Spannung von 1 mV ab — bei 100 A also $100 \text{ mV} = 0,1 \text{ V}$.

Diese Spannung wird der Schaltung über die Platinenanschlußpunkte „c“ und „d“ zugeführt.

Zur besseren Veranschaulichung wollen wir anhand des in Bild 2 dargestellten Blockschaltbildes zunächst die prinzipielle Funktionsweise des digitalen ELV-Stromzählers erläutern.

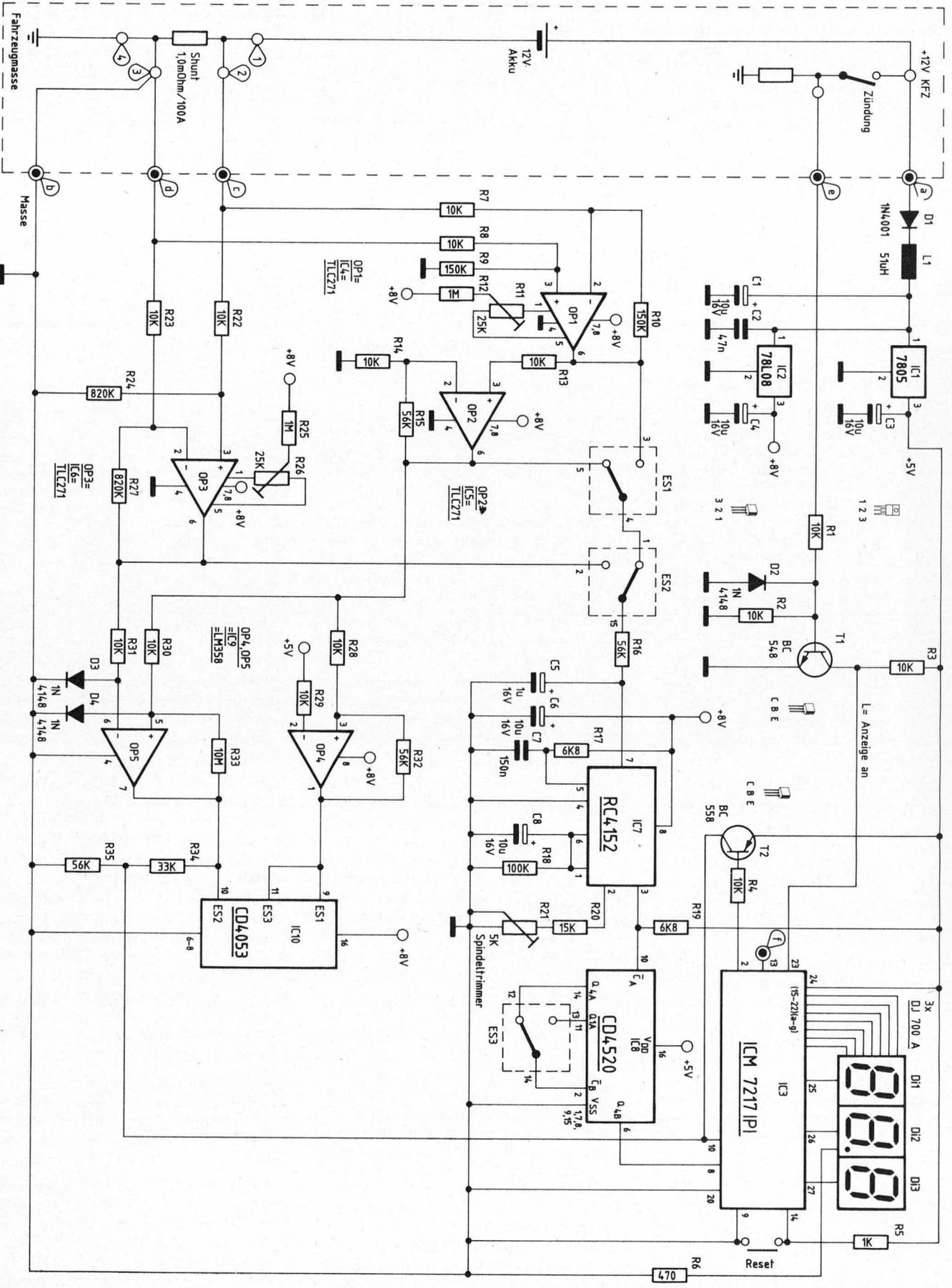
Wird dem Akku Strom entnommen, so fällt an dem $1,0 \text{ m}\Omega$ -Shunt-Widerstand eine Spannung ab, die so gerichtet ist, daß der Platinenanschlußpunkt „c“ negativ gegenüber dem Platinenanschlußpunkt „d“ ist.

Der als invertierender (-) Verstärker geschaltete OP 1 nimmt eine Verstärkung um den Faktor 15 und der nachgeschaltete OP 2 nochmals um den Faktor 6,6 vor. Die Gesamtverstärkung beträgt damit $15 \times 6,6 = 99$. Anschließend gelangt die verstärkte, der Stromentnahme aus dem Akku proportionale, Spannung über die elektronischen Schalter ES 1 und ES 2 auf einen Spannungs-/Frequenz-Umsetzer.

Die Umsetzrate beträgt 7,11 Hz/Ah. Die Ausgangsfrequenz beträgt somit 7,11 Hz, wenn der dem Akku entnommene Strom gerade bei 1,0 A liegt (bei 10 A also 71,1 Hz).

Berücksichtigt man die Strom-Spannungswandlung des Shunt-Widerstandes sowie die 99fache Verstärkung der beiden OP 1 und 2, ergibt sich eine Wandlungsrate des reinen Spannungs-Frequenz-Umsetzers von 71,8 Hz/V (Verhältnis von Eingangsspannung am Pin 7 des IC 7 zu Ausgangsfrequenz an Pin 3).

Für die später noch näher beschriebene Kalibrierung des Gerätes besteht in einfach-



Schaltbild des digitalen Kfz-Stromzählers

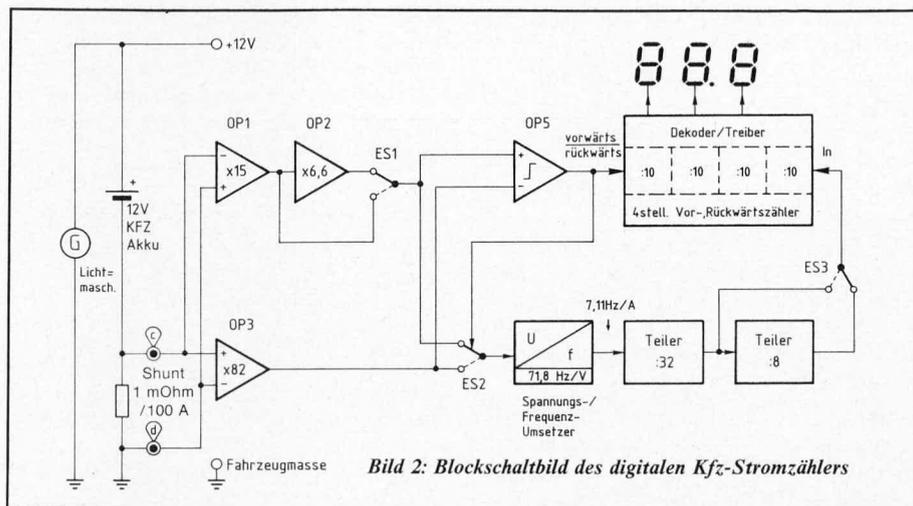


Bild 2: Blockschaltbild des digitalen Kfz-Stromzählers

ster Form die Möglichkeit den Eingang des IC 7 (Pin 7) mit der + 5 V Versorgungsspannung (Pin 3 des IC 1) zu verbinden. Anschließend wird die Ausgangsfrequenz an Pin 3 gemessen und mit R 21 auf 359 Hz eingestellt ($5 \text{ V} \times 71,8 \text{ Hz/V} = 359 \text{ Hz}$).

Der Ausgang des Spannungs-/Frequenz-Umsetzers arbeitet auf einen „Teiler durch 32“, dem ein weiterer „Teiler durch 8“ folgt.

In der eingezeichneten Schalterstellung von ES 3 gelangt die Ausgangsfrequenz des „Teilers durch 8“ auf den Eingang eines 4-Dekaden Vor-/Rückwärts-Zählers mit integriertem Dekoder/Treiber zur direkten Ansteuerung der LED-Anzeige. Von diesem Zähler dient die erste Stufe als Vorteiler, d. h. es wird eine zusätzliche Teilung der Eingangsfrequenz durch 10 vorgenommen, während die 3 folgenden Zählerstufen über nachgeschaltete Dekoder/Treiber die 3stellige Digitalanzeige ansteuern.

Nachfolgend soll noch ein kurzes Beispiel die vorstehend beschriebene Arbeitsweise der Schaltung verdeutlichen.

Wird dem Kfz-Akku ein Strom von 10 A entnommen, steht an den Platinenanschlußpunkten „c“ und „d“ eine negative Spannung von 10 mV an. Durch die Verstärkung mit den OP's 1 und 2 werden daraus 990 mV, die am Eingang des Spannungs-/Frequenz-Umsetzers anstehen. Über die Wandlungsrate von 71,8 Hz/V wird daraus eine Frequenz von 71,1 Hz. Hier sehen wir auch die Gesamtwandlungsrate bis zu diesem Punkt von 7,11 Hz/A. Anschließend erfolgt eine Teilung zunächst durch 32, danach durch 8 und zuletzt noch durch 10. Dies entspricht einer Frequenz von 0,0277 Hz. In einer Stunde wird die Anzeige also um genau 100 Digit heraufgeschaltet ($0,0277 \text{ Hz} \times 3600 \text{ s} = 100$). Auf der Anzeige kann der Wert von „10,0“ Ah abgelesen werden (1 Digit entspricht 0,1 Ah).

Nachdem die grundsätzlichen Funktionseinheiten des digitalen Stromzählers erläutert wurden, sollen noch einige weitere Schaltungsmerkmale besprochen werden.

Überschreitet der dem Akku entnommene Strom einen Wert von ca. 50 A, schaltet ein Komparator (OP 4, im Blockschaltbild nicht eingezeichnet) ES 1 und ES 3 in die entgegengesetzte Stellung. Hierdurch ent-

fällt die Multiplikation durch OP 2 um den Faktor 6,6 (über ES 1). Da gleichzeitig der Teilungsfaktor um den Faktor 8 reduziert wird (über ES 3), kommt insgesamt eine Frequenzerhöhung um den Faktor $8 : 6,6 = 1,21$ zustande.

In der Praxis bedeutet dies eine automatische Bewertungskorrektur in Form einer ca. 20%igen überproportionalen Anzeigenerhöhung. Wie eingangs bereits erwähnt, entspricht dies den praktisch vorkommenden Verhaltensweisen eines Blei-Akkus, dessen entnehmbare Kapazität bei großen Strömen absinkt.

Sinkt der Strom wieder auf kleinere Werte ab, nehmen die elektronischen Schalter ES 1 und ES 3 wieder die ursprüngliche Position ein und die zusätzliche Bewertung entfällt.

Während der vorstehend beschriebenen Entladephase befand sich der Ausgang des OP 3 auf 0 V, da am nichtinvertierenden (+) Eingang des OP 3 die Spannung negativer war, als am invertierenden (-) Eingang. Der Ausgang des OP 3 strebt somit zu negativen Spannungswerten, die er allerdings nicht erreichen kann, da der negativste Punkt der Versorgungsspannung 0 V beträgt.

Wird dem Kfz-Akku kein Strom mehr entnommen, sondern über die Lichtmaschine Ladestrom zugeführt, so tritt ebenfalls am 1,0 mΩ Shunt-Widerstand ein Spannungsabfall, entsprechend der Größe des fließenden Ladestromes auf. Die Polarität ist jedoch umgekehrt wie beim Entladen. Am Platinenanschlußpunkt „c“ steht beim Ladevorgang eine positive Spannung gegenüber dem Platinenanschlußpunkt „d“ an.

Mit dem OP 3 wird diese Spannung um den Faktor 82 verstärkt und über den elektronischen Schalter ES 2 dem Spannungs-/Frequenz-Umsetzer zugeführt. ES 2 befindet sich hierbei in der entgegengesetzten Schaltposition, da der Komparator OP 5 am Ausgang des OP 3 eine höhere Spannung festgestellt hat, als am Ausgang des OP 2 (0 V). Gleichzeitig mit dem Umschalten von ES 2 werden die 4 im IC 3 integrierten Dekadenzähler auf Rückwärtszählen geschaltet. Je mehr Strom in den Akku eingeladen wird, um so weiter geht der Wert auf der Digitalanzeige in Richtung 0 zurück.

Je nach Polarität der Eingangsspannung an den Platinenanschlußpunkten „c“ und „d“

(Laden oder Entladen), liegen entweder die Ausgänge der OP's 1 und 2 auf 0 V oder aber der Ausgang des OP 3. Liegt der Ausgang des OP 3 auf höherem Potential als der Ausgang des OP 2, so bedeutet dies ein Nachladen entsprechend Rückwärtszählen. Liegt der Ausgang des OP 3 hingegen auf 0 V und der Ausgang des OP 2 auf höherem Potential, entspricht dies einem Entladen, entsprechend einem Aufwärtszählen. Die Umschaltung erfolgt über OP 5.

Nachdem wir anhand des im Bild 2 gezeigten Blockschaltbildes die Funktionsweise des digitalen Stromzählers bereits weitgehend erläutert haben, wollen wir im folgenden auf die praktische schaltungsge-rechte Realisierung eingehen.

OP 1 ist als invertierender (-) Differenzverstärker beschaltet, dessen Besonderheit darin liegt, daß die Ausgangsspannung auf die Schaltungsmasse bezogen ist (Fußpunkt von R 9). Evtl. geringfügige Spannungsdifferenzen zwischen den Platinenanschlußpunkten „d“ und „b“, hervorgerufen durch Spannungsabfälle auf den Zuleitungen, können hierdurch wirksam kompensiert werden. OP 2 ist in bekannter Weise als nicht invertierender (+) Verstärker geschaltet.

Die Beschaltung des OP 3 ist derjenigen des OP 1 sehr ähnlich mit dem Unterschied, daß OP 3 als nicht invertierender (+) Verstärker arbeitet.

Der Komparator zur Erkennung „Laden-/Entladen“ wird durch OP 5 mit Zusatzbeschaltung dargestellt. Der Ausgang (Pin 7 des OP 5) steuert über Pin 10 des IC 10 den elektronischen Schalter ES 2 an, während über den Spannungsteiler R 34, R 35 die Umschaltung des IC 3 (Pin 10) von „Aufwärtszählen“ (Entladen) auf „Abwärtszählen“ (Laden) erfolgt.

Beim Erreichen des Zählerstandes „0“ erscheint an Pin 2 des IC 3 ein „low“-Signal (ca. 0 V), das den Transistor T 2 durchsteuert und dadurch Pin 10 des IC 3 von „Abwärtszählen“ (entsprechend 0 V) auf „Aufwärtszählen“ (entsprechend ca. + 5 V) schaltet. Hierdurch wird ein Unterschreiten des Zählerstandes „0“ vermieden. Sobald der erste Aufwärtszählimpuls den Eingang des IC 3 (Pin 8) erreicht hat, wird T 2 sofort wieder gesperrt.

Die Anzeige bleibt hierbei ständig auf „00,0“, da das Auf- und Abwärtszählen lediglich in der ersten, nicht zur Anzeige gebrachten Dekade des IC 3 abläuft.

Die automatische Bewertungsumschaltung bei höheren Entladeströmen wird mit dem OP 4 vorgenommen, dessen Ausgang Pin 1 auf die Steuereingänge der elektronischen Umschalter ES 1 und ES 3 arbeitet.

Der Spannungs-/Frequenz-Umsetzer wird mit dem IC 7 des Typs RC 4152, einschließlich Zusatzbeschaltung realisiert. Der Spindeltrimmer R 21 dient zur Kalibrierung des Umsetz-Faktors auf 71,8 Hz pro Volt Eingangsspannung (an Pin 7 des IC 7).

Bis zum Ausgang des IC 7 arbeitet die Schaltung mit einer Versorgungsspannung von + 8 V, die mit dem Festspannungsregler IC 2 des Typs 78 L 08 stabilisiert wird.

Der nachfolgende Digitalteil IC 8 und IC 3 arbeitet mit einer Versorgungsspannung von 5 V, die über das IC 1 des Typs 7805 bereitgestellt wird. Hierüber erfolgt auch die Versorgung der im Multiplexbetrieb arbeitenden Digitalanzeige.

Die Schaltung soll permanent, d. h. auch bei stehendem Motor und ausgeschalteter Zündung arbeiten, denn auch ein über Nacht betriebenes Standlicht soll hinsichtlich der verbrauchten Strommenge erfaßt werden. Es ist daher erforderlich, daß die gesamte Elektronik ständig mit Strom versorgt wird.

Damit der Stromverbrauch jedoch möglichst gering bleibt, erfolgt eine automatische Abschaltung des Hauptstromverbrauchers des Gerätes, der Digitalanzeige, und zwar in Zusammenhang mit der Zündung. Sobald die Zündung wieder eingeschaltet wird, erhält auch das LED-Display seinen Versorgungsstrom. Die Ansteuerung erfolgt über das Zündschloß am Platinenanschlußpunkt „e“, die mit T 1 aufgebaute Pufferstufe sowie Pin 23 des IC 3.

Der Platinenanschlußpunkt „f“, der an Pin 13 des IC 3 angeschlossen ist, bleibt im Normalfall frei, d. h. unbeschaltet. Möchte man eine automatische Helligkeitsregelung vornehmen, kann hier der Ausgang, der im „ELV journal“ Nr. 37 ausführlich beschrieben „Automatische Helligkeitssteuerung für LED-Anzeigen“, angeschlossen werden.

Ein Rücksetzen der 4 im IC 3 integrierten Dekadenzähler und damit auch der Anzeige, erfolgt über den Reset-Eingang (Pin 14) des IC 3. Sobald dieser Eingang mit der Schaltungsmasse kurz verbunden wird, springt die Anzeige auf „00.0“.

Zum Nachbau

Der Aufbau dieser interessanten Schaltung erfolgt auf 3 Leiterplatten:

1. Anzeigenplatine
2. Digitalplatine mit IC 3
3. Eingangsplatine mit den OP's 1 bis 5.

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

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

Die Verbindung zwischen Eingangs- und Digitalplatine erfolgt an 9 Punkten. Es sind dies die Punkte „g, h, i, k, l, m, n, o, p“, d. h. der auf der Eingangsplatine mit „g“ bezeichnete Punkt wird mit dem Punkt gleicher Bezeichnung (ebenfalls mit „g“ bezeichnet) auf der Digitalplatine verbunden usw. Es sind also alle Punkte, die die gleiche Bezeichnung tragen, miteinander zu verbinden. Günstig ist hierbei, daß sich die Punkte gleicher Bezeichnung direkt gegenüberliegen, wobei die Bestückungsseiten

der beiden Platinen parallel liegen und zueinander hinweisen.

Zweckmäßigerweise nimmt man für die Verbindung 28 mm lange Silberdrahtabschnitte, die gleichzeitig dazu dienen, Eingangs- und Digitalplatine mechanisch in einem Abstand von 22 mm zu halten (Platineninnenseiten).

Beim Einbau in ein Gehäuse mit Führungsnuten (z. B. ELV-Kfz-Einbaugeschäube), das von sich aus bereits eine sichere mechanische Fixierung der Platinen bewirkt, kann die Verbindung auch mit flexiblen isolierten Leitungen erfolgen.

Die positive Versorgungsspannung (Schaltungspunkt „a“), die im Bereich zwischen +10 V und +15 V schwanken darf, ist hinter einer Fahrzeugsicherung abzunehmen, die permanent Spannung führt, d. h. auch bei ausgeschalteter Zündung und während des Startvorganges.

Die Schaltungsmasse („b“) sollte in räumlicher Nähe zum Kfz-Masseband angeschlossen werden, um unnötige, evtl. störende Spannungsabfälle auszuschließen. Als Anschluß eignet sich hier zum Beispiel der gleiche Punkt, an den auch der Platinenanschlußpunkt „d“ angeschlossen wird.

Der Platinenanschlußpunkt „e“ ist hinter dem Zündschloß anzuklemmen. Im allgemeinen handelt es sich hier um die „Klemme 15“.

Für die vorgenannten Zuleitungen „a, b, e“ werden flexible isolierte Zuleitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm² eingesetzt.

Die Verbindung der Platinenanschlußpunkte „c“ und „d“ mit den Punkten „2“ und „3“ des Shunt-Widerstandes (Bild 1) erfolgt über eine 1-adrige abgeschirmte Zuleitung, wobei die Abschirmung die Punkte „3“ und „d“ und die innere Ader die Punkte „2“ und „c“ miteinander verbindet. Obwohl es sich um eine abgeschirmte Leitung handelt, sollte sie kurz sein und nicht in der Nähe der Hochspannungszündkabel verlegt werden.

Sofern eine automatische Helligkeitsregelung angeschlossen werden soll, wird hierzu der Platinenanschlußpunkt „f“ ebenfalls über eine 1-adrige abgeschirmte Leitung mit der zugehörigen Steuerschaltung verbunden. Die Abschirmung wird zusätzlich mit dem Platinenanschlußpunkt „b“ verbunden, die dann gleichzeitig zur negativen Spannungszuführung für die Helligkeitsregelschaltung dienen kann.

Kalibrierung

Die Kalibrierung ist verhältnismäßig einfach, muß jedoch sehr sorgfältig durchgeführt werden.

Hierzu wird die noch nicht ins Fahrzeug eingebaute, betriebsfertige Schaltung mit einer 12 V Spannung versorgt. Bei unbeschaltetem Platinenanschlußpunkt „e“ bleibt die Anzeige verloschen. Wird hingegen „e“ mit „a“ verbunden, ist die Digitalanzeige aktiviert.

Als erstes wird jetzt die Offsettingstellung (Nullpunkt) der OP's 1 und 3 vorgenommen.

Da die Einstellung unter 0 Volt nicht möglich ist, der Verstärkungsfaktor jedoch sehr genau bekannt ist, empfiehlt es sich, bei einer geringfügig von 0 verschiedenen Eingangsspannung, die zugehörige Ausgangsspannung einzustellen.

Der Platinenanschlußpunkt „c“ wird mit der Schaltungsmasse „b“ direkt verbunden.

An den Platinenanschlußpunkt „d“ wird nun eine genau bekannte Spannung von z. B. +1,0 mV angelegt (bezogen auf „c“).

Wir wollen nun die Offsetspannung des OP 2 gleich mit einkalibrieren. Hierzu messen wir jetzt nicht die Ausgangsspannung des OP 1, sondern die des OP 2. Da die Verstärkung exakt 99 beträgt, muß am Ausgang des OP 2 (Pin 6) eine Spannung von exakt 99,0 mV anstehen. Eine Korrektur kann jetzt mit R 11 vorgenommen werden.

Steht keine genaue Spannung von 1,0 mV zur Verfügung, so kann hierfür ein niederohmiger Spannungsteiler, entsprechend Bild 4, eingesetzt werden.

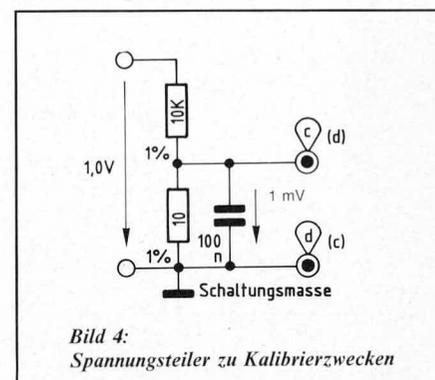


Bild 4:
Spannungsteiler zu Kalibrierzwecken

In gleicher Weise verfährt man mit der Offset-Einstellung des OP 3, wobei hierfür der Platinenanschlußpunkt „d“ mit der Schaltungsmasse „b“ verbunden wird und die positive Spannung von 1,0 mV am Platinenanschlußpunkt „c“ angelegt wird.

Mit R 26 wird jetzt die am Pin 6 des OP 3 anliegende Spannung auf 82,0 mV eingestellt, da dieser Verstärker um den Faktor 82 verstärkt. Bezogen sind die Spannungsangaben immer auf die Schaltungsmasse („b“).

Reicht der Einstellbereich der Trimmer R 11 und R 26 nicht aus, so können die Widerstände R 12 und R 25 bis auf minimal 100 kΩ verkleinert werden.

Nachdem die Offset-Einstellung sorgfältig vorgenommen wurde, kann als nächstes der Skalenfaktor des Spannungs-/Frequenz-Umsetzers mit dem Spindeltrimmer R 21 eingestellt werden. Eine besonders einfache Methode hatten wir bereits im Verlauf des Kapitels der Schaltungsbeschreibung vorgestellt. Etwas genauer ist es auf folgende Weise möglich:

Der Widerstand R 16 wird an der zu ES 2 (IC 10) hinweisenden Seite ausgelötet. Anschließend wird an das jetzt freie Ende von R 16 eine genau bekannte Spannung zwischen 4 und 6 V angelegt. Dieser Spannungswert wird dann rechnerisch mit dem Faktor 71,8 (Hz/V) multipliziert. Das Ergebnis ist die Frequenz, die an Pin 3 des IC 7 anstehen muß. Liegen z. B. 5,0 V am freien Ende von R 16 an (Eingangsspan-

nung), so muß mit R 21 an Pin 3 des IC 7 eine Ausgangsfrequenz von 359 Hz eingestellt werden ($5,0 \text{ V} \times 71,8 \text{ Hz/V} = 359 \text{ Hz}$).

Damit ist die Kalibrierung des digitalen Stromzählers bereits abgeschlossen.

Bei vorstehend beschriebener Kalibrierungsmethode sind geringfügige Toleranzen des verwendeten Shunt-Widerstandes sowie der Verstärkungsfaktoren der OP's 1 bis 3 unberücksichtigt geblieben. Eine Genauigkeitssteigerung, zumindest beim Entladevorgang, läßt sich erreichen, wenn durch den Shunt-Widerstand (Gerät und Shunt noch nicht im Fahrzeug eingebaut), z. B. ein Strom von 10,0 A geschickt wird, (Anschluß 4: Plusseite, Anschluß 1: Minusseite) und mit R 21 an Pin 3 des IC 7 jetzt eine Frequenz von 71,1 Hz eingestellt wird. Dies entspricht einem Gesamtumsetzungsfaktor von 7,11 Hz/A. Die Offset-Einstellungen mit den Trimmern R 11 und R 26 sind selbstverständlich vorher, wie beschrieben, durchzuführen.

Jetzt steht dem Einbau und der Inbetriebnahme des ELV-Stromzählers nichts mehr im Wege.

Stückliste:
Digitaler Kfz-Stromzähler
Halbleiter

IC 1	.....	7805
IC 2	.....	78 L 08
IC 3	.....	ICM 7217 IPI/IJI
IC 4-IC 6	.....	TLC 271
IC 7	.....	RC 4152
IC 8	.....	CD 4520
IC 9	.....	LM 358
IC 10	.....	CD 4053
T 1	.....	BC 548
T 2	.....	BC 558
D 1	.....	1 N 4001
D 2-D 4	.....	1 N 4148
Di 1-Di 3	.....	DJ 700 A

Kondensatoren

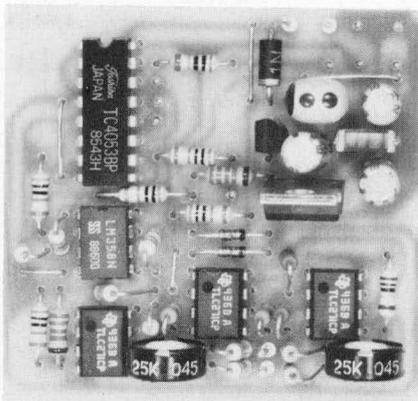
C 1, C 3, C 4	.....	10 $\mu\text{F}/16 \text{ V}$
C 2	.....	47 nF
C 5	.....	1 $\mu\text{F}/16 \text{ V}$
C 6, C 8	.....	10 $\mu\text{F}/16 \text{ V}$
C 7	.....	150 nF

Widerstände

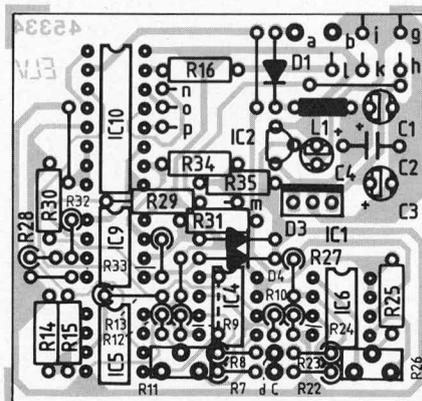
R 1-R 4, R 7, R 8, R 13, R 14	.....	10 k Ω
R 22, R 23, R 28-R 31	.....	10 k Ω
R 5	.....	1 k Ω
R 6	.....	470 Ω
R 9, R 10	.....	150 k Ω
R 11, R 26	.....	25 k Ω , Trimmer, stehend
R 12, R 25	.....	1 M Ω
R 15, R 16, R 32, R 35	.....	56 k Ω
R 17, R 19	.....	6,8 k Ω
R 18	.....	100 k Ω
R 20	.....	15 k Ω
R 21	.....	5 k Ω , Spindeltrimmer
R 24, R 27	.....	820 k Ω
R 33	.....	10 M Ω
R 34	.....	33 k Ω

Sonstiges

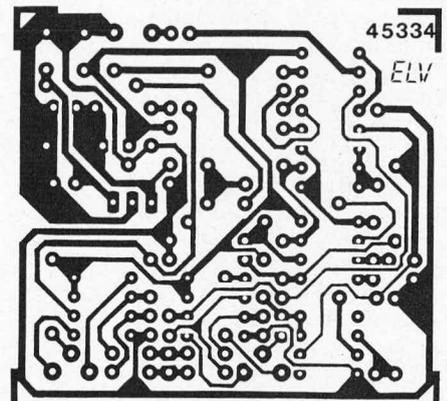
L 1	.....	51 μH
5 Lötstifte		
30 cm Silberschaltdraht		
3 m flexible Leitung 2 x 0,4 mm ²		
3 m flexible Leitung 1 x 0,4 mm ²		
3 m 1-adrige abgeschirmte Leitung		



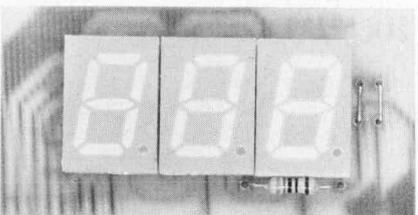
Ansicht der fertig bestückten Eingangsplatine



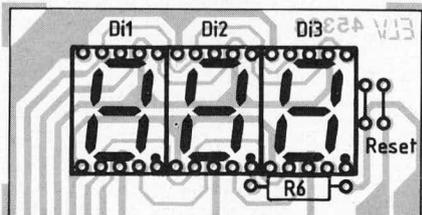
Bestückungsseite der Eingangsplatine



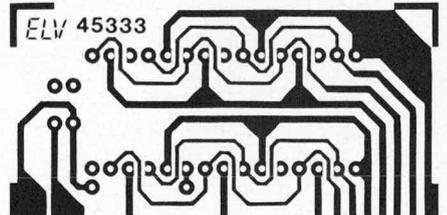
Leiterbahnseite der Eingangsplatine



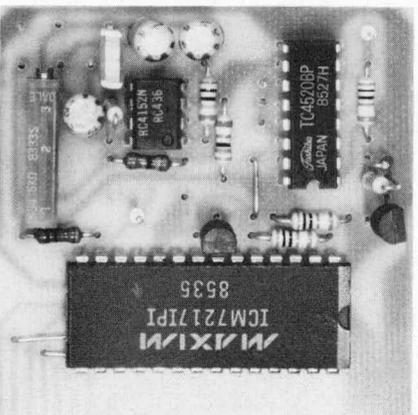
Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine



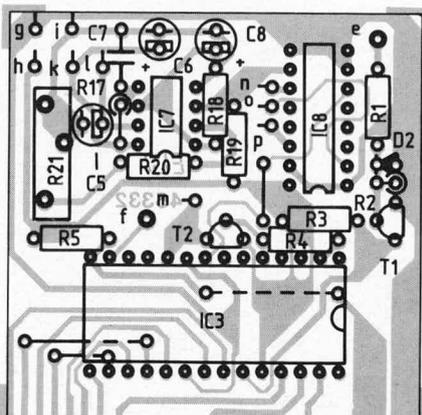
Bestückungsseite der Anzeigenplatine



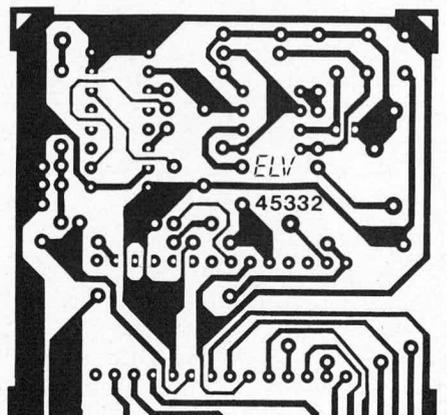
Leiterbahnseite der Anzeigenplatine



Ansicht der fertig aufgebauten Digitalplatine

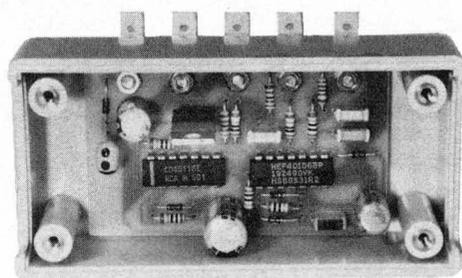


Bestückungsseite der Digitalplatine



Leiterbahnseite der Digitalplatine

„Intelligente“ Kfz-Innenbeleuchtung



Diese elektronische Schaltung einer quasi intelligenten Kfz-Innenbeleuchtungssteuerung schaltet die Innenbeleuchtung beim Schließen der Fahrertür verzögert aus, wobei die Verzögerung entfällt, sobald die Zündung eingeschaltet wird. Die Schaltung stellt damit ein sinnvolles und nützliches Zubehör zur Kfz-Ausstattung dar, das zur allgemeinen Sicherheit beiträgt.

Allgemeines

Seit vielen Jahren ist die Kfz-Innenbeleuchtung, die sich beim Öffnen der Türen ein- und beim Schließen wieder ausschaltet, zu einem selbstverständlichen Zubehör im Automobilbau geworden.

Bald kam der Wunsch auf, daß die Innenbeleuchtung noch eine geraume Zeit nach dem Schließen der Türen leuchten sollte. Auf diese Weise kann man sich in Ruhe nach dem Einsteigen anschnallen und den Zündschlüssel ins Schloß stecken. Beim Aussteigen tappt man ebenfalls nicht ganz im dunkeln.

Beim Festlegen der „Nachleuchtdauer“ befindet man sich allerdings in einer Zwischmühle. Einerseits sollten mindestens 30 Sekunden bis zum Ausschalten vergehen, damit auch die Garage ohne Eile verlassen werden kann, während andererseits nach dem Starten des Fahrzeuges eine brennende Innenbeleuchtung stört — ja, sogar ein nicht zu vernachlässigendes Sicherheitsrisiko darstellt.

Im ELV-Labor wurde eine elektronische Schaltung entwickelt, die mit Hilfe moderner Elektronik auf einfache und preiswerte Weise eine optimierte Einschaltzeitdauer ermöglicht.

Sobald ein Türkontakt schließt (Tür auf), wird die Kfz-Innenbeleuchtung eingeschaltet.

In dem Moment, in dem die Tür wieder geschlossen wird (Türschalter geöffnet), startet eine Verzögerungszeit von ca. 20 Sekunden, in der die Innenbeleuchtung weiterhin eingeschaltet bleibt. Nach Ablauf dieser Zeit wird für weitere ca. 10 Sekunden die Innenbeleuchtung auf eine etwas niedrigere Helligkeitsstufe gebracht, um anschließend ganz zu verlöschen (also nach insgesamt ca. 30 Sekunden).

Im selben Moment, in dem die Zündung eingeschaltet wird, bricht die Verzögerungszeit ab, d. h. die Innenbeleuchtung ist nur solange eingeschaltet, wie eine Tür geöffnet ist.

Auf diese Weise ist sichergestellt, daß beim Starten des Fahrzeuges die Kfz-Innenbeleuchtung ausgeschaltet ist und den Fahrer nicht mehr stören kann.

Zur Schaltung

Auf den ersten Blick sieht die Schaltung komplizierter aus, als sie tatsächlich ist. Mit nur wenigen, ausschließlich preiswerten Standardbauelementen läßt sich das Gerät in kurzer Zeit aufbauen. Die von ELV in allen Kfz-Zubehörgeräten aus Gründen

der Störsicherheit eingesetzte Drossel (L 1) kann im vorliegenden Fall notfalls durch einen 100 Ω Widerstand ersetzt werden.

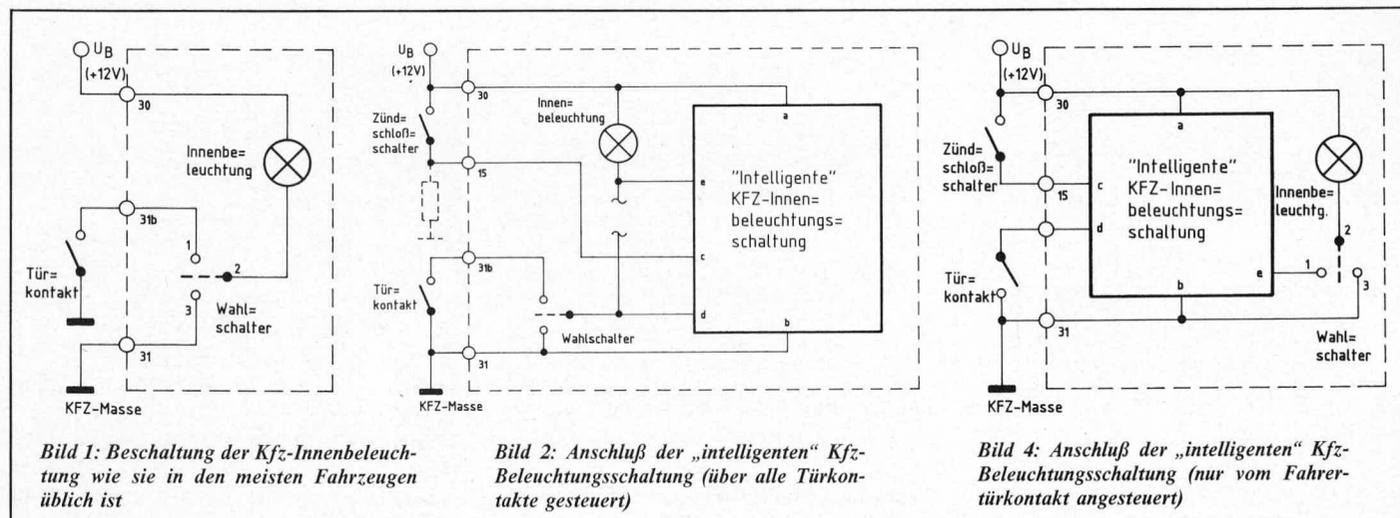
Bevor wir uns nun mit der Schaltung im einzelnen befassen, wollen wir kurz auf die prinzipielle Funktionsweise und den elektrischen Anschluß eingehen.

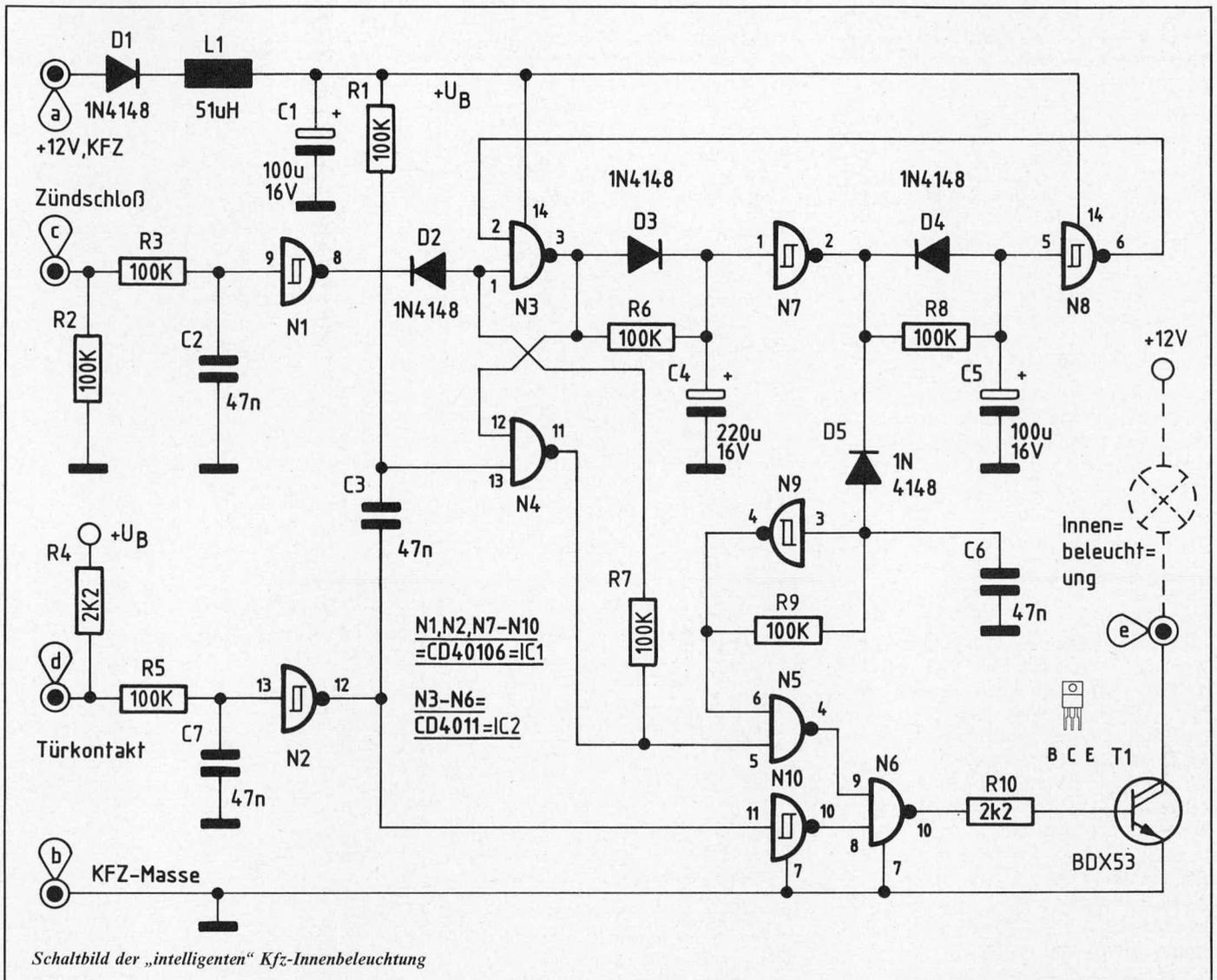
In Bild 1 ist die übliche, in den meisten Fahrzeugen vorhandene Beschaltung der Kfz-Innenbeleuchtung zu sehen. Im allgemeinen befindet sich in der Nähe der Leuchte ein Schalter, mit dem man folgende 3 Funktionen auswählen kann:

1. Betätigung der Innenbeleuchtung durch die Türen
2. Innenbeleuchtung ständig ausgeschaltet
3. Innenbeleuchtung ständig eingeschaltet.

Gemäß Bild 2 wird die vom Wahlschalter zur Innenbeleuchtung führende Zuleitung an der bezeichneten Stelle aufgetrennt und die Elektronik eingefügt.

Die Glühlampe der Innenbeleuchtung wird jetzt nicht mehr über die vorhandenen Schaltkontakte, sondern über den Endstufentransistor der Elektronik geschaltet, während die Ansteuerung der Elektronik über die Türkontakte und den Wahlschalter erfolgt, deren Funktion unverändert be-





stehen bleibt, lediglich mit dem Unterschied, daß nicht der Glühlampenstrom, sondern nur ein kleiner Steuerstrom für die Elektronik zu schalten ist.

Damit die Elektronik erkennen kann, daß die Zündung eingeschaltet ist, wird eine weitere Zuleitung zur Klemme 15 (ca. +12V bei Zündung „ein“) geführt.

Darüber hinaus wird je eine Leitung mit der positiven und eine mit der negativen Versorgungsspannung verbunden, damit die Schaltung einwandfrei arbeiten kann.

Der Stromverbrauch liegt im Ruhezustand bei ca. 0,1 mA. Die Belastung des Kfz-Akkus ist somit vernachlässigbar.

Wie aus vorstehender Beschreibung ersichtlich ist, eignet sich die Schaltung ausschließlich für Fahrzeuge, bei denen der Türkontakt die Innenbeleuchtung nach Masse schaltet.

Dies ist allerdings bei fast allen Fahrzeugen der Fall. Vor dem Einbau bzw. dem Aufbau der Schaltung sollte man sich sicherheits halber davon überzeugen.

Nachdem wir auf den Anschluß der Elektronik eingegangen sind, soll nachfolgend die Funktion der Schaltung im einzelnen beschrieben werden.

Die 12 V Kfz-Bordspannung wird über D1, L1 und C1 entkoppelt und gesiebt.

Schwankungen im Bereich von 8 V bis 15 V haben keinen Einfluß auf die Betriebssicherheit der Schaltung.

Bei ausgeschalteter Zündung liegt der Platinenanschlußpunkt „c“ über R2 auf Masse (ca. 0 V). Der Ausgang (Pin 8) des Inverters N1 liegt somit auf „high“-Potential (ca. +12 V) und D2 ist gesperrt.

Im Ruhezustand (alle Fahrzeurtüren geschlossen) liegt der Platinenanschlußpunkt „d“ über R4 auf ca. +12 V.

Der Ausgang (Pin 12) des Gatters N2 liegt somit auf „low“-Potential (ca. 0 V).

Im selben Moment, in dem eine Tür geöffnet, also ein Türkontakt geschlossen wird, liegt der Platinenanschlußpunkt „d“ auf Masse, wodurch der Ausgang (Pin 12) des Gatters N2 auf „high“-Potential (ca. +12 V) springt. Hierdurch wird der Inverter N10 sowie das Gatter N6 umgeschaltet, so daß am Ausgang (Pin 10) von N6 ebenfalls „high“-Potential ansteht, das über R10 T1 durchschaltet. Die Kfz-Innenbeleuchtung ist eingeschaltet.

Der Potentialwechsel von „low“ nach „high“ am Ausgang (Pin 12) von N2 wird über den Kondensator C3 auch auf den Eingang Pin 13 der als Speicher geschalteten Gatter N3/N4 gegeben, bleibt hier aber ohne Einfluß. Erst ein Zustandswechsel von „high“ nach „low“ (Fahrzeurtür

wird geschlossen) bewirkt ein Setzen über Pin 13 des Speichers N3/N4. Pin 11 von N4 geht auf „high“-Potential (ca. +12 V). Dieses Potential wird über die Gatter N5 und N6 fortgeschaltet, so daß der Ausgang (Pin 10) des Gatters N6 auf „high“-Potential bleibt, obwohl durch das Schließen der Fahrzeurtür die Inverter N2 und N10 ein Ausschalten der Innenbeleuchtung bewirken wollten. Die Innenbeleuchtung ist aber weiterhin eingeschaltet.

Über den 2. Ausgang (Pin 3) des Speichers N3/N4, der seinen Zustand beim Schließen der Fahrzeurtür von „high“ nach „low“ wechselte, wird der Kondensator C4 über R6 langsam entladen. Nach ca. 20 Sekunden wechselt daraufhin der Ausgang (Pin 2) des Inverters N7 von „low“ auf „high“.

Zum einen wird hierdurch der Oszillator (R9, C6, N9) über D5 freigegeben und das Gatter N5 über Pin 6 mit Rechteckimpulsen getaktet. Da diese Impulse gleichfalls am Ausgang (Pin 10) des Gatters N6 anstehen, hat dies eine Helligkeitsreduzierung der Kfz-Innenbeleuchtung zur Folge, da nur in der Hälfte der Zeit durch T1 Strom fließen kann.

Zum anderen wird über R8 der Kondensator C5 langsam aufgeladen. Nach weiteren ca. 10 Sekunden wechselt der Ausgang (Pin 6) des Inverters N8 von „high“ nach

„low“ und der Speicher N 3/N 4 wird über seinen Eingang Pin 2 zurückgesetzt. Die Innenbeleuchtung verlischt ganz.

Nachfolgend soll der komplette Funktionsablauf zum besseren Verständnis nochmals in Kurzform aufgezeichnet werden:

Solange eine Tür geöffnet ist (Kontakt geschlossen), wird die Innenbeleuchtung über N 2, N 10 und N 6 mit Hilfe von T 1 aktiviert.

Ein Schließen der Tür (Kontakt geöffnet) bewirkt über C 3 ein Setzen des Speichers N 3/N 4, d. h. die Innenbeleuchtung bleibt zunächst noch eingeschaltet.

Nach Ablauf der durch R 6/C 4 festgelegten Zeit (ca. 20 Sekunden) wird der mit N 9 aufgebaute Oszillator freigegeben und der Stromfluß zur Ansteuerung der Innenbeleuchtung über N 5/N 6 getaktet (geringere Helligkeit).

Nach Ablauf der 2. Zeitkonstanten (R 8/C 5) wird über N 8 der Speicher N 3/N 4 zurückgesetzt und die Innenbeleuchtung verlischt.

Durch Einschalten der Zündung wird der Speicher N 3/N 4 über N 1, D 2 vorzeitig zurückgesetzt. Ist die Zündung bereits eingeschaltet wenn die Tür geschlossen wird, verlischt die Innenbeleuchtung sofort beim Schließen der Tür oder aber in dem Moment, in dem die Zündung eingeschaltet wird, spätestens jedoch nach Ablauf der beiden Verzögerungszeiten.

Zum Nachbau

Zunächst werden die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet.

Da der Leistungs-Schalttransistor T 1 digital angesteuert und ausschließlich im Schalterbetrieb arbeitet, kann im vorliegenden Fall auf einen Kühlkörper verzichtet werden.

Die Schaltung selbst kann in ein passendes Kunststoffgehäuse eingebaut werden, wobei die Anordnung in der Nähe der Innenbeleuchtung vorgenommen werden sollte.

Besteht diese Möglichkeit aus Platzgründen nicht, so kann der Anschluß in etwas vereinfachter Form entsprechend Bild 4 vorgenommen werden. Hier wird das Gerät allerdings nur von dem Fahrertürkontakt angesteuert. Falls möglich, empfiehlt sich daher der Anschluß gemäß Bild 2, worauf wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher eingehen.

Nachdem die Platine in gewohnter Weise bestückt wurde, sind von der Bestückungsseite her 5 Schrauben M 3 x 6 mm durch die entsprechenden Bohrungen in der Platine zu stecken und auf der Leiterbahnseite festzuschrauben. Anschließend kann die Platine in das Gehäuseoberteil gesetzt werden, wozu vorher entsprechende Bohrungen in den Gehäusedeckel einzubringen sind. Jetzt werden 5 Kfz-Flachstecker mit 3 mm Bohrungen von der Gehäuseaußenseite auf die durchgeführten Schrauben gelegt und mit 5 Muttern M 3 fest mit der Schaltung verbunden (Bild 3).

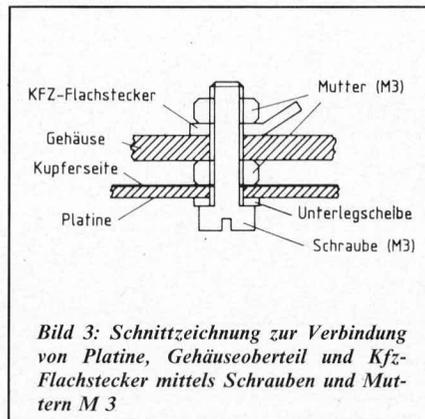


Bild 3: Schnittzeichnung zur Verbindung von Platine, Gehäuseoberteil und Kfz-Flachstecker mittels Schrauben und Muttern M 3

Wird nun das Gehäuseoberteil auf das entsprechende Gehäuseunterteil gesetzt, hat man durch die vorstehend beschriebene Verbindungsmaßnahme eine gut geschützte und zuverlässig arbeitende elektronische Schaltung.

Grundsätzlich kann die Schaltung auch ohne Gehäuse eingebaut werden, wobei auf Feuchtigkeitsschutz und Berührungssicherheit sorgfältig zu achten ist, damit keine Kurzschlüsse entstehen können.

Der Anschluß des fertigen Bausteins erfolgt anhand der in Bild 2 dargestellten Schaltskizze. Die dort angegebenen Ziffern sind gebräuchliche Klemmenbezeichnungen, die in den meisten Fahrzeugen einheitlich angewendet werden, jedoch nicht verbindlich sind.

Zu beachten ist noch, daß grundsätzlich die Versorgungsspannung (+ 12 V) hinter einer Fahrzeugsicherung abgenommen wird, damit bei einem Defekt der Schaltung bzw. einem Kurzschluß kein weitergehender Schaden entstehen kann.

Abschließend möchten wir noch darauf hinweisen, daß die Schaltung auch ohne Anschluß des Zündschloßschalters (Platinenanschlußpunkt „c“) eingesetzt werden kann, wobei dann lediglich der vorzeitige Abbruch der Verzögerungszeit über die Zündung nicht erfolgt. Die Verzögerungszeiten können durch Verkleinern der Widerstände R 6 und R 8 (ca. halber Wert) verkürzt werden.

Stückliste: „Intelligente“ Kfz-Innenbeleuchtung

Halbleiter

IC 1	CD 40106
IC 2	CD 4011
T 1	BDX 53
D 1-D 5	1 N 4148

Kondensatoren

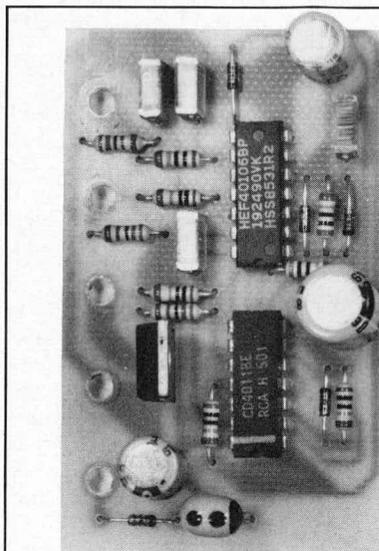
C 1, C 5	100 µF/16 V
C 2, C 3, C 6, C 7	47 nF
C 4	220 µF/16 V

Widerstände

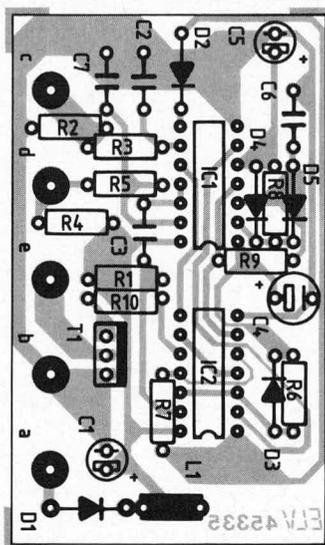
R 1-R 3, R 5-R 9	100 kΩ
R 4, R 10	2,2 kΩ

Sonstiges

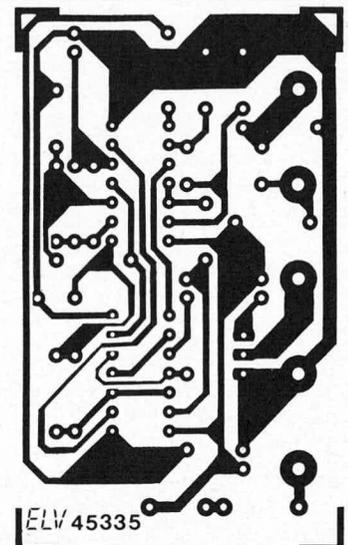
L 1	51 uH
5 Schrauben M 3 x 10	
5 Kfz-Flachstecker	
10 Muttern M 3	



Ansicht der fertig bestückten Platine der „intelligenten“ Kfz-Innenbeleuchtung

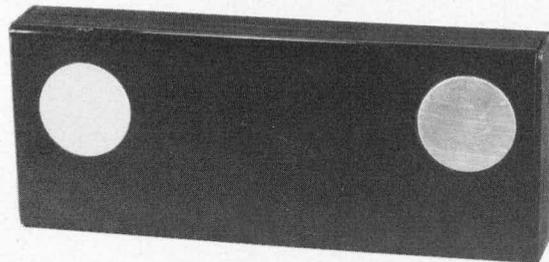


Bestückungsseite der Platine der „intelligenten“ Kfz-Innenbeleuchtung



Leiterbahnseite der Platine der „intelligenten“ Kfz-Innenbeleuchtung

Ultraschall-Bewegungs-Detektor/ Alarmgeber



Alarmanlagen stellen nach wie vor beliebte Projekte zum Selbstbau dar, derweil fertige Alarmsysteme, sofern sie funktionssicher sind, im allgemeinen einen recht hohen Preis besitzen. Im ELV-Labor wurde daher ein hochwertiges Alarmsystem entwickelt, dessen Aufbau unkompliziert und vor allem preiswert durchzuführen ist.

In dem hier vorliegenden Artikel stellen wir Ihnen als wesentlichen Bestandteil eines kompletten Alarmsystems einen Ultraschall-Bewegungs-Detektor vor, der sich durch hohe einstellbare Sensibilität, große Reichweite, geringe Stromaufnahme und hohe Betriebssicherheit auszeichnet. Selbstverständlich kann diese Schaltung auch als eigenständiges Gerät zu Schaltzwecken eingesetzt werden.

In einer der kommenden Ausgaben des „ELV journal“ stellen wir Ihnen dann eine ebenso komfortable wie preiswerte Alarmzentrale vor, an die eine Vielzahl unterschiedlicher Alarmauslöser angeschlossen werden kann, so auch die hier vorgestellte Schaltung.

Allgemeines

Der hier vorgestellte Ultraschall-Bewegungs-Detektor UBD 30 liefert am Ausgang ein Steuersignal, das im Ruhezustand (keine Bewegung im überwachten Bereich) ca. +12 V beträgt.

Sobald Bewegungen registriert (detektiert) werden, wechselt das Ausgangspotential der Schaltstufe von „high“ nach „low“ (ca. 0 V).

Der Ultraschall-Bewegungs-Detektor UBD 30 kann somit für die verschiedensten Aufgabenbereiche eingesetzt werden:

1. als Alarmmelder zur Ansteuerung einer Alarmzentrale,
2. als Bewegungsdetektor allgemein zur Ansteuerung von Lichtschaltgeräten, Türöffnern usw.,
3. als Reflektions-Ultraschall-Schranke (in Analogie zur Lichtschranke),
4. als Bewegungsdetektor für Systeme, die ein Signal abgeben, wenn in einer bestimmten Zeitspanne keine Bewegungen mehr detektiert wurden (entgegen-gesetzte Funktion wie unter Punkt 1 beschrieben).

Vorstehende Ausführungen lassen erkennen, daß es sich bei dem hier vorgestellten Ultraschall-Bewegungs-Detektor UBD 30 um einen universell ausgelegten Bewegungsmelder handelt, der sich aufgrund seiner professionellen Technik und der damit verbundenen Zuverlässigkeit ein breites Anwendungsgebiet erschließt.

Prinzipielle Funktionsweise

Ein Ultraschall-Sender strahlt in den zu überwachten Raum ein kontinuierliches

Ultraschall-Signal mit einer Frequenz von 30,3 kHz ab.

In die gleiche Richtung weist auch der Ultraschall-Empfänger, der das reflektierte Ultraschall-Signal aufnimmt und auswertet.

Die nachfolgend beschriebene grundsätzliche Arbeitsweise des UBD 30 beruht auf dem Doppler-Effekt.

Solange in dem zu überwachenden Bereich keine Bewegungen auftreten, ist die Frequenz, die der Ultraschall-Empfänger aufgrund von Reflektionen aufnimmt, identisch mit der Sendefrequenz.

Neben der empfangenen Frequenz wird zusätzlich über eine direkte Verbindung vom Sender zum Empfänger die Original-Sendefrequenz auf eine Mischstufe gegeben, die als Ausgangssignal die Differenzfrequenz zwischen Sende- und Empfangssignal ausgibt.

Ohne bewegte Objekte im Überwachungsbereich stimmen Sende- und Empfangsfrequenz überein, so daß das Ausgangssignal der Mischstufe 0 Hz beträgt.

Ein besonderer Vorteil liegt u. a. darin, daß die absoluten Wechselspannungspegel von untergeordneter Bedeutung sind, da lediglich Frequenzen in der Art einer FM (Frequenzmodulation) ausgewertet werden.

Bewegt sich nun im Überwachungsbereich zum Beispiel ein Mensch mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s auf den Ultraschall-Bewegungs-Detektor zu oder entfernt er sich mit derselben Geschwindig-

keit, so empfängt der Ultraschall-Detektor neben der Grundfrequenz eine weitere Frequenz, die um einen gewissen Betrag von der Grundfrequenz abweicht. Die Höhe der Frequenzabweichung ist dabei direkt proportional zur Geschwindigkeit des sich bewegenden Objektes und folgt der Formel:

$$\Delta f = \frac{2 \cdot f \cdot v}{c}$$

Δf = Frequenzänderung gegenüber der Grundfrequenz

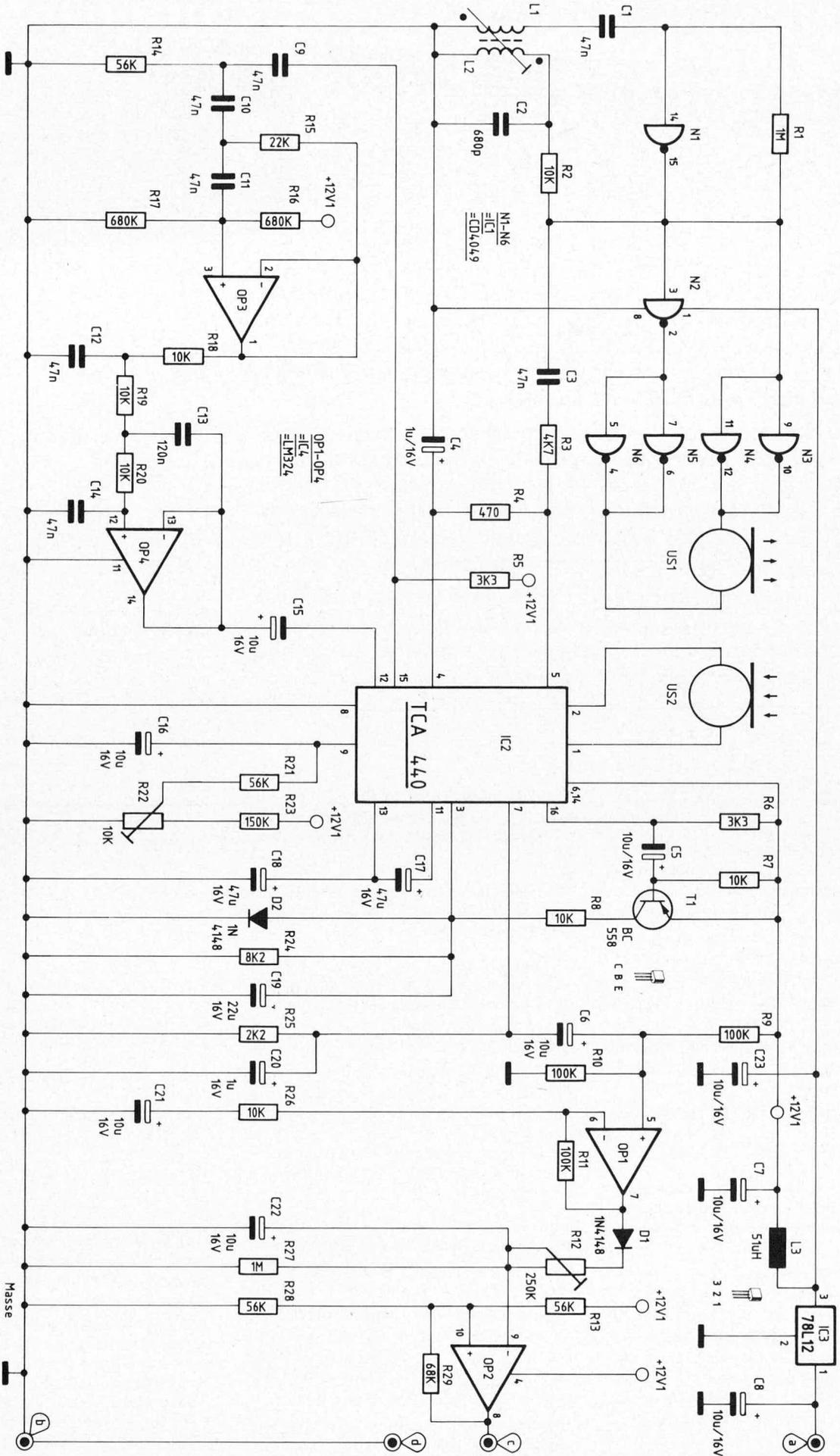
f = Grundfrequenz des Ultraschall-Senders

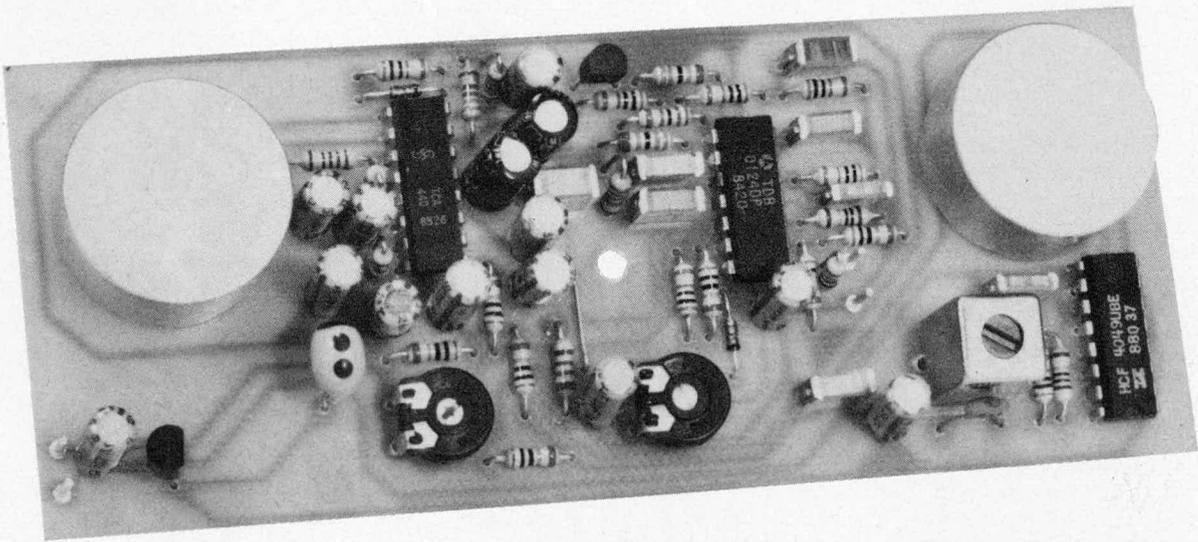
v = Geschwindigkeit des bewegten Objektes (relativ zum Bewegungsdetektor)

c = Schallgeschwindigkeit in Luft (ungefähr 340 m/s).

Auf unser Beispiel bezogen würde sich somit eine Frequenzdifferenz von 178 Hz ergeben. Bewegt sich das Objekt auf die Anordnung zu, so ist die reflektierte Frequenz entsprechend höher (also 30,3 kHz + 0,178 kHz = 30,478 kHz), während die Frequenz um den gleichen Betrag absinkt, wenn sich das Objekt von der Anordnung fortbewegt. Wichtig ist jedoch, daß in jedem Fall eine Differenzfrequenz erzeugt wird. Lediglich bei Bewegungen direkt parallel zur Anordnung tritt kein Differenzsignal auf. Dies ist praktisch jedoch von untergeordneter Bedeutung, da zum einen solche Bewegungen kaum auftreten und zum anderen aufgrund von Mehrfach-Reflektionen (die auch seitlich einfallen), wiederum ein Signal den Empfänger zur Auswertung erreicht, bei evt. etwas eingeschränkter Empfindlichkeit.

Schaltbild des Ultraschall-Bewegungs-Detektors/Alarmsgabers





Ansicht des betriebsfertigen Ultraschall-Bewegungs-Detektors/Alarmgebers vor dem Einbau ins Gehäuse

Die so gewonnene Differenzfrequenz wird über ein Bandfilter geleitet, dessen untere Grenzfrequenz 45 Hz und dessen obere Grenzfrequenz 450 Hz beträgt. Auf diese Weise werden extrem langsame Bewegungen sowie Störschall weitgehend unterdrückt. Die Funktion der Anlage wird hierdurch, auf den Anwendungsbereich bezogen, in keiner Weise beeinträchtigt, wohl aber die Störsicherheit wesentlich erhöht. Man denke hierbei nur an Vorhänge, die sich durch erwärmte Luft kaum merklich bewegen. Ohne entsprechende Vorkehrungsmaßnahmen könnte dies einen Alarm auslösen. Da eine Alarmanlage nur dann praktisch nutzbar ist, wenn sie auch eine hinreichende Störsicherheit u. a. gegen Fehlalarm besitzt, haben wir bei der Entwicklung des UBD 30 diesem Punkt besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Dem Bandfilter ist ein Zwischenverstärker nachgeschaltet. Mit einem Einstelltrimmer kann der Verstärkungsfaktor in weiten Grenzen beeinflusst werden.

Am Ausgang schließt sich noch ein weiterer Verstärker, ein Gleichrichter sowie ein Komparator an, der dann den eigentlichen Schaltvorgang auslöst.

Zur Schaltung

Für die Ansteuerung des eigentlichen Ultraschall-Senders ist ein Oszillator mit hoher Frequenzstabilität erforderlich.

RC-Oszillatoren sind hierfür nur eingeschränkt geeignet, da sie aufgrund von Frequenzschwankungen, auch wenn diese nur gering sind, bereits ein Differenz-Frequenzsignal in der Auswerteelektronik erzeugen und damit eine Fehlalarmlösung herbeiführen können.

Quarzoszillatoren hingegen besitzen, wie allgemein bekannt, eine ausgezeichnete Frequenzstabilität, weisen jedoch den Nachteil auf, daß sie nicht in dem für diesen Anwendungsfall erforderlichen Rahmen abgestimmt werden können.

So bleibt dann nur ein LC-Oszillator übrig, der alle hier geforderten Eigenschaften in sich vereint.

Realisiert wird dieser Oszillator mit dem Gatter N 1 mit Zusatzbeschaltung.

Der Rückkopplungswiderstand R 1 bringt das Gatter zunächst in einen linearen Bereich, d. h. der Arbeitspunkt wird automatisch eingestellt.

Der Ausgang (Pin 15) des Gatters N 1 arbeitet über den Entkoppelwiderstand R 2 auf den eigentlichen, die Frequenz bestimmenden Schwingkreis, bestehend aus L 2 und C 2.

L 2 stellt die eine Wicklung des Ferrit-Übertragers dar, während die Sekundärseite (L 1) über den Entkoppelkondensator C 1 auf den Eingang (Pin 14) des Gatters N 1 arbeitet.

Ein genauer Frequenzabgleich, der im weiteren Verlauf dieses Artikels noch ausführlich beschrieben wird, kann durch Verdrehen des Ferritkerns des Übertragers auf einfache Weise vorgenommen werden. Am Ausgang des Gatters N 1 steht dann die gewünschte Frequenz von 30,3 kHz an.

Damit keine unerwünschten Rückwirkungen des eigentlichen Ultraschall-Senders US 1 auf den Oszillator auftreten können, wird über die Gatter N 2 bis N 6 eine sichere Entkoppelung bei gleichzeitiger Pufferung vorgenommen.

Die Gatter N 5 und N 6 erhalten über N 2 ein invertiertes Signal, so daß das Ausgangssignal von N 5 und N 6 genau gegenphasig zum Ausgangssignal von N 3 und N 4 ist. Auf diese Weise erhält man eine Verdoppelung der Ansteuerspannung bzw. sogar eine Vervielfachung der Sendeleistung des Ultraschall-Senders US 1.

Damit sowohl der Sender US 1 als auch der Empfänger US 2 einen möglichst großen Wirkungsgrad bei gleichzeitiger hoher Selektivität erreichen, sind sie konstruktiv so ausgeführt, daß sie eine ausgeprägte Resonanzkurve besitzen, deren höchster Punkt bei 30,3 kHz liegt. Zusätzlich werden hierdurch Störungen weitgehend ausgeblendet.

Bei den hier eingesetzten Ultraschall-Wandlern handelt es sich um hochwertige professionelle Systeme des Typs US 89 B, die mechanisch so stabil ausgeführt sind, daß die Abstrahlfläche ungeschützt eingebaut werden kann. Selbst harte Stöße können den Wandlern nichts anhaben.

Vom Senderausgang wird über C 3/R 3 ein kleines Signal ausgekoppelt und auf den Mischereingang (Pin 5) des IC 2 geführt.

Das von US 2 empfangene reflektierte Signal gelangt auf die Differenzeingänge Pin 1 und 2 des IC 2, wo zunächst eine Verstärkung vorgenommen wird. Anschließend wird dieses verstärkte Empfangssignal auf den 2. Mischereingang, der intern im IC 2 verschaltet ist, gegeben.

Die Differenzfrequenz zwischen reflektierter Empfangsfrequenz und Original-Sendefrequenz steht an Pin 15 des IC 2 zur Verfügung.

OP 3 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung (C 9, 10, 11 sowie R 14 bis 17 einen Hochpaß mit einer unteren Grenzfrequenz von 45 Hz dar, während OP 4 mit seiner Zusatzbeschaltung (R 18, 19, 20 sowie C 12, 13, 14) einen Tiefpaß mit einer oberen Grenzfrequenz von 450 Hz realisiert.

Über C 15 gelangt die gefilterte Zwischenfrequenz auf den Eingang (Pin 12 des IC 2) des ebenfalls im IC 2 integrierten Zwischenfrequenzverstärkers. Die Verstärkung kann über R 22 in weiten Bereichen vorgegeben werden.

Das Ausgangssignal steht an Pin 7 des IC 2 zur Verfügung und wird über C 6 dem OP 1 zugeführt, der nochmals eine 10fache Verstärkung vornimmt.

Mit D 1 erfolgt eine Spitzenwertgleichrichtung mit nachfolgender Pufferung durch C 22.

R 12 dient in diesem Zusammenhang zur Festlegung der Ansprechgeschwindigkeit bzw. Ansprechverzögerung.

OP 2 ist als Komparator geschaltet, an dessen Ausgang (Pin 8) das digitale Steuersignal zur Verfügung steht.

Als weitere Besonderheit weist die hier vorgestellte Schaltung eine automatische Verstärkungsanpassung und Regelung auf, die eine selbsttätige Optimierung der Empfangseigenschaften hinsichtlich des zu überwachenden Raumes vornimmt. Hierzu steht an Pin 16 des IC 2 ein Steuersignal an, das über C 5 entkoppelt auf die Basis von T 1 gegeben wird. T 1 speist nun über R 8 einen Strom in die RC-Kombination R 24/C 19 ein, der einen Spannungsabfall an R 24 zur Folge hat. Diese Spannung gelangt auf den Steuereingang (Pin 3), mit dem die Verstärkung der Eingangsstufe geregelt wird. Je größer das Eingangssignal an Pin 1 und 2 des IC 2, desto höher die Amplitude an Pin 16. Darauf folgt ein größerer Strom durch R 8 und eine höhere Spannung an Pin 3 des IC 2, die wiederum eine Verstärkungsreduzierung bewirkt. Wir sehen also, daß es sich um einen geschlossenen und stabilen Regelkreislauf handelt, der eine optimale Verstärkungsanpassung der Eingangsstufe bewirkt.

Die Versorgungsspannung, die im Bereich zwischen 14 V und 20 V schwanken darf, wird über das IC 3 des Typs 78 L 12 auf 12 V stabilisiert.

Der Ultraschall-Sender wird daraus direkt gespeist, während die gesamte Elektronik des Ultraschall-Empfängers zusätzlich über L 3 und C 7 entkoppelt wird.

Aufgrund des außerordentlich hohen Wirkungsgrades, sowohl der Ultraschallwandler als auch des Gesamtsystems, liegt die Stromaufnahme lediglich bei ca. 30 mA, so daß eine Batteriepufferung (evt. über die Alarmzentrale) ohne weiteres möglich ist.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente finden auf einer einzigen Platine mit den Abmessungen 135 mm x 55 mm Platz. Der Aufbau wird dadurch besonders einfach.

Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet.

Die beiden Ultraschallwandler des Typs US 89 B (Sender und Empfänger sind gleich) können entweder direkt oder über 2 Lötstifte mit der Platine verbunden werden. Die genaue Einlötposition (Abstand zur Platine) wird so vorgenommen, daß die Abstrahlfläche der Ultraschallwandler genau mit der Frontfläche des verwendeten Gehäuses abschließt.

Aufgrund der insgesamt günstigen und praxisorientierten Eigenschaften der verwendeten Ultraschallwandler, sind keine besonderen Einbaubeschränkungen oder Hinweise zu beachten. Selbst eine Pufferung über Gummihalierungen o. ä. ist nicht erforderlich, d. h. die Wandler können ohne weiteres seitlich oder rückwärtig mechanisch fixiert werden (Berührung mit Gehäuseteilen spielt keine Rolle). Lediglich die Abstrahlfläche nach vorne muß selbstverständlich frei bleiben.

An den Platinenanschlußpunkt „a“ wird die positive Versorgungsspannung (14 V bis 20 V) und an den Platinenanschlußpunkt „b“ wird die Masseverbindung angeschlossen.

Das Ausgangssignal steht am Platinenanschlußpunkt „c“ zur Verfügung und wird möglichst mit einer I-adrigen abgeschirmten Zuleitung ausgekoppelt, deren Schirmung an den Platinenanschlußpunkt „d“ gelegt wird.

Damit ist der Aufbau bereits beendet.

Einstellung und Inbetriebnahme

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Versorgungsspannung angelegt werden.

Zweckmäßigerweise überprüft man gleichzeitig die Stromaufnahme, die bei ca. 30 mA liegen sollte (in jedem Fall unter 50 mA).

Mit einem Voltmeter wird jetzt zunächst die mit dem Festspannungsregler IC 3 stabilisierte Betriebsspannung gemessen. Sie muß im Bereich zwischen 11,0 V und 12,5 V liegen. Hierzu wird der Minusanschluß des Voltmeters mit der Schaltungsmasse verbunden. Mit dem Plusanschluß werden folgende Meßpunkte geprüft:

Pin 1 des IC 1, Pin 6 und 14 des IC 2, Pin 3 des IC 3 sowie Pin 4 des IC 4. Liegt an diesen Punkten die korrekte Betriebsspannung an, wird als nächstes die Regelspannung an Pin 3 des IC 2 gemessen.

Die Platine wird hierzu in einem Abstand von ca. 3 Metern parallel zu einer gegenüberliegenden Wand fest montiert. Die gesamte Platine und damit auch die beiden Ultraschallwandler weisen also direkt auf die 3 Meter entfernte Wandfläche.

Der Ferritkern des Übertragers L 1/L 2 wird jetzt langsam in kleinen Schritten verdreht, bis an Pin 3 des IC 2 die maximale Spannung erreicht ist.

Wie wir bereits im Verlauf der Schaltungsbeschreibung festgestellt haben, bedeutet eine größere Spannung an Pin 3 des IC 2 eine Verstärkungsreduzierung, ausgelöst durch eine Eingangsspannungserhöhung. Maximale Spannung an Pin 3 bedeutet also größtmögliche Eingangsspannung an Pin 1 und 2 des IC 2.

Beim Abgleich des Übertragers ist darauf zu achten, daß im „Sichtbereich“ der Ultraschallwandler keine Störungen durch be-

wegte Objekte usw. auftreten. Der Ferritkern wird jeweils nur ein kleines Stück gedreht, um anschließend die Veränderung der Spannung an Pin 3 des IC 2 zu beobachten.

Hat man das Spannungsmaximum erreicht, kann die Sendefrequenz direkt am Ultraschallwandler US 1 mit einem Frequenzzähler sicherheitshalber überprüft werden. Sie muß bei $30,3 \text{ kHz} \pm 1\%$, also zwischen 30,0 kHz und 30,6 kHz liegen, da die hochwertigen Wandler Systeme auf 1% (!) selektiert sind.

Sollte der Einstellbereich des Ferritkerns nicht ausreichen, kann der Kondensator C 2 entsprechend verkleinert (Frequenzerhöhung) oder vergrößert (Frequenzreduzierung) werden.

Durch die hohe Selektivität, d. h. durch die ausgeprägte Resonanzkurve der Ultraschallwandler, ist der Feinabgleich der Sendefrequenz, wie vorstehend beschrieben, sorgfältig durchzuführen.

Jetzt kann der Einbau ins Gehäuse und die Installation am vorgesehenen Aufstellort erfolgen.

Mit R 22 kann die Empfindlichkeit (Reichweite) eingestellt werden. 0 V an Pin 9 des IC 2 entspricht maximaler Verstärkung (Empfindlichkeit), d. h. R 22 befindet sich am rechten Anschlag (im Uhrzeigersinn gedreht). Je weiter R 22 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht wird, desto geringer ist die Ansprechempfindlichkeit und damit die Reichweite.

Bei maximaler Empfindlichkeit können Reichweiten von 10 Meter und mehr erzielt werden. Für Alarmanlagen sollte dieser Bereich im allgemeinen nicht voll ausgeschöpft werden, da dann im Nahbereich eine Alarmauslösung bereits von Insekten erfolgen könnte. Die Empfindlichkeit der Anlage sollte daher nur so hoch eingestellt werden, wie dies unbedingt erforderlich ist, um eine größtmögliche Störsicherheit zu gewährleisten.

Der Trimmer R 12 dient zum Festlegen einer Ansprechverzögerung, wobei die Empfindlichkeit allerdings in geringem Maße mit beeinflußt wird.

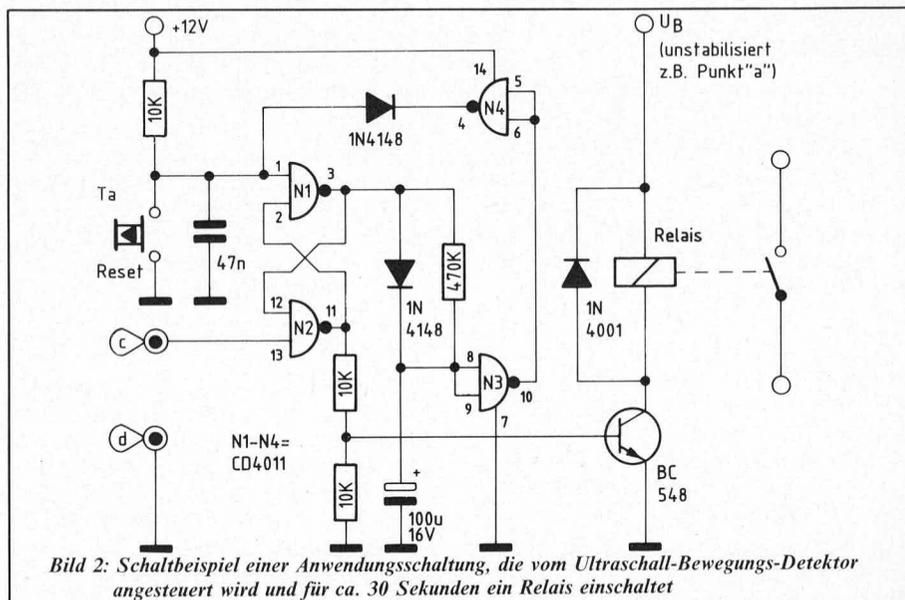


Bild 2: Schaltbeispiel einer Anwendungsschaltung, die vom Ultraschall-Bewegungs-Detektor angesteuert wird und für ca. 30 Sekunden ein Relais einschaltet

Befindet sich R 12 am linken Anschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht), bedeutet dies maximale Ansprechgeschwindigkeit, d. h. bereits kurze Impulse, die von kleinsten detektierten Objektbewegungen ausgelöst werden können, führen zum Schalten des Komparators OP 2.

Je weiter R 12 im Uhrzeigersinn gedreht wird, desto größer wird die Ansprechfähigkeit bzw. Ansprechverzögerung, die bis zu ca. 10 Sekunden eingestellt werden kann.

Der Ausgang des Komparators OP 2 kann einen Strom von ca. 10 mA direkt treiben. In Bild 2 ist eine kleine Applikation dargestellt, die ein Relais schaltet, sobald vom Ultraschallmelder eine Bewegung registriert wird. Ein Rücksetzen (Alarm-Stopp) erfolgt entweder manuell über die Taste Ta oder automatisch nach ca. 30 Sekunden.

Dieser kleine Schaltungsvorschlag soll nur als einfaches Beispiel für eine Vielzahl möglicher Anwendungen dienen, wobei das bevorzugte Einsatzgebiet dieses Ultraschallmelders in der Ansteuerung einer Alarmzentrale liegt. Hierbei können je nach Alarmzentralen auch mehrere Ultraschallmelder gleichzeitig eingesetzt werden, die sich allerdings in unterschiedlichen Räumen befinden müssen, um eine gegenseitige Beeinflussung auszuschließen.

Stückliste: Ultraschall-Alarmgeber

Halbleiter

IC 1	.....	CD 4049
IC 2	.....	TCA 440
IC 3	.....	78 L 12
IC 4	.....	LM 324
T 1	.....	BC 558
D 1, D 2	.....	1 N 4148

Kondensatoren

C 1, C 3	.....	47 nF
C 2	.....	680 pF
C 9-C 12, C 14	.....	47 nF
C 4, C 20	.....	1 μ F/16 V
C 5-C 8, C 15, C 16	.....	10 μ F/16 V
C 13	.....	120 nF
C 17, C 18	.....	47 μ F/16 V
C 19	.....	22 μ FF/16 V
C 21-C 23	.....	10 μ F/16 V

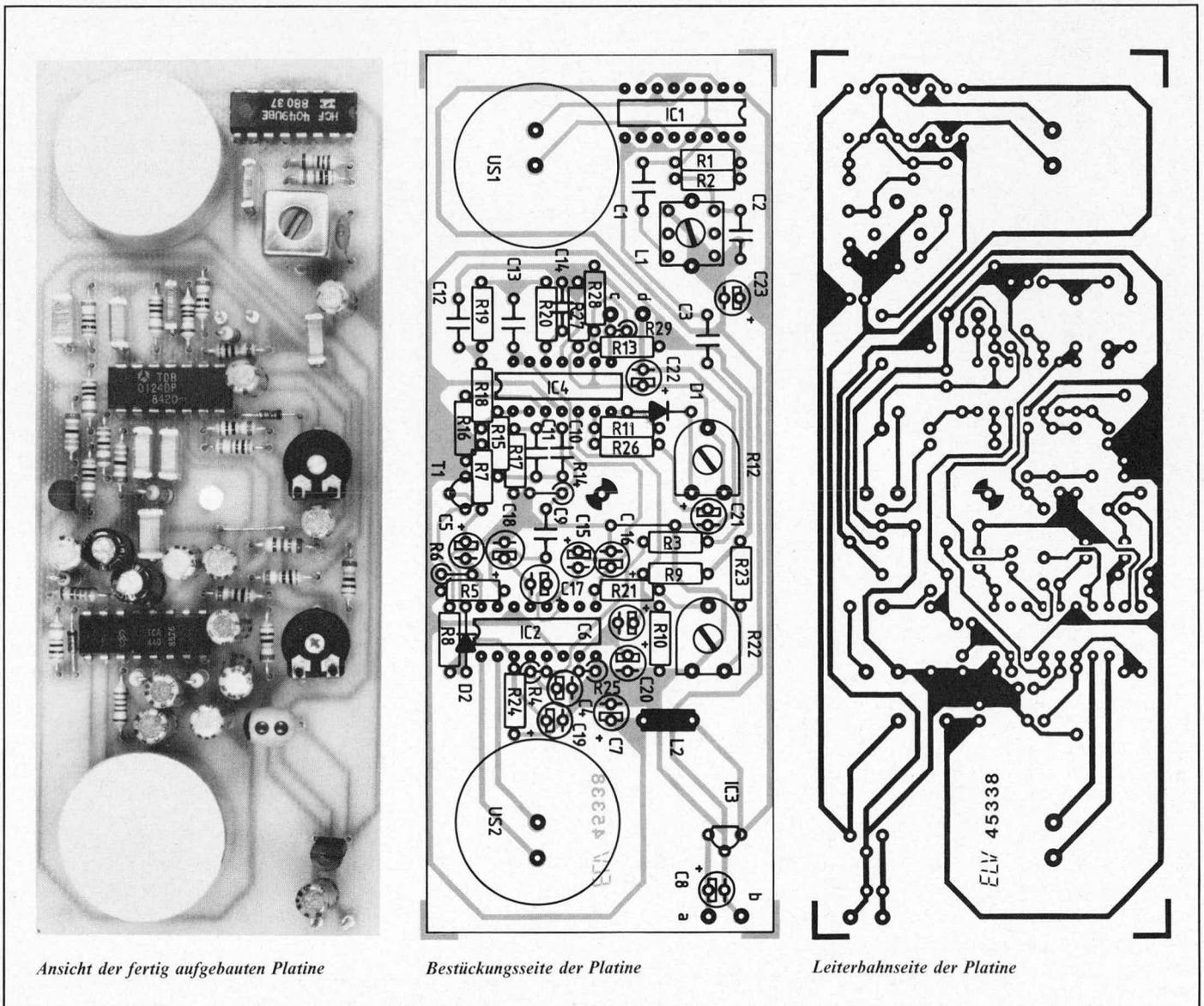
Widerstände

R 1, R 27	1 M Ω
-----------	-------	--------------

R 2, R 7, R 8	.....	10 k Ω
R 3	.....	4,7 k Ω
R 4	.....	470 Ω
R 5, R 6	.....	3,3 k Ω
R 9-R 11	.....	100 k Ω
R 12	...	250 k Ω , Trimmer liegend
R 13, R 14, R 21, R 28	...	56 k Ω
R 15	.....	22 k Ω
R 16, R 17	.....	680 k Ω
R 18-R 20, R 26	.....	10 k Ω
R 22	...	10 k Ω , Trimmer liegend
R 23	.....	150 k Ω
R 24	.....	8,2 k Ω
R 25	.....	2,2 k Ω
R 29	.....	68 k Ω

Sonstiges

L 1, L 2	.....	CEC-D 377 S
L 3	.....	51 uH
Us 1, Us 2	.....	US89B
4 Lötstifte		



Ultraklirrarmer 1 KHz-Pegeltongenerator

Zur Erzeugung eines extrem klirrfaktorarmen 1 KHz-Signals mit definierter Amplitudenhöhe dient diese kleine Schaltung.

Allgemeines

Pegeltongeneratoren werden in der Audio-Technik im Studiobereich für die Pegel-Überwachung und Einstellung von Signalquellen und Verstärkern eingesetzt. Hierbei bedient man sich im allgemeinen einer Frequenz von ca. 1 KHz, die gleichzeitig im Bereich der größten Empfindlichkeit des menschlichen Gehörs liegt.

Für den engagierten Hobby-Akustiker kann ein Pegeltongenerator auch im privaten Bereich nützliche Dienste leisten, besonders dann, wenn er sich gleichzeitig durch einen besonders niedrigen Klirrfaktor auszeichnet. So können zum Beispiel nicht nur 0 dB Pegel ($0,775 V_{eff}$) überprüft und nachgestellt, sondern mit Hilfe eines Klirrfaktormessgerätes auch die Verzerrungsprodukte bestimmt werden (denn nicht jedes Klirrfaktormessgerät besitzt einen eingebauten klirrfarmen Sinusgenerator).

Der ELV-Pegeltongenerator zeichnet sich durch folgende technische Daten besonders aus:

- weiter Versorgungsspannungsbereich von 8 V bis 30 V
- geringe Stromaufnahme zwischen 4,5 und 6 mA
- Klirrfaktor ca. 0,01 % (!), d. h. ultraklirrarmer

- driftarme, stabile Ausgangsfrequenz von ca. 1000 Hz
- Ausgangsspannungspegel auf 0 dB, entsprechend 775 mV kalibrierbar
- Ausgangsspannung weitgehend unabhängig von Versorgungsspannungs- und Temperaturschwankungen.

Vorstehend aufgeführte Daten lassen erkennen, daß es sich bei der hier vorgestellten Schaltung um einen qualitativ hochwertigen Pegeltongenerator handelt.

Zur Schaltung

Trotz der ansprechenden technischen Daten ist die Schaltung verhältnismäßig einfach gehalten.

Um mit einer unsymmetrischen, d. h. einfachen Versorgungsspannung auszukommen, wird mit Hilfe von R1, R2, C2, C3 sowie OP1 ein künstlicher, stabiler Versorgungsmittelpunkt erzeugt, der immer genau auf der halben Betriebsspannung liegt und gleichzeitig die Schaltungsmasse (Bezugspunkt) darstellt.

C1 dient zur Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung.

Der eigentliche 1 KHz-Sinus-Generator wird mit OP2 und Zusatzbeschaltung realisiert. Hierbei handelt es sich um einen Wien-Robinson-Generator, dessen Ausgangsamplitude im Bereich von ca. $2,0 V_{ss}$

bis $4,0 V_{ss}$ eingestellt werden kann. In den meisten Fällen wird ein Ausgangsspannungswert von 0 dB, entsprechend $775 mV_{eff} = 2192 mV_{ss}$ gewählt werden. Hier reicht eine minimale Versorgungsspannung von 8 V, während bei größeren Ausgangsamplituden auch die minimale Versorgungsspannung etwas höher sein muß (z. B. $U_B = 10 V$ für $U_{aus} = 4,0 V_{ss}$).

Der Einfluß der Versorgungsspannung auf die Ausgangsspannung ist nahezu vollkommen vernachlässigbar. Beträgt die Versorgungsspannung zum Beispiel 10 V und die Ausgangsspannung $1,000 V_{eff}$, ergibt sich bei einer Erhöhung der Versorgungsspannung auf 30 V eine typische Ausgangsspannungserhöhung um weniger als 0,0005 V. Das entspricht einer Unterdrückung von Versorgungsspannungsschwankungen von fast 100 dB (!).

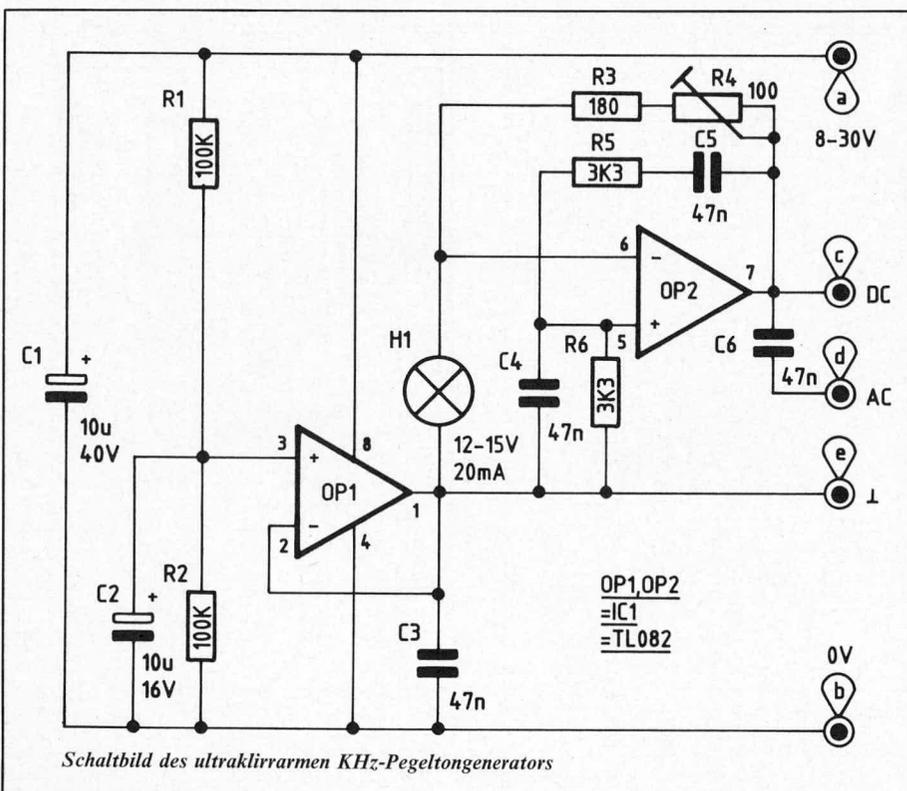
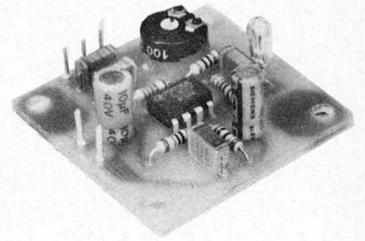
Die frequenzbestimmenden Bauelemente sind R5/C5 sowie R6/C4. Um einen geringen Klirrfaktor zu erreichen, sollten die Werte von R5 und R6 sowie von C4 und C5 möglichst gut übereinstimmen. Es empfiehlt sich daher der Einsatz von 1%igen Metallschichtwiderständen sowie von hochwertigen Folienkondensatoren mit einer Toleranz von 5% (z. B. Siemens MKT), wie sie in den ELV-Bausätzen überwiegend zur Serienausstattung gehören.

Darüber hinaus ist der Einsatz eines klirrfaktorarmen Operationsverstärkers (z. B. TL082) von ausschlaggebender Bedeutung.

Die beiden RC-Glieder R5/C5 und R6/C4 stellen allerdings erst die eine Hälfte der für den Sinus-Oszillator erforderlichen Wien-Robinson-Brücke dar. Die zweite Hälfte wird durch die Glühlampe H1 sowie R3 und R4 realisiert.

Bei der Glühlampe handelt es sich um eine 12 bis 15 V/20 mA Version, die je nach eingestellter Ausgangsspannung im Bereich zwischen 220 und 475 mV betrieben wird. Es fließt ein Strom von 2 bis 3 mA durch diesen Brückenweig. Die Glühlampe stellt einen für diesen Frequenzbereich rein ohmschen Widerstand dar, der eine (gewünschte) stark nichtlineare Strom-Spannungskennlinie besitzt. Auf diese Weise wird der Arbeitspunkt des Wien-Robinson-Generators stabilisiert.

Die Funktionsweise ist wie folgt: Steigt die Ausgangs-Amplitude (Pin 7 des OP2), erhöht sich der Strom durch R3 und R4 und damit auch der Strom durch die Glühlampe. Aufgrund der Glühlampenkennlinie erhöht sich der Innenwiderstand des Heizfadens durch den größeren Strom (höhere Temperatur), wodurch die an der



Schaltbild des ultraklirrarmeren KHz-Pegeltongenerators

Glühlampe abfallende Spannung überproportional ansteigt. Dies bewirkt ein Zurückregeln der Ausgangsamplitude, da sich die Spannung an dem anderen Eingang (Pin 5) des OP 2 direkt proportional mit der Ausgangsspannung an Pin 7 ändert. In der Praxis bedeutet dies eine hohe Stabilität der Sinus-Ausgangsspannung des Wien-Robinson-Generators. Soll die Ausgangsspannung in größerem Maß geändert werden, wie dies in der vorliegenden Dimensionierung mit R 4 vorgesehen ist, so kann der Widerstand R 3 zwischen 150 Ω und 470 Ω variiert werden.

Zwischen den Platinenanschlußpunkten „e“ (Masse) und „c“ wird die Ausgangsspannung abgenommen. Der DC-Anteil liegt im Bereich von wenigen mV. Zwischen den Platinenanschlußpunkten „e“ und „d“ kann eine AC-Auskoppelung erfolgen, die allerdings verhältnismäßig hochohmig ist (47 nF-Koppelkondensator) und somit die Gefahr der Brummeinstreuung besteht. Falls möglich, sollte man daher immer den DC-Anschluß bevorzugen.

Legt man Wert darauf, daß der Oszillator exakt auf 1000 Hz schwingt, kann durch geringfügiges Verändern von R 5 und R 6 eine Feinanpassung vorgenommen werden.

Da diese beiden Widerstände gleiche Werte aufweisen sollten, empfiehlt es sich, für die Frequenzfeinanpassung keine Trimmer zu verwenden, sondern Festwiderstände. Durch Reihenschaltung von z. B. 33 Ω zu

R 5 und zu R 6 ergibt sich eine Frequenzerniedrigung um 1%, entsprechend ca. 10 Hz, wobei eine Parallelschaltung von z. B. 330 k Ω eine Frequenzerhöhung ergibt.

Zum Nachbau

Hält man sich genau an den Bestückungsplan, so ist dieser kleine Baustein in kurzer Zeit fertiggestellt.

Zuerst werden die Widerstände, anschließend die Kondensatoren und dann das IC auf die Platine gesetzt und verlötet.

Als Lämpchen wird eine Miniaturversion mit einlötbaren Anschlußbeinen verwendet. Grundsätzlich sind alle Typen geeignet, die bei einer Betriebsspannung von 12 V bis 15 V einen Strom von 20 mA aufnehmen. Hierbei sollte man unbedingt darauf achten, daß ein Markenfabrikat eingesetzt wird. Sicherheitshalber ist die Stromaufnahme bei der Betriebsspannung zu überprüfen. Hierzu wird eine Gleichspannung von 12 V bis 15 V angelegt und man mißt den Strom, der bei ca. 20 mA liegen sollte (keinesfalls über 30 mA).

Die geringe Stromaufnahme ist deshalb so wichtig, weil der durch das Lämpchen fließende Strom vom Ausgang (Pin 7) des OP 2 über R 3 und R 4 bereitgestellt werden muß und hierdurch der Operationsverstärker bei zu großem Stromfluß unnötig belastet wird. Der außerordentlich geringe Klirrfaktor, der hier vorgestellten Schaltung, kann nur bei entsprechend kleiner Belastung des Operationsverstärkers erreicht

werden. Dies gilt selbstverständlich auch für die Stromentnahme am Ausgang. Da in den meisten Fällen ohnehin hochohmige „Verbraucher“ angeschlossen werden, braucht man hierauf im allgemeinen nicht zu achten. In besonderen Fällen, in denen die Ankoppelung etwas niederohmiger erfolgt, muß jedoch sichergestellt werden, daß die Stromaufnahme unter 1 mA bleibt, um den Klirrfaktor nicht ungünstig zu beeinflussen, obwohl der Ausgang grundsätzlich Ströme bis ca. 10 mA zu treiben in der Lage ist.

Stückliste:

Ultraklirrarmer

1 KHz-Pegeltongenerator

Halbleiter

IC 1 TL 082

Kondensatoren

C 1 10 μ F/40 V

C 2 10 μ F/16 V

C 3-C 6 47 nF

Widerstände

R 1, R 2 100 k Ω

R 3 180 Ω

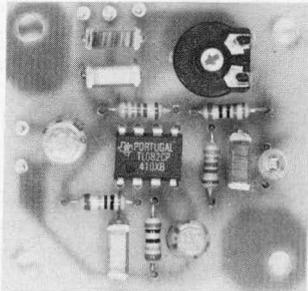
R 4 100 Ω , Trimmer liegend

R 5, R 6 3,3 k Ω

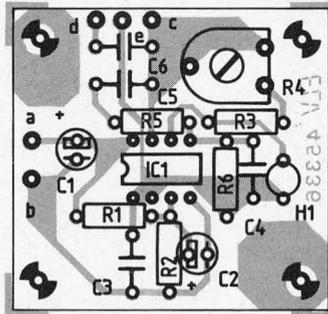
Sonstiges

6 Lötnägel

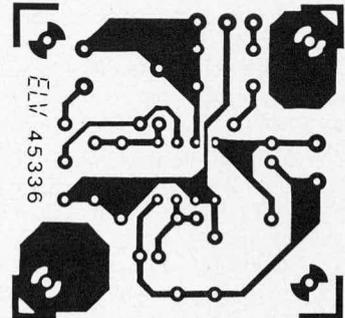
1 Glühlampe, 12-15 V, 20 mA



Ansicht der fertig bestückten Platine des ultraklirrarmeren 1 KHz Pegeltongenerators



Bestückungsseite der Platine des ultraklirrarmeren 1 KHz Pegeltongenerators



Leiterbahnseite der Platine des ultraklirrarmeren 1 KHz Pegeltongenerators

Einschaltoptimierung für Großverbraucher bis 10 A



Bei einer Vielzahl von Verbrauchern, die an das 220 V Wechselspannungsnetz angeschlossen werden, ist der Einschalt- bzw. Anlaufstrom im Moment des Einschaltens um ein Mehrfaches höher als der Nennstrom. Bei kleinen Verbrauchern spielt dies im allgemeinen eine untergeordnete Rolle, während Großverbraucher, deren Betriebsstrom in der Größenordnung der vorgeschalteten Haushaltssicherung (z. B. 10 A) liegt, ein Auslösen der Sicherung herbeiführen können. Die hier vorgestellte Einschaltoptimierung für Großverbraucher schafft wirksam Abhilfe, wobei der angeschlossene Verbraucher sogar noch geschont wird.

Allgemeines

Bei der hier vorgestellten Schaltung handelt es sich um eine „echte“ Einschaltoptimierung für Großverbraucher, da die Schaltung für praktisch alle vorkommenden Arten der angeschlossenen Verbraucher eine sanfte und damit verbraucher-schonende Einschaltung vornimmt, wodurch der Spitzenstrom im Einschaltmoment je nach Verbraucher zum Teil erheblich reduziert wird.

Bei Glühlampen zum Beispiel liegt der Spitzenstrom im Einschaltmoment bis zum 15fachen (!) über dem Nennstrom, wenn die Einschaltung im Moment des Spannungsmaximums erfolgt, während er immerhin noch bis zum 7fachen Wert ansteigen kann, wenn die Einschaltung im Spannungsnulldurchgang erfolgt. Denkt man in diesem Zusammenhang an große Halogen-Strahler, deren Leistung ohne weiteres 1000 Watt betragen kann, wundert es nicht mehr, wenn im Einschaltmoment die Haus-sicherung auslöst.

Aber auch bei Transformatoren liegt der Einschaltstrom zum Teil ganz erheblich über dem Nenn-Betriebsstrom, wobei man hier noch auf eine Vielzahl sekundärer Einflüsse zu achten hat. Ohne angeschlossene Belastung stellt ein Netztransformator eine überwiegend induktive Last dar, deren optimales Einschaltmoment das Spannungsmaximum der Sinuskurve darstellt. Je höher die vom Trafo zu speisende Belastung ist (z. B. Ladekondensatoren), desto mehr verschiebt sich der optimale Einschaltzeitpunkt in Richtung Spannungsnulldurchgang der Sinuskurve. Darüber hinaus ist zu beachten, daß der Gleichspannungsanteil so gering wie möglich bleiben sollte, damit der Eisenkern des Transformators nicht in die Sättigung gerät und sich die Stromaufnahme dadurch noch weiter erhöht. Hier spielt auch der Gleichstrom-Innenwider-

stand eines Transformators eine wesentliche Rolle, der bei Ringkerntransformatoren besonders niedrig liegt.

Bei Elektromotoren sieht das Verhalten der Stromaufnahme vom Einschaltmoment an gerechnet ähnlich komplex aus, wobei hier die Massenträgheit der rotierenden Teile noch erschwerend hinzukommt.

Um möglichst allen auftretenden praktischen Einschaltvorgängen gerecht zu werden, stellen wir Ihnen hier eine elektronische Schaltung zur Einschaltoptimierung für Großverbraucher vor.

Bei der Entwicklung der Schaltung, die auf einer Applikation der Firma TELEFUNKEN electronic basiert, hat es sich als besonders günstig erwiesen, nicht allein den Phasenwinkel der sinusförmigen Netzwechselspannung im Einschaltmoment zu optimieren, sondern darüber hinaus eine kontinuierliche Veränderung vorzunehmen. Dies bedeutet in der Praxis, im Einschaltmoment einen verhältnismäßig großen Ansteuerwinkel (geringe Anlaufleistung), der sich dann innerhalb von 0,5 Sekunden bis 2 Sekunden auf ca. 0 Grad verschiebt (volle Leistung).

Für Elektromotoren bedeutet dies einen Sanftanlauf, d. h. daß im Einschaltmoment dem Motor zunächst eine geringe Leistung zugeführt wird, die sich dann durch Verschieben des Ansteuerwinkels erhöht. Nach Ablauf von ca. 2 Sekunden ist der Triac praktisch permanent durchgeschaltet, so daß dem Elektromotor die volle Leistung zur Verfügung steht.

Aufgrund der Massenträgheit der rotierenden Teile empfiehlt sich bei Elektromotoren (z. B. große Bohrmaschinen, Winkelschleifer usw.) die Zeitspanne des Anlaufens auf ca. 2 Sekunden festzulegen.

Anders sieht es bei Glühlampen, Transformatoren usw. aus. Hier ist es günstig, die

Zeitspanne bis zum Erreichen der vollen Leistung auf ca. 0,5 Sekunden zu verkürzen. Bei Transformatoren u. a. deshalb, um nicht einen zusätzlichen unerwünschten Gleichspannungsanteil zu erhalten. Hierzu muß man wissen, daß der Phasenwinkel in der positiven Halbwelle nicht unbedingt exakt gleich dem Phasenwinkel in der negativen Halbwelle sein muß. In der Praxis können hier durchaus geringfügige, in den meisten Anwendungsfällen vernachlässigbare Differenzen auftreten. Bei primär getakteten Netztransformatoren kann dies jedoch zu einer nennenswerten Funktionsbeeinträchtigung führen. Begrenzt man also den Zeitraum, in dem eine Verschiebung des Phasenwinkels zwecks „Sanftanlauf“ auftritt, auf ca. 0,5 Sekunden, so ist damit auch dieser Punkt zufriedenstellend gelöst.

Abschließend kann gesagt werden, daß mit der vorliegenden Schaltung zwei grundsätzliche Anwendungsgebiete zu unterscheiden sind:

1. alle Großverbraucher, mit Ausnahme von Elektromotoren, werden mit einer Anlaufzeitkonstanten von ca. 0,5 Sekunden eingeschaltet.
2. Elektromotoren werden aufgrund der Massenträgheit der rotierenden Teile mit einer Anlaufzeitkonstanten von ca. 2 Sekunden angesteuert. Dies kommt einem Sanftanlauf gleich. Grundsätzlich kann natürlich auch hier die Zeitkonstante auf 0,5 Sekunden verkürzt werden, wobei dann die Funktion des Sanftanlaufes nicht ganz so ausgeprägt ist.

Bedienung und Funktion

Der Einsatz dieser nützlichen und interessanten Schaltung ist denkbar einfach, nicht zuletzt deshalb, weil eine Bedienung im herkömmlichen Sinne nicht zu erfolgen

braucht. Die Schaltung ist in einem Steckergehäuse mit integrierter Schuko-Steckdose untergebracht.

Der zu speisende Verbraucher wird nicht direkt an eine vorhandene Steckdose angeschlossen, sondern an die im Gehäuse der Sanftanlaufsteuerung integrierte Schuko-Steckdose. Die Sanftanlaufsteuerung ihrerseits wiederum wird über den am Gehäuse angespritzten Schuko-Stecker mit einer 220 V-Netzwechselfspannungs-Schuko-Steckdose verbunden.

Zur Signalisierung der Betriebsbereitschaft leuchtet die LED D 1 auf.

Wird nun der angeschlossene Verbraucher über seinen eigenen Netzschalter eingeschaltet, beginnt der Vorgang der Sanftanlaufsteuerung, d. h. der Stromflußwinkel wird vom Minimum bis zum Maximum verschoben. Dies entspricht einem großen Phasenwinkel im Einschaltmoment (120 bis 180 Grad), der sich bis auf 0 Grad nach Beendigung der Sanftanlaufphase reduziert.

Sobald der angeschlossene Verbraucher wieder ausgeschaltet wird, geht die Sanftanlaufsteuerung innerhalb weniger Sekunden in ihren Ausgangszustand zurück. Vor einem neuen Start ist eine Erholzeit von ca. 3 Sekunden einzuhalten.

Ein vorzeitiges Einschalten, d. h. mehrere Einschaltvorgänge unmittelbar hintereinander, führen zwar nicht zu einer Zerstörung des Gerätes, jedoch kann die Funktionsweise der Sanftanlaufsteuerung in der Form beeinträchtigt werden, daß entweder der angeschlossene Verbraucher nicht anläuft oder aber der Stromflußwinkel auf einem mittleren Wert „festhängt“. In einem solchen Fall muß der Verbraucher nochmals für einige Sekunden ausgeschaltet werden, bis die Schaltung ihren Grundzustand wieder eingenommen hat.

Als Dauerstrom kann ein angeschlossener Verbraucher bis zu 10 A aufnehmen, wobei kurzzeitige Belastungen bis zu 16 A zulässig sind. Ggf. kann die eingebaute flinke 10 A Sicherung durch einen mitteltränen Typ ersetzt werden.

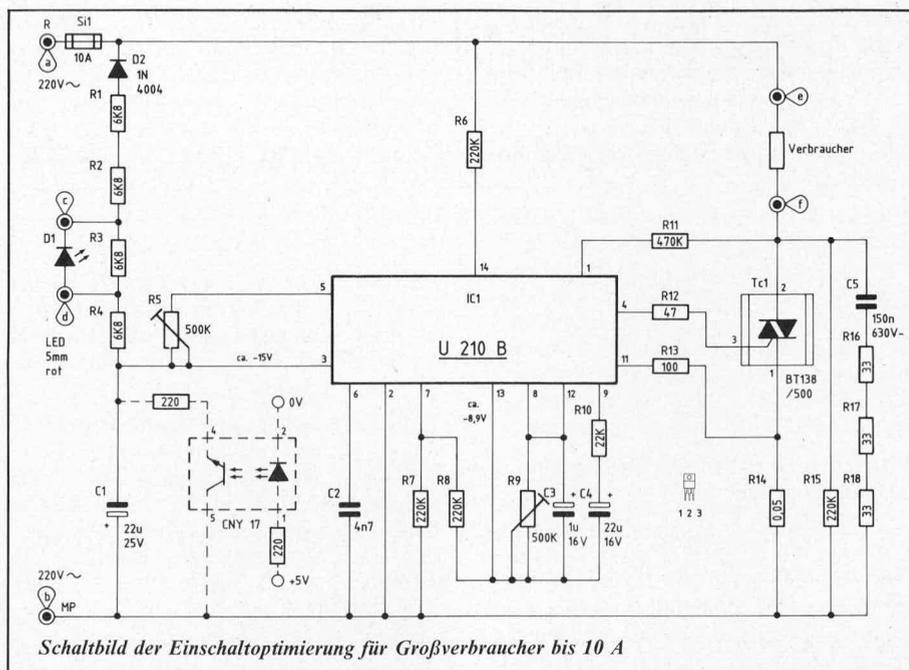
Zu beachten ist allerdings, daß aufgrund der verhältnismäßig hohen Absicherung im Kurzschlußfall der Triac hierdurch nicht mehr zuverlässig vor Zerstörung gesichert ist.

Zur Schaltung

Das zentrale Bauteil in der hier vorgestellten Schaltung ist das IC 1 des Typs U 210 B der Firma TELEFUNKEN electronic, in dem die wesentlichen Funktionseinheiten integriert sind.

Über R 1 bis R 4 wird in Verbindung mit D 2 und C 1 aus der Netzwechselfspannung eine Gleichspannung generiert, die vom IC 1 über die Anschlußbeinchen 2 (Schaltungsmasse = Bezugspotential) und 3 (negative Versorgungsspannungsbegrenzung) auf ca. 15 V stabilisiert wird (- 14,6 V bis - 16,8 V).

Zusätzlich wird an Pin 13 eine negative Referenzspannung von typ. 8,9 V (- 8,3 V bis - 9,2 V) bereitgestellt. Alle Spannungsanga-



Schaltbild der Einschaltoptimierung für Großverbraucher bis 10 A

ben beziehen sich immer auf die Schaltungsmasse (Pin 2 des IC 1), wobei unbedingt zu beachten ist, daß dieser Schaltungspunkt keineswegs mit dem Schutzleiter identisch ist und lebensgefährliche Spannungen führen kann.

LED D 1 dient zur Einschaltkontrolle.

Über den Vorwiderstand R 6 erhält das IC 1 an Pin 14 die für den Betrieb erforderlichen Informationen bezüglich des Spannungsnulldurchganges der Sinuskurve. Im Ruhezustand, d. h. der angeschlossene Verbraucher ist ausgeschaltet, liegt der Platinenanschlußpunkt „f“ über R 15 ungefähr auf dem Potential der Schaltungsmasse, d. h. zwischen Pin 1 und Pin 2 liegen ungefähr 0 V an.

Die im IC 1 integrierte Steuerelektronik wertet dies so aus, daß der Ausgang (Pin 4) gesperrt ist und keine Zündimpulse für den Triac Tc 1 abgegeben werden – der Verbraucher ist also stromlos.

Sobald dieser jedoch über seinen eigenen Schalter eingeschaltet wird, fließt durch den Verbraucher sowie R 15 ein Strom und am Platinenanschlußpunkt „f“ steht eine mehr oder weniger große Spannung an.

Diese wird über R 11 auf Pin 1 des IC 1 gegeben, woraufhin die Steuerelektronik an Pin 4 Zündimpulse für den Triac bereitstellt. Die Größe des Ansteuerwinkels wird mit der RC-Kombination R 5/C 2 festgelegt. Da R 5 als Trimmer ausgeführt ist, kann damit die Anlaufleistung im Einschaltmoment vorgegeben werden. Im allgemeinen ist es wenig sinnvoll, mit einem Phasenwinkel von 180 Grad zu beginnen, da dies in der Praxis einer unnötigen Verzögerungszeit (Totzeit) gleichkommen würde.

Durch das Einschalten des Verbrauchers wird also die Sanftanlaufsteuerung gestartet.

Der nun im Einschaltmoment fließende Strom erzeugt an R 14 einen, wenn auch geringen Spannungsabfall, der über R 13 einem Strom-Steuereingang (Pin 11) zugeführt wird. Dieser Strom erscheint mit dem

Faktor von ca. 0,42 multipliziert am Ausgang Pin 12 des IC 1 und läßt die Spannung an C 3 ansteigen.

Die Anschlußbeinchen 7 (-) und 8 (+) stellen die beiden Eingänge eines als Komparator geschalteten Operationsverstärkers dar. Sobald die Spannung an Pin 8 die mit R 7 und R 8 an Pin 7 festgelegte Spannung überschreitet, fließt aus Pin 9 ein Konstantstrom von ca. 120 µA heraus.

In der vorliegenden Dimensionierung läßt sich C 4 innerhalb von ca. 2 Sekunden auf, wobei im Einschaltmoment ein Spannungssprung von ca. 2,64 V ($0,12 \text{ mA} \times 22 \text{ k}\Omega = 2,64 \text{ V}$) auftritt, um sofort in den Wirkungsbereich der internen Steuerelektronik zu gelangen.

Intern im IC 1 ist Pin 9 mit der Auswerteschaltung der Phasenanschnittsteuerung verschaltet. Dies bedeutet, daß mit steigender Spannung an Pin 9 der Ansteuerwinkel für den Triac verringert wird, entsprechend einem größeren Stromflußwinkel und einer höheren bereitgestellten Leistung für den angeschlossenen Verbraucher. Ist C 4 voll aufgeladen, so ist auch der Verbraucher voll eingeschaltet. Die Sanftanlaufphase ist beendet.

Durch Verkleinern von C 4 auf 4,7 µF verkürzt sich die Zeitspanne des Sanftanlaufs auf ca. 0,5 Sekunden (für Glühlampen, Netztransformatoren o. a.).

Der vorstehend beschriebene, verhältnismäßig komplexe Funktionsablauf bietet noch einen weiteren, bisher nicht genannten Vorteil:

Durch manche Verbraucher fließen auch im ausgeschalteten Zustand geringe Rest- bzw. Leckströme, die einen Spannungsabfall an R 15 bewirken können. Über R 11 und Pin 1 wird dies vom IC 1 registriert, so daß die Steuerelektronik an Pin 4 Zündimpulse bereitstellt. Tc 1 steuert mit dem von R 5 vorgegebenen Stromflußwinkel durch. Da der Verbraucher jedoch noch ausgeschaltet ist, kann sich der jetzt durch R 14 fließende Strom nicht über die Rest- bzw. Leckströme hinaus erhöhen, so daß auch

der über R 13 in Pin 11 des IC 1 hineinfließende Strom gering bleibt. Hierdurch erhöht sich auch die Spannung an C 3 nur unwesentlich, so daß kein Auslösen der eigentlichen Sanftanlaufsteuerung, d. h. keine weitere Verschiebung des Phasenwinkels erfolgt.

Wird der Verbraucher nun „richtig“ eingeschaltet, erhöht sich auch der Strom durch R 14 und infolgedessen auch der in Pin 11 hineinfließende Strom, wodurch wiederum die Spannung an C 3 soweit ansteigt, daß der Funktionsablauf der Sanftanlaufsteuerung beginnt. Der Phasenwinkel verschiebt sich innerhalb von ca. 2 Sekunden bis auf ca. 0 Grad (entspricht volle Leistung).

R 16 bis R 18 dienen in Verbindung mit C 5 zur Störunterdrückung.

Mit dem gestrichelt eingezeichneten Optokoppler des Typs CNY 17 kann in Verbindung mit den beiden 220 Ω -Vorwiderständen eine externe Steuerung vorgenommen werden. Sobald an die eingezeichneten Punkte (0 V und + 5 V) eine entsprechende Spannung angelegt wird, steuert der interne Schalttransistor durch (Pin 4 und Pin 5 des CNY 17) und die an C 1 anstehende Versorgungsspannung bricht zusammen. Wird eine Spannung von ca. 10 V unterschritten, schaltet die im IC 1 integrierte Versorgungsspannungsüberwachung die Steuerimpulse für den Triac ab, d. h. die Schaltung ist deaktiviert.

Wird die 5 V Steuerspannung für den CNY 17 abgenommen, baut sich an C 1 sofort wieder die Versorgungsspannung auf und IC 1 startet den ordnungsgemäßen Betrieb.

Obwohl die Methode der Versorgungs-spannungsreduzierung zum Auslösen eines Schaltvorganges zunächst etwas ungewöhnlich erscheinen mag, stellt sie jedoch im vorliegenden Anwendungsfall eine elegante Lösung dar, weil über die im IC 1 integrierte Versorgungsspannungsüberwachung zu jedem Zeitpunkt ein genau definiertes Verhalten der Schaltung sichergestellt ist. Es finden also während der „Unterspannungsphase“ zu keinem Zeitpunkt unkontrollierte Schaltvorgänge statt.

Zum Nachbau

Sämtliche, für die Funktion der Sanftanlaufsteuerung erforderlichen Bauelemente finden auf einer einzigen kleinen Leiterplatte Platz.

Bei der Bestückung hält man sich genau an den Bestückungsplan. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet.

Der sehr niederohmige Widerstand R 14 besteht aus 2 parallel in einem Abstand von 2 bis 3 mm einzubauenden Widerstandsdrähten, deren Bohrungen 55 mm auseinanderliegen. Rechnet man noch die Leiterplattendicke von 2 x 1,5 mm hinzu, ergibt sich eine Drahtlänge von ca. 58 mm von einer Lötstelle zur anderen. Bei einem spezifischen Drahtwiderstand von 1,73 Ω /m bedeutet dies einen Widerstand von genau 0,10 Ω pro Drahtabschnitt, entsprechend 0,050 Ω bei der hier vorliegenden Parallelschaltung zweier Widerstandsdrähte.

Vor dem Einlöten empfiehlt es sich, die beiden Drahtabschnitte an ihren Enden etwas blankzukratzen und anschließend so abzuwinkeln, daß sich ein Abstand von 55 mm ergibt.

Der Triac Tc 1 wird vor dem Einlöten auf einen U-Kühlkörper (SK 13) gesetzt und mit einer Schraube M 3 x 6 mm und einer Mutter M 3 mit der Platine verschraubt.

Nachdem man die Bestückung nochmals sorgfältig kontrolliert hat, wird die Platine in ein geschlossenes, berührungssicheres Steckergehäuse mit integrierter Schutzkontakt-Steckdose eingebaut.

Zunächst werden die Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ über 2 flexible isolierte Leitungen mit den beiden Polen des Schutzkontakt-Steckers verbunden. Außerdem wird an den Schutzkontakt der Steckdose ebenfalls eine flexible isolierte Leitung angelötet, deren Länge ca. 10 cm beträgt.

Jetzt kann die Platine mit 2 Schrauben M 3 x 6 mm mit dem Gehäuseunterteil fest verschraubt werden.

Als nächstes wird das andere Ende der an den Schutzkontakt des Netzsteckers angeschlossenen Zuleitung mit dem Schutzkontakt der im Gehäuseoberteil integrierten Schuko-Steckdose verbunden. Danach erfolgt die Verdrahtung der Platinenanschlußpunkte „c“ und „f“ mit den beiden Polen der Schuko-Steckdose im Gehäuseoberteil.

Zu beachten ist, daß die Isolierungen der flexiblen Zuleitungen weder mit dem U-Kühlkörper noch mit den Widerstandsdrähten von R 14 mechanisch in Berührung kommen dürfen, da diese Bauteile verhältnismäßig heiß werden können und die Isolierung dadurch beschädigt wird.

Die Leuchtdiode D 1 wird entsprechend dem Bestückungsplan an die Platinenanschlußpunkte „c“ und „d“ angelötet und zwar so hoch, daß sie später beim Aufsetzen des Gehäuseoberteils ca. 1 mm die Gehäuseoberseite überragt. Die hierfür erforderliche Bohrung wird so ausgeführt, daß die Leuchtdiode stramm die Bohrung ausfüllt, damit auch evt. auftretende Feuchtigkeit nicht ins Gehäuseinnere eindringen kann.

Nachdem der Abgleich durchgeführt und das Gehäuseoberteil aufgesetzt und fest verschraubt wurde, steht dem Einsatz der „ELV Einschaltoptimierung für Großverbraucher“ nichts mehr im Wege.

Abschließend wollen wir noch kurz auf die Möglichkeit der externen Steuerung eingehen:

Durch den zusätzlichen Einbau des Optokopplers des Typs CNY 17 in Verbindung mit den beiden 220 Ω Widerständen, kann eine externe Steuerung, d. h. eine Ein- und Ausschaltung vorgenommen werden.

Da für vorstehend genannte Bauelemente auf der Platine kein Platz vorgesehen ist, empfiehlt es sich, hierfür entweder eine kleine Zusatzplatine selbst anzufertigen oder eine freie Verdrahtung vorzunehmen. In jedem Fall ist sorgfältig darauf zu achten, daß die Anordnung eine gute mechanische Stabilität besitzt, die auch härtere

Stöße verträgt. Außerdem muß unbedingt auf ausreichende isolierende Abstände zwischen dem Niederspannungskreis (Pin 1 und Pin 2 des Optokopplers einschließlich des Vorwiderstandes) zur übrigen Schaltung geachtet werden. Anschließend erfolgt die Verbindung des 0 V und + 5 V-Anschlusses mit den beiden Polen einer im Gehäuse einzubauenden 3,5 mm Klinkerbuchse. Der äußere Anschluß (Gewindehals), der von außen berührbar ist, muß zusätzlich mit dem Schutzleiter des Netzsteckers verbunden werden.

Für alle flexiblen Verbindungsleitungen ist ein Querschnitt von mindestens 1,5 mm² zu verwenden, da die Schaltung für einen Dauerstrom von 10 A ausgelegt ist.

Abgleich und Inbetriebnahme

Zunächst möchten wir nochmals ausdrücklich darauf hinweisen, daß die Schaltung direkt am 220 V Wechselspannungsnetz betrieben wird und somit an jedem Schaltungspunkt lebensgefährliche Spannungen auftreten können. Nachbau, Abgleich und Inbetriebnahme dürfen daher ausschließlich von fachkundigen Elektronikern vorgenommen werden, die mit den einschlägigen Sicherheitsvorschriften vertraut sind.

Das betriebsfertige, getestete Gerät kann selbstverständlich auch von Nichtelektronikern sinnvoll eingesetzt werden.

Doch kommen wir nun zum eigentlichen Abgleich: Wie der Fachmann weiß, dürfen an elektronischen Geräten in geöffnetem Zustand nur dann Arbeiten und Messungen vorgenommen werden, wenn über einen Trenntrafo eine sichere galvanische Trennung vom Wechselspannungsnetz erfolgt ist. Speziell bei der hier vorliegenden Schaltung, deren Haupteinsatzgebiet bei Großverbrauchern liegt und eine gewisse Mindestbelastung voraussetzt, kann diese Forderung auf Schwierigkeiten stoßen, da nicht immer ein entsprechend leistungsfähiger Trenntrafo zur Verfügung steht. Bei Einsatz eines zu schwachen Trenntrafos ist die Funktion ohnehin beeinträchtigt.

Wir wollen daher den Abgleich so beschreiben und vornehmen, daß ein Trenntrafo nicht erforderlich ist. Hierzu gehen wir wie folgt vor:

Wie bereits erwähnt, wird mit dem Trimmer R 5 der Anlaufphasenwinkel vorgegeben, mit dem die Leistung festgelegt wird, die dem angeschlossenen Verbraucher unmittelbar nach dessen Einschalten zur Verfügung gestellt wird. Diesen Trimmer bringen wir zunächst in Mittelstellung.

R 9 beeinflusst die Schaltschwelle. Dies bedeutet, daß bei einer zu niedrigen Einstellung von R 9 der Anlaufstrom u. U. nicht ausreicht, um die weitere Funktion, d. h. die Verschiebung des Phasenwinkels bis auf maximalen Stromfluß auszulösen. Befindet sich R 9 hingegen auf einem zu großen Wert, so wird auch ohne Anliegen einer Last der Phasenwinkel auf maximalen Stromfluß gefahren, und zwar unmittelbar nachdem die Betriebsspannung an den Platinenanschlußpunkten „a“ und „b“ anliegt. Um den optimalen Schaltungspunkt herauszufinden, geht man experimentell wie folgt vor:

Zunächst wird R9 auf maximalen Wert (Rechtsanschlag – im Uhrzeigersinn) gedreht.

Nachdem die beiden Einstellungen von R5 und R9 entsprechend vorstehender Beschreibung vorgenommen wurden, wird das Gehäuse ordnungsgemäß geschlossen und verschraubt, um anschließend den vorgesehenen Verbraucher in die Schuko-Steckdose des Gerätes zu stecken und einzuschalten.

Bis zu diesem Zeitpunkt ist das Gerät selbst noch nicht an das 220 V Wechselspannungsnetz angeschlossen, d. h. es ist stromlos.

Steckt man jetzt das Gerät in eine Netzsteckdose, beginnt unverzüglich die Sanftanlaufsteuerung zu arbeiten, d. h. der angeschlossene Verbraucher läuft hoch. Bei diesem Test ist besonders der erste Moment von Bedeutung, da wir zunächst mit R5 die Startleistung einstellen wollen. War die Startleistung im Einschaltmoment zu hoch, muß der Trimmer R5 etwas entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht werden, während eine zu geringe Startleistung ein geringfügiges Verdrehen von R5 im Uhrzeigersinn erfordert.

Um R5 verdrehen zu können, wird die Schaltung zunächst vom Netz getrennt, das Gerät geöffnet und die Einstellung korrigiert. Anschließend wird der Zusammenbau wieder ordnungsgemäß vorgenommen und der Test, wie vorstehend beschrieben, wiederholt.

Dies geschieht sooft bis die gewünschte Startleistung im Einschaltmoment gefunden wurde und der Hochlauf bis zur vollen Leistung optimal erfolgt.

Bei dieser Einstellung ist zu beachten, daß eine Mindest-Startleistung erforderlich ist. Diese ist bei kleineren Verbrauchern höher zu wählen und bei größeren Verbrauchern etwas geringer (prozentual, jeweils auf die maximale Leistungsaufnahme bezogen). Wird nämlich eine zu geringe Startleistung eingestellt, reicht u. U. der durch R14 hindurchfließende Strom nicht mehr aus, mit R9 eine sichere Schaltschwelle einzustellen,

um die Funktion der Sanftanlaufsteuerung zu starten. Hierauf gehen wir im folgenden jetzt näher ein.

Nachdem für R5 die optimale Einstellung gefunden wurde, gehen wir bei R9 ähnlich vor, d. h. die Schaltung wird vom Netz getrennt, das Gehäuse geöffnet und R9 in Mittelstellung gebracht.

Nachdem das Gerät wiederum ordnungsgemäß zusammengebaut wurde, schließt man den Verbraucher erneut an, läßt ihn jedoch über seinen eigenen Netzschalter ausgeschaltet.

Jetzt wird das Gerät mit dem Netz verbunden. Nach mindestens 5 Sekunden Wartezeit kann der angeschlossene Verbraucher eingeschaltet werden. Jetzt sind 3 Verhaltensweisen möglich:

1. Bei korrekter Funktion und Einstellung von R9 wird dem angeschlossenen Verbraucher im Moment seines Einschaltens die mit R5 vorgegebene Startleistung zugeführt, um innerhalb von ca. 2 Sekunden auf Maximum hochzulaufen. Der Abgleich wäre damit bereits beendet.
2. Der angeschlossene Verbraucher wird im Einschaltmoment mit seiner Startleistung versorgt, die sich jedoch nicht erhöht. Dies bedeutet eine zu geringe Einstellung von R9, d. h. der Trimmer R9 muß auf einen größeren Widerstandswert eingestellt werden (etwas im Uhrzeigersinn verdrehen).
3. Im Einschaltmoment des angeschlossenen Verbrauchers steht bereits die volle Leistung zur Verfügung. Dies bedeutet eine zu hohe Einstellung von R9, d. h. bereits vor dem Einschalten des angeschlossenen Verbrauchers wurde der Phasenwinkel auf 0 Grad gefahren, entsprechend größter zur Verfügung stehender Leistung. Der Start der Sanftanlaufsteuerung erfolgt also nicht erst im Moment des Einschaltens des angeschlossenen Verbrauchers, sondern bereits beim Anlegen der Versorgungsspannung an das Gerät selbst. In diesem Fall muß R9 etwas entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht werden.

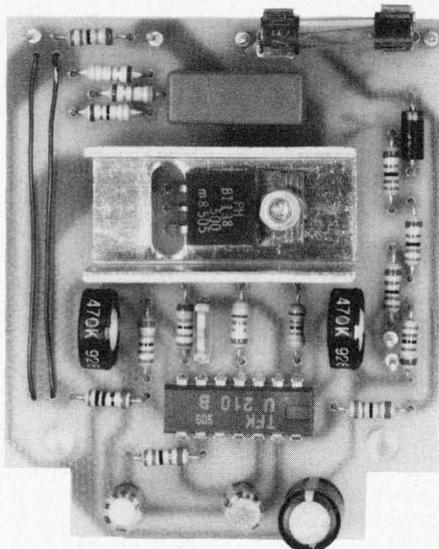
Auch die Einstellung des Trimmers R9 erfolgt selbstverständlich nur dann, wenn das Gerät stromlos ist. Ein erneuter Versuch wird nach korrigierter Trimmereinstellung und ordnungsgemäß montiertem Gerät gestartet.

Die Einstellung des Trimmers R9 wird genau wie die des Trimmers R5 sooft korrigiert, bis die gewünschte Funktion wie unter Punkt 1 beschrieben sichergestellt ist.

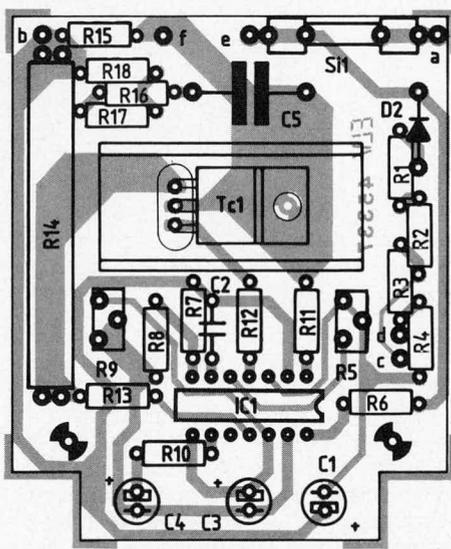
Hierbei ist zu beachten, daß die Einschaltsschwelle für R9 um so geringer wird, je kleiner die Leistungsaufnahme des angeschlossenen Verbrauchers ist und je geringer die mit R5 eingestellte Startleistung ist.

Da die Schaltung für Verbraucher im Bereich zwischen 500 Watt und 2200 Watt ausgelegt ist, kann die Einstellung der beiden Trimmer problemlos erfolgen. Grundsätzlich können auch Verbraucher kleiner Leistung „sanft“ gestartet werden (bis hinab zu ca. 100 Watt), wobei dann die Einstellung von R9 etwas Fingerspitzengefühl erfordert.

Abschließend wollen wir nochmals ausdrücklich darauf hinweisen, daß ausschließlich am stromlosen, vollkommen von der Netzwechselspannung getrennten Gerät Einstellungen und Messungen vorgenommen werden dürfen. Das Gerät ist ausschließlich in ordnungsgemäßem, komplett montiertem Zustand, d. h. bei geschlossenem und verschraubtem Gehäuse in Betrieb zu nehmen. Die VDE-Bestimmungen sind zu beachten.



Ansicht der fertig bestückten Platine der Einschaltoptimierung für Großverbraucher



Bestückungsseite der Platine der Einschaltoptimierung für Großverbraucher

Stückliste: Einschaltoptimierung für Großverbraucher

Halbleiter

IC 1	U 210 B
TC 1	BT 138/500
D 1	LED, 5 mm, rot
D 2	1 N 4004

Kondensatoren

C 1	22 µF/25 V
C 2	4,7 nF
C 3	1 µF/16 V
C 4	22 µF/16 V
C 5	150 nF/630 V

Widerstände

R 1–R 4	6,8 kΩ
R 5, R 9 ...	500 kΩ, Trimmer, stehend
R 6–R 8, R 15	220 kΩ
R 10	22 kΩ
R 11	470 kΩ
R 12	47 Ω
R 13	100 Ω
R 14 ..	0,050 Ω Widerstandsdraht
R 16–R 18	33 Ω

Sonstiges

- 1 Kühlkörper SK 13
- 1 Platinensicherungshalter
- 1 Sicherung 10 A
- 6 Lötstifte
- 3 Schrauben M 3 x 6
- 1 Mutter M 3

Digital-Kfz-Drehzahlmesser



Dieser 3stellige, digitale Kfz-Drehzahlmesser zeichnet sich durch hohe Auflösung (10 Upm), schnelle Meßfolge (3 Messungen pro Sekunde) sowie gute Genauigkeit (ca. 1 %) und Stabilität aus. Er ist für 3-, 4-, 5-, 6- und 8-Zylinder-Motoren bis zu einer Drehzahl von 10 000 Upm geeignet.

Allgemeines

Von Fahrzeugen mit Dieselmotor einmal abgesehen, werden die meisten Pkw's durch einen Otto-Motor angetrieben. Damit diese Maschine arbeiten kann, ist eine Zündung des Benzin-Luft-Gemisches in den Zylindern erforderlich, die pro Zylinder bei jeder zweiten Umdrehung (Viertakt-Motor) erfolgt.

Bis vor einigen Jahren wurde zur Erzeugung der Zündfunken ein Unterbrecherkontakt verwendet, der den Primärkreis einer Zündspule schaltete, wobei der genaue Schaltzeitpunkt (Zündzeitpunkt) in direktem Zusammenhang mit der Kurbelwellendrehung des betreffenden Verbrennungsmotors stand.

Der Unterbrecherkontakt war hohem Verschleiß unterworfen, so daß als Erstverbesserung dieser mechanische Kontakt durch einen elektronischen Schalter (Leistungs-transistor) ersetzt wurde. Inzwischen wird vielfach auch die Ansteuerung über eine mehr oder weniger aufwendige Elektronik vorgenommen, damit der Verbrennungsmotor in jedem Drehzahlbereich und jedem Lastzustand zum optimalen Zeitpunkt gezündet wird.

Diese zum Teil recht komplizierten Vorgänge wollen wir an dieser Stelle jedoch nicht weiter verfolgen und uns damit begnügen, daß die im Primärkreis der Zündspule erfolgende Ansteuerung der Drehzahl direkt proportional ist, wobei es von untergeordneter Bedeutung ist, ob diese Ansteuerung über einen mechanischen Unterbrecherkontakt oder einen Schalttransistor erfolgt.

Auf den ersten Blick ist es nun naheliegend, die vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse auf einen entsprechenden Frequenzzähler zu geben und digital anzuzeigen.

Durch die im Kfz vorhandene, außerordentlich stark „verschmutzte“ Bordspannung sowie die mit hohem Störpegel beaufschlagten Unterbrecherkontakt-Impulse, ist

eine rein digitale Verarbeitung im Hinblick auf eine hohe Störsicherheit des Gerätes im allgemeinen wenig sinnvoll.

Hinzu kommt die geringe Frequenz der Impulse, die einer schnellen Meßfolge und einer hohen Auflösung abträglich ist. Bei einem Vierzylinder-Viertakt-Motor ist die Schaltfrequenz des Unterbrecherkontaktes bei einer Drehzahl von 6000 Upm lediglich 200 Hz. Ohne besondere schaltungstechnische Zusatzmaßnahmen (Digital-Multiplizierer) würde dies bei einer Auflösung von 10 Upm eine Meßzeit von 3 Sekunden bedeuten ($3 \text{ Sekunden} \times 200 \text{ Hz} = 600$ entsprechend 6000 Upm).

Für die Entwicklung des hier vorgestellten hochwertigen Digital-Kfz-Drehzahlmessers wurde daher im ELV-Labor ein anderer Weg beschritten.

Zunächst werden die vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse über eine aufwendige Eingangsschaltung gefiltert und anschließend einem Digital-Analog-Wandler zugeführt. Durch diesen Schaltungsteil wird die Drehzahl in eine analoge Meßspannung umgesetzt, die wiederum zur Steuerung des bekannten A/D-Wandlers des Typs ICL 7107 dient. Auf diese Weise wird über den Umweg der Digital-Analog-Digital-Wandlung sowohl eine hohe Störsicherheit als auch eine schnelle Meßfolgefrequenz (3 Messungen pro Sekunde) erreicht.

Wie dies im einzelnen funktioniert, lesen Sie in der nachfolgenden detaillierten Schaltungsbeschreibung.

Zur Schaltung

Der Unterbrecherkontakt zur Ansteuerung der Zündspule, egal ob mechanisch oder elektronisch, liegt im Primärkreis, d. h. er schaltet die 12 V-Kfz-Bordspannung auf die Zündspule. Durch das physikalische Verhalten einer Induktivität, wie sie auch die Zündspule im Kfz darstellt, entsteht im Ausschaltmoment (Kontakt öffnet bzw. Schalttransistor sperrt) eine hohe Spitzenspannung, die mehrere 100 V betragen kann. Für die Ansteuerung der Eingangs-

schaltung eines Kfz-Drehzahlmessers bedeutet dies eine extreme Beanspruchung, da auf einem 12 V-Nutzpegel ein unvergleichlich höheres Störsignal liegt.

Wie man sich leicht vorstellen kann, wird die Qualität eines Drehzahlmessers in hohem Maße von der Güte der Eingangsschaltung bestimmt, denn zur Auswertung und Weiterverarbeitung ist ein sauberes Rechtecksignal erforderlich. Dies wird mit der hier vorliegenden Schaltung in nahezu idealer Weise realisiert.

Das vom Unterbrecherkontakt kommende, der Drehzahl direkt proportionale Steuersignal wird zunächst über die Drossel L 2 auf die Z-Diode D 2 gegeben. Durch diese Schaltungskombination in Verbindung mit der verhältnismäßig hohen Induktivität der Spule L 2, werden auch sehr hohe Störspitzen mit steilen Flanken gut ausgesiebt.

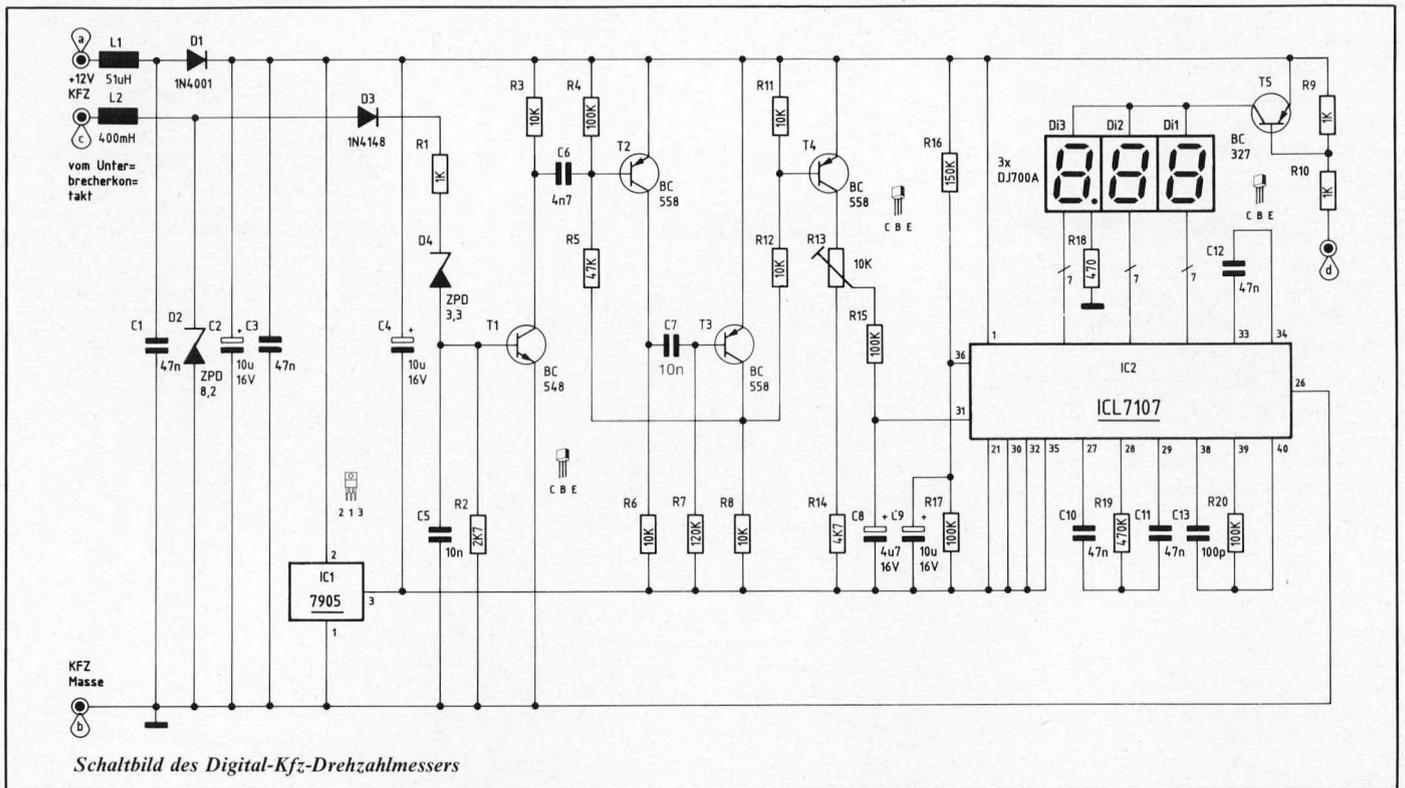
Das so aufbereitete Signal gelangt über D 3, R 1 und D 4 auf die Basis des ersten Schalttransistors T 1, an dessen Eingang zusätzlich noch das R/C-Glied R 2/C 5 zur weiteren Siebung liegt.

Am Kollektorwiderstand R 3 des Transistors T 1 liegt eine saubere Rechteckspannung an, die der Drehzahl des Verbrennungsmotors direkt proportional ist.

C 6 bildet mit R 4, R 5 ein Differenzglied, welches bei einer abfallenden Impulsflanke am Kollektor von T 1 einen Impuls auf die Basis von T 2 gibt.

T 2 und T 3 stellen in Verbindung mit ihrer Zusatzbeschaltung einen monostabilen Multivibrator dar, der durch seine konstante Impulsdauer zur Drehzahlmessung geeignet ist. Über R 12 gelangen die Ausgangsimpulse auf den Puffer-Schalttransistor T 4, dessen Kollektor wiederum den Spannungsteiler R 13, R 14 ansteuert.

Über R 15/C 8 werden diese Impulse integriert. Hierdurch stellt sich über C 8 eine Gleichspannung ein, die exakt der Drehzahl des Motors bzw. der vom Unterbrecherkontakt kommenden Impulse entspricht.



Schaltbild des Digital-Kfz-Drehzahlmessers

Diese Spannung an C 8 wird auf den Eingang (Pin 31) des IC 2 gegeben. Hierbei handelt es sich um den bereits vielfach eingesetzten und bekannten Typ ICL 7107, der eine zwischen den Anschluß-Pins 30 und 31 anliegende Meßspannung in einen entsprechenden Digitalwert umwandelt, der dann auf einem LED-Display abgelesen werden kann.

Zur Einstellung des Skalenfaktors, d. h. zur Anpassung des ELV-Digital-Kfz-Drehzahlmessers an die verschiedenen Verbrennungsmotoren dient der Trimmer R 13. Die genaue Einstellung wird im weiteren Verlauf dieses Artikels detailliert beschrieben. Eine zusätzliche Kalibrierung der Referenzspannung des IC 2 ist nicht erforderlich. Diese wird über R 16, R 17 auf einen festen Wert gelegt, da die Kalibrierung nur an einer Stelle (mit R 13) erforderlich ist. Eine zusätzliche Nullpunkteinstellung kann entfallen, da im vorliegenden Fall eine Drehzahl von 0 Upm auch genau einer Spannung von 0 V entspricht und das IC 2 eine automatische Nullpunktkorrektur besitzt. Sollte der Einstellbereich des Trimmers R 13 nicht ausreichen, kann der Wert von R 14 ggf. geringfügig verkleinert werden.

Die Stromversorgung der Schaltung erfolgt direkt aus dem Kfz-Bordnetz. Zunächst wird die 12 V-Spannung über L 1, C 1 gefiltert und anschließend über D 1, C 2, C 3 entkoppelt und gesiebt.

Mit Hilfe des Festspannungsreglers IC 1 wird eine stabilisierte 5 V-Versorgungsspannung erzeugt, die über dem Kondensator C 4 abfällt und zum Betrieb des IC 2 sowie des Frequenz-Spannungs-Wandlers (T 2 bis T 4 mit Zusatzbeschaltung) dient. Darüber hinaus benötigt das IC 2 an seinem Anschluß-Pin 26 eine weitere Spannung, die gegenüber dem Anschluß-Pin 21 negativ sein muß. Diese Spannung wird di-

rekt von der Kfz-Masse abgenommen (Platinenanschlußpunkt „b“). Eine zusätzliche Stabilisierung ist hier nicht erforderlich.

Wird eine Helligkeitsregelung der 3 LED-Anzeigen 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 R 10 den Schalttransistor T 5 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-Elektronik ansteuern. Die Bauteile T 5, R 9, R 10 finden auf der Leiterplatte des jeweiligen Anzeigegerätes Platz. Wird auf eine entsprechende automatische Helligkeitsregelung verzichtet, können letztgenannte Bauelemente ersatzlos entfallen, wobei eine zusätzliche Brücke zwischen Kollektor- und Emitteranschluß des Transistors T 5 einzubauen ist.

Zum Nachbau

Die Bestückung der Platinen wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Zuerst sind die hohen und dann die niedrigen Bauelemente auf die Platinen zu setzen und zu verlöten. Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde, kann die Anzeigenplatine im rechten Winkel an die Basisplatine gelötet werden, und zwar so, daß die Anzeigenplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht. Wichtig ist hierbei, daß keine Lötzinnbrücken zwischen den

einzelnen Verbindungsleitungen auftreten.

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“) wird mit dem Minuspol der Versorgungsspannung (Kfz-Masse) verbunden.

Die dritte Zuleitung („c“) wird direkt am Unterbrecherkontakt bzw. an dem entsprechenden 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-Digital-Kfz-Drehzahlmessers gegeben. Folgende Änderungen sind vorzunehmen:

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

D 2 entfällt ersatzlos.

R 1 wird durch einen 10 k Ω -Widerstand ersetzt.

Sofern auch jetzt die Ansteuerspannung des entsprechenden Ausgangs der elektronischen Zündung nicht ausreicht, kann zusätzlich R 2 auf 10 k Ω vergrößert werden, wobei dann außerdem C 5 auf 1 nF zu verkleinern ist, um unnötig große Schaltverzögerungen zu vermeiden.

Sollte ein eventuell vorhandener Steuerausgang einer elektronischen Zündung keinen positiven Strom treiben können,

kann eventuell 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 (T 5, R 9, R 10) eine Verbindung zur Ansteuer-schaltung, die separat aufzubauen ist, herzustellen. Die Verbindung erfolgt über den Platinenanschlußpunkt „d“.

Für den Einbau in ein entsprechendes Gehäuse stehen sowohl Aufbau- als auch Einbaugeschäfte aus der ELV-Serie Kfz-Elektronik zur Verfügung. Der funktionstüchtige Baustein wird einfach in das entsprechende Gehäuse geschoben. Eine weitere Fixierung bzw. Verschraubung ist nicht erforderlich. Zu beachten ist lediglich, daß die Basisplatine mit den Bauelementen nach unten weisend in das Gehäuse eingesetzt wird.

Kalibrierung

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

Zwischen die Platinenanschlußpunkte „c“ (Eingang) und „b“ (Masse) wird eine Frequenz von exakt 100 Hz angelegt. Man gewinnt diese Frequenz aus einer brücken-gleichgerichteten Netzwechselfspannung im Bereich zwischen 5 V und 15 V, wie dies aus Bild 2 ersichtlich ist.

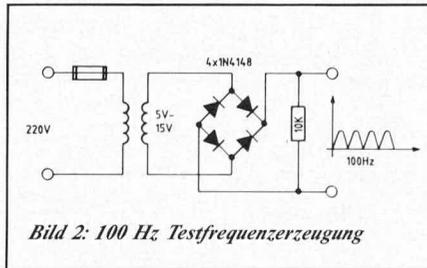


Bild 2: 100 Hz Testfrequenzerzeugung

Je nach Art (2-Takt- bzw. 4-Takt-Motor) und Zylinderzahl des Verbrennungsmotors, ist mit R 13 anschließend der in Tabelle I angegebene Drehzahlwert auf der 3stelligen Digital-Anzeige einzustellen.

Zu beachten ist hierbei, daß der auf der 3stelligen Anzeige erscheinende Wert in 1000-Upm angezeigt wird, d. h. das Komma (Punkt) steht zwischen Tausender- und Hunderter-Stelle. Eine Anzeige von 3.00 entspricht also 3000 Umdrehungen.

Um die Schaltung so universell wie möglich einsetzen zu können, ist in Tabelle I darüber hinaus der jeweils günstigste Wert für den Kondensator C 7 angegeben, der je nach Motortyp entsprechend einzubauen ist.

Zylinder	Viertakt		Zweitakt	
	C 7	Drehzahl bei f = 100 Hz	C 7	Drehzahl bei f = 100 Hz
1	39 nF	12.000	18 nF	6.000
2	18 nF	6.000	10 nF	3.000
3	10 nF	4.000	6,8 nF	2.000
4	10 nF	3.000	4,7 nF	1.500
5	6,8 nF	2.400	-	-
6	6,8 nF	2.000	-	-
8	4,7 nF	1.500	-	-
12	3,3 nF	1.000	-	-

Stückliste Digital-Kfz-Drehzahlmesser

Halbleiter

- IC 1 μ A 7905
- IC 2 ICL 7107
- T 1 BC 548
- T 2-T 4 BC 558
- T 5 BC 327
- D 1 1N 4001
- D 2 ZPD 8,2
- D 3 1N 4148
- D 4 ZPD 3,3
- Di 1-Di 3 DJ 700 A

Kondensatoren

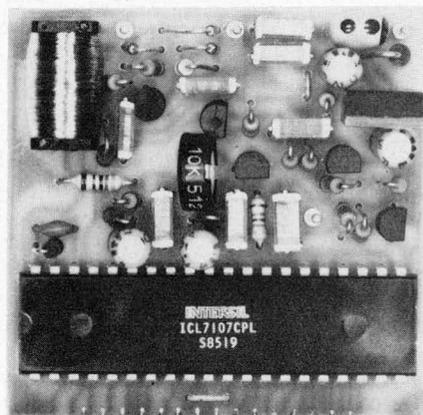
- C 1, C 3 47 nF
- C 2, C 4, C 9 10 μ F/16 V
- C 5, C 7 10 nF
- C 6 4,7 nF
- C 8 4,7 μ F/16 V
- C 10-C 12 47 nF
- C 13 100 pF

Widerstände

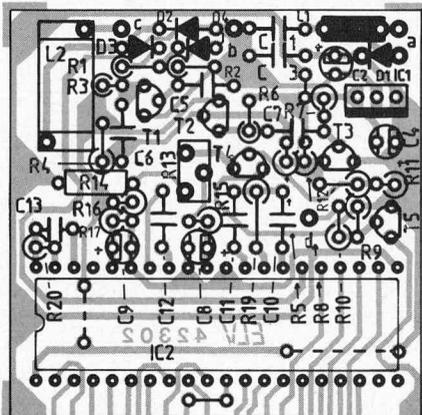
- R 1, R 9, R 10 1 k Ω
- R 2 2,7 k Ω
- R 3, R 6, R 8 10 k Ω
- R 4, R 15 100 k Ω
- R 5 47 k Ω
- R 7 120 k Ω
- R 11, R 12 10 k Ω
- R 13 10 k Ω , Trimmer, stehend
- R 14 4,7 k Ω
- R 16 150 k Ω
- R 17, R 20 100 k Ω
- R 18 470 Ω
- R 19 470 k Ω

Sonstiges

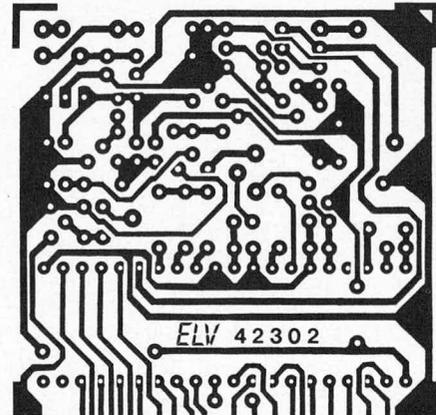
- L 1 51 μ H
- L 2 400 mH
- 4 Lötstifte
- 10 cm Silberdraht



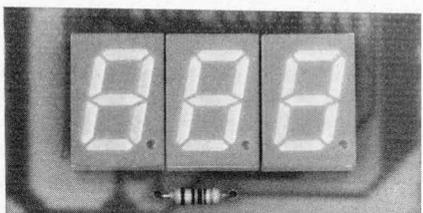
Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



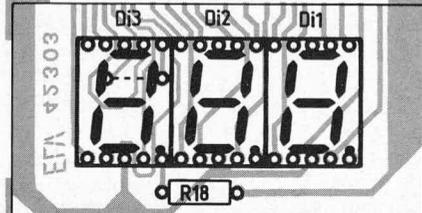
Bestückungsseite der Basisplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



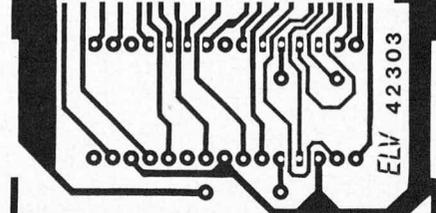
Leiterbahnseite der Platine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers

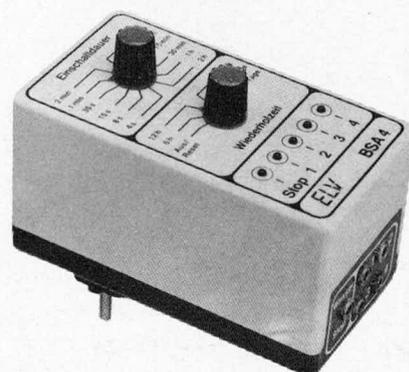
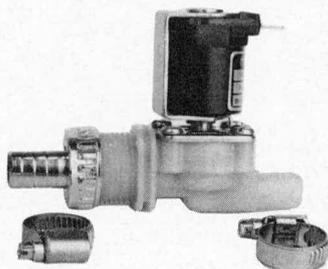


Bestückungsseite der Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers



Leiterbahnseite der Anzeigenplatine des Digital-Kfz-Drehzahlmessers

Automatische Beregnungs- Steueranlage BSA 4



Die automatische Beregnungs-Steueranlage BSA 4 ist ein komfortables, vollautomatisches System zur regelmäßigen Gartenbewässerung. Anschließbar sind 1 bis 4 Magnetventile, die einfach in die vorhandenen Gartenschläuche eingefügt werden. Die Ansteuerung erfolgt elektronisch vom Gerät nach vorgegebenen Zeiten, die in weiten Bereichen einstellbar sind.

Allgemeines

Mit Hilfe dieser komfortablen und dennoch preiswert zu erstellenden Beregnungs-Steueranlage BSA 4 kann die Gartenbewässerung vollautomatisch durchgeführt werden und dies nicht nur in der Urlaubszeit.

Es können 1 bis 4 Magnetventile angeschlossen werden, die über eine 2adrige Zuleitung (Niederspannung) von der BSA 4 nacheinander elektronisch angesteuert werden.

Die Einschaltdauer für jedes Magnetventil ist über einen 12stelligen Schalter von 4 Sekunden bis zu 2 Stunden einstellbar, während die Wiederholzeiten im Zyklus von 6, 12, 24 Stunden sowie 2 oder 4 Tagen wählbar sind. Die Zeiten sind quartzgesteuert und damit hochgenau.

Zusätzlich besitzt die BSA 4 einen Wasserstoppeingang, der die Möglichkeit bietet, daß bei auftretenden Niederschlägen die Bewässerung vollautomatisch unterbrochen wird.

Die Magnetventile werden in einen vorhandenen Gartenschlauch eingefügt und über eine 2adrige Zuleitung (Niederspannung) und einen Stecker mit der BSA 4 verbunden.

Durch den großen Einstellbereich von nicht nur langen, sondern auch von sehr kurzen Beregnungszeiten eignet sich die BSA 4 zur Gartenbewässerung und auch für Balkonpflanzen usw.

Abschließend sei noch erwähnt, daß im Fachhandel für Gartengeräte u. a. 4-fach-Verteiler (z. B. Gardena-System) angeboten werden (ca. DM 40,—), die, zum Beispiel auf einen außenliegenden Wasserhahn aufgesetzt, die Möglichkeit bieten, gleich-

zeitig 4 Gartenschläuche anzuschließen, deren Durchflußmenge individuell (jeder separat) einstellbar ist. Die Magnetventile können entweder in die Gartenschläuche oder über eine entsprechende Gewindemuffe direkt an den 4-fach-Verteiler angeschlossen werden. Dies ist besonders einfach, da die Magnetventile auf der Einlaufseite ein Gewinde besitzen, auf das normalerweise ein Schlauchanschlußstück aufgeschraubt ist. Dieses Anschlußstück wird abgeschraubt, so daß das Magnetventil jetzt über eine ebenfalls im Fachhandel erhältliche Gewindemuffe an den 4-fach-Verteiler direkt angeschraubt werden kann.

Diese letztgenannte Version stellt eine komfortable und professionelle Ausführung dar, die selbstverständlich nicht unbedingt erforderlich ist. Im einfachsten Fall genügt, wie bereits erwähnt, das Einfügen eines einzelnen Magnetventils in einen vorhandenen Gartenschlauch. Die Anschlüsse des Magnetventils, einschließlich Schlauchbefestigungsschellen sind hierfür optimal ausgelegt.

Bedienung und Funktion

Mit dem 12stelligen Wahlschalter „Einschaltdauer“ (S2) wird die Zeitspanne festgelegt, in der jedes der 4 Magnetventile durchschaltet, d. h. den Wasserfluß freigibt. Der Drehschalter zur Einstellung der Wiederholzeit steht hierbei in Stellung „Aus/Reset“.

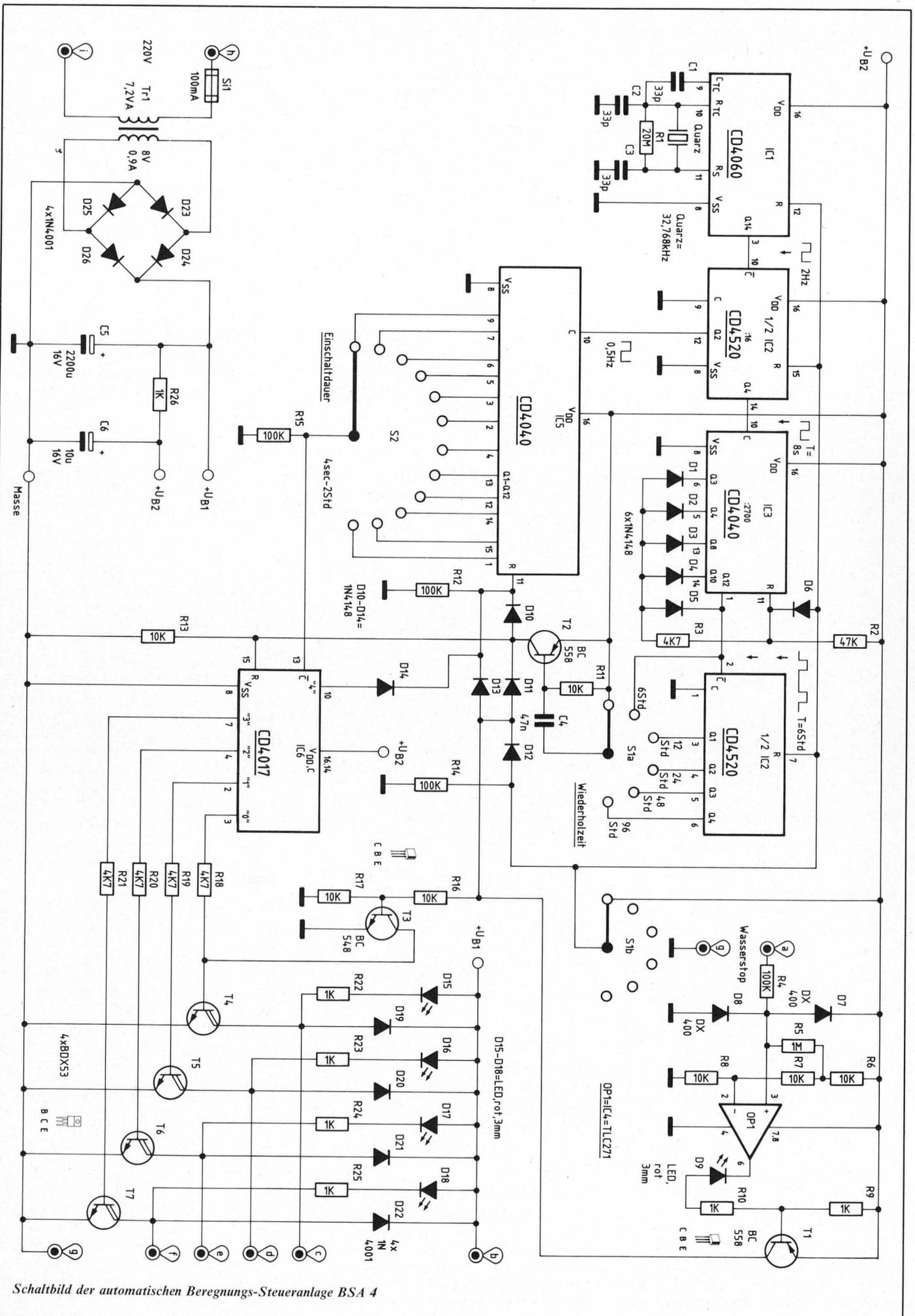
Im selben Moment, in dem der Drehschalter „Wiederholzeit“ aus der Grundposition herausgebracht wird und auf eine der 5 Wiederholzeiten (6 h bis 4 Tage) gestellt wird, erfolgt sofort das Öffnen des ersten Magnetventils und zwar für die Zeitspanne, die mit dem Drehschalter „Einschaltdauer“ festgelegt wurde.

Nacheinander werden jeweils für die gleiche Zeitdauer die 4 Magnetventile eingeschaltet, d. h. es ist immer nur 1 einziges Magnetventil durchgeschaltet, das den Wasserfluß freigibt. Angezeigt wird dies über die zugehörigen Leuchtdioden.

Die Wiederholung des Bewässerungszyklusses erfolgt genau um den als Wiederholzeit eingestellten Zeitbetrag (z. B. alle 6 Stunden, 12 Stunden, 24 Stunden . . .) und zwar gerechnet von dem Augenblick an, in dem der Drehschalter „Wiederholzeit“ die Position „Aus/Reset“ verlassen hat. War dies zum Beispiel um 20.00 Uhr und der Schalter wurde auf 24 h eingestellt, beginnt nun jeden Tag pünktlich um 20.00 Uhr ein neuer Bewässerungszyklus.

Der Wasserstoppeingang ist in unbeschaltetem Zustand ohne Einfluß. Möchte man jedoch bei auftretenden Niederschlägen die automatische Bewässerung unterbrechen, kann über eine flexible isolierte Zuleitung die in Bild 1 dargestellte kleine Zusatzplatine angeschlossen werden. Sobald Regentropfen oder auch Wasserspritzer aus einem undichten Gartenschlauch auf die Leiterbahnen auftreffen, unterbricht die Elektronik automatisch die Bewässerung, d. h. alle 4 Magnetventile sind gesperrt. Die LED „Stop“ leuchtet auf.

In dem Augenblick, in dem die Sensorplatine wieder abgetrocknet ist bzw. der Klinkestecker abgezogen wurde, beginnt die Bewässerung sofort wieder und zwar mit Öffnen des 1. Magnetventils. Die nächste Wiederholung erfolgt dann allerdings wieder in dem ursprünglich eingestellten Zeitraster (auf unser Beispiel bezogen also um 20.00 Uhr, auch wenn zwischendurch ein Bewässerungsstopp und eine Freigabe erfolgt ist).



Schaltbild der automatischen Berechnungs-Steueranlage BSA 4

Wichtig:

Aus Sicherheitsgründen darf das Steuergerät nur in trockenen Räumen eingesetzt werden. Es ist vor Feuchtigkeit und Spritzwasser zu schützen.

Doch kommen wir nun zur Beschreibung der eigentlichen elektronischen Schaltung.

Zur Schaltung

Das grundsätzliche Funktionsprinzip der Schaltung ist denkbar einfach: Ein Quarzoszillator mit nachgeschaltetem einstellbarem Teiler steuert die Wiederholzeit, während mit einem zweiten, ebenfalls einstellbaren Teiler die Einschaltdauer festgelegt wird. Über einen zusätzlichen Wasserstopp-Eingang kann eine vorzeitige Rücksetzung der Anordnung erfolgen.

Im einzelnen sieht die Schaltung wie folgt aus: Über den Transformator Tr 1, den Brückengleichrichter, bestehend aus D 23 bis D 26 sowie den Ladekondensator C 5 wird aus der Netzwechselspannung eine Gleichspannung generiert. Bei ausgeschalteten Magnetventilen beträgt diese Spannung ca. 12 V. Sobald ein Magnetventil, das den Hauptverbraucher darstellt, Strom zieht, sinkt die Spannung auf ca. 8 V ab.

Eine zusätzliche Stabilisierung ist nicht erforderlich, da die Schaltung zuverlässig im Bereich zwischen 5 V und 15 V arbeitet. Die Magnetventile benötigen allerdings eine minimale Betriebsspannung von ca. 7 V.

Damit während der Schaltvorgänge keine Störimpulse auf die eigentliche Elektronik gelangen können, wird für deren Versorgung die Spannung zusätzlich über R 26 und C 6 gefiltert.

Das IC 1 des Typs CD 4060 stellt in Verbindung mit C 1 bis C 3, R 1 sowie dem Quarz einen Oszillator/Teiler dar, an dessen Ausgang Pin 3 eine Frequenz von exakt 2 Hz ansteht.

Diese Frequenz wird zunächst über die erste Hälfte des IC 2 (CD 4520) durch 16 und anschließend mit Hilfe des IC 3 (CD 4040) durch 2700 geteilt.

Am Ausgang (Pin 1) des IC 3 stehen Impulse mit einer Periodendauer von genau 6 Stunden an.

Die zweite Hälfte des IC 2 nimmt eine weitere Teilung durch 2, 4, 8, bzw. 16 vor. Je nach Stellung des Schalters S 1a kann dadurch die Wiederholzeit auf 6, 12, 24, 48 sowie 96 Stunden (4 Tage) eingestellt werden.

Jeweils bei der abfallenden Flanke eines Impulses steuert dieser über C 4 den Transistor T 2 durch und die IC's 6 (Pin 15) und 5 (Pin 11 über D 10) erhalten Rücksetzimpulse. Dies bedeutet, daß nach Ablauf der eingestellten Zeit (z. B. 24 Stunden, entsprechend 1 Tag) der gesamte Funktionsablauf von neuem gestartet wird.

Nachdem die Einstellung der Wiederholzeit beschrieben wurde, wollen wir nachfolgend die Festlegung der Einschaltdauer näher betrachten.

An Pin 12 des IC 2 wird eine Frequenz von 0,5 Hz, entsprechend einer Periodendauer von 2 Sekunden ausgekoppelt. Diese ge-

langt auf den Eingang (Pin 10) des IC 5 (CD 4040).

An den Ausgängen dieses IC's stehen 12 Frequenzen mit Periodendauern zwischen 4 Sekunden bis 2 Stunden zur Verfügung.

Da es sich bei dem IC 5 des Typs 4040 um einen 12stufigen Binärteiler handelt, unterscheiden sich die einzelnen Periodendauern jeweils genau um den Faktor 2. Bei einer kürzest möglichen Einschaltdauer von 4 Sekunden ergeben sich dadurch folgende Schaltmöglichkeiten:

4 Sekunden, 8 Sekunden, 16 Sekunden, 32 Sekunden, 64 Sekunden (gleich 1,067 Min.), 2,133 Min., 4,267 Min., 8,533 Min., 17,07 Min., 34,13 Min., 68,27 Min. (gleich 1,138 h) sowie 2,276 h.

Da diese zugegebenermaßen etwas „krummen“ Werte bei der Beschriftung einer Skala eher verwirrend sind, wurde eine Rundung der Zahlenwerte vorgenommen, die eine übersichtliche Darstellung ermöglicht, wobei dann eine mittlere Abweichung von ca. 5 % zu den tatsächlichen Zeiten in Kauf genommen wird.

Die Wiederholzeiten hingegen werden sehr exakt eingehalten. Dies ist im Hinblick auf eine tägliche Wiederholung wesentlich, damit auch nach wochenlangem automatischen Betrieb die Pflanzen immer zur gleichen Tages- oder Nachtzeit bewässert werden.

Je nachdem, welche Einschaltdauer mit dem 12stelligen Drehschalter S 2 gewählt wurde, gelangen alle 4 Sekunden bis 2,276 Stunden Impulse auf den Eingang (Pin 13) des IC 6 (CD 4017). Bei der abfallenden Flanke eines jeden Impulses schaltet dieser Zähler jeweils den nächsten seiner insgesamt 10 Ausgänge (0 bis 9) ein, wobei aber nur die Ausgänge 0 bis 4 belegt sind.

Zum besseren Verständnis müssen wir zunächst noch einen kleinen gedanklichen Abstecher zur Funktionsweise des Schalters S 1 machen.

Mit S 1a wurde die Wiederholzeit eingestellt, während mit S 1b die gesamte Schaltung manuell gestartet bzw. gestoppt wird. Anzumerken ist noch, daß es sich bei S 1a und S 1b um einen einzigen Schalter handelt, der zwei getrennte Stromkreise besitzt (a und b).

Solange sich S 1b in der eingezeichneten Schaltstellung befindet, sind die IC's 1 und 2 zurückgesetzt sowie gleichzeitig IC 3 (über D 6), IC 5 (über D 12 und D 13) und IC 6 (über D 12 und D 11). Außerdem ist T 3 über D 12 und R 16 durchgesteuert. Durch diese letztgenannte Maßnahme wird der erste Schalttransistor (T 4) gesperrt. Dies ist erforderlich, da bei rückgesetzter, d. h. gestoppter Anlage der „0“-Ausgang (Pin 3) des IC 6 das erste Magnetventil ansteuert. Durch T 3 wird dies aber rückgängig gemacht.

Im selben Moment, in dem der Schalter S 1 die eingezeichnete Position verläßt und auf eine beliebige Wiederholzeit eingestellt wird, beginnt die gesamte Anordnung zu arbeiten.

Der Schalttransistor T 3 wird freigegeben, T 4 steuert durch und das erste Magnetventil gibt den Wasserfluß frei.

Wurde mit dem Wahlschalter S 2 zum Beispiel eine Einschaltdauer von 8 Minuten eingestellt, so erhält das IC 6 (Pin 13) nach dieser Zeit seinen ersten Steuerimpuls (fallende Flanke) und schaltet von seinem „0“-Ausgang (Pin 3) jetzt auf den nächsten, d. h. den „1“-Ausgang (Pin 2). Dies bedeutet, daß alle Ausgänge ca. 0 V führen, während nur an dem „1“-Ausgang (Pin 2) ca. 8 V anstehen (bei nicht angeschlossenen Magnetventilen ca. 12 V).

Hierdurch wird über R 19 T 5 durchgesteuert und das 2. Magnetventil gibt den Wasserfluß frei. Jetzt sperrt das erste Magnetventil den Wasserfluß wieder ab, d. h. es ist jeweils immer nur ein einziges Magnetventil freigegeben.

Nach weiteren 8 Minuten erhält das IC 6 an seinem Steuereingang Pin 13 den nächsten Impuls und das 3. Magnetventil wird über Pin 4 des IC 6, R 20 und T 6 freigegeben. Auf die gleiche Weise wird über Pin 7 des IC 6, R 21 und T 7 8 Minuten später das 4. Magnetventil eingeschaltet, das nach 8 Minuten Einschaltdauer ebenfalls wieder abgeschaltet wird.

Nachdem das 4. Magnetventil wieder sperrt, also nach insgesamt 4 x 8 Minuten, wird der nächste Ausgang („4“), d. h. Pin 10 des IC 6 aktiviert. Dies bedeutet über D 14 ein Rücksetzen und gleichzeitiges Sperren des IC 5 (über Pin 11). Jetzt können keine weiteren Steuerimpulse auf den Eingang (Pin 13) des IC 6 gelangen, wobei alle 4 Magnetventile gesperrt sind (kein Wasserfluß).

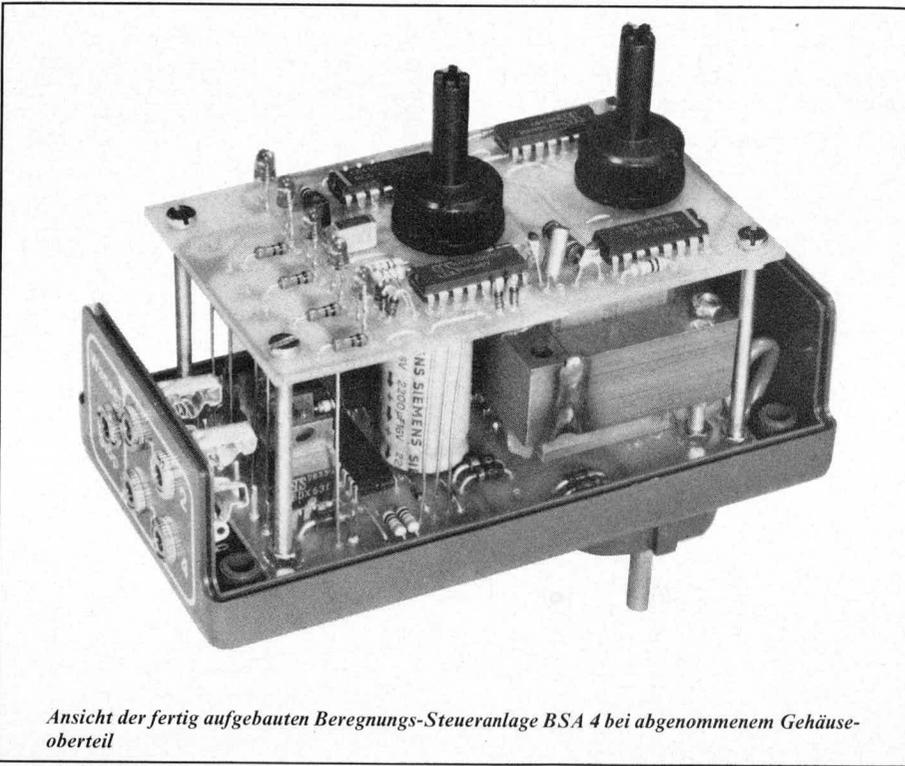
Dieser Zustand bleibt solange erhalten, bis über den Schalter S 1 nach Ablauf der eingestellten Wiederholzeit (z. B. 24 Stunden) ein neuer Startimpuls über C 4 und T 2 auf den Rücksetzeingang (Pin 15) des IC 6 gelangt. Hierdurch geht auch der Ausgang Pin 10 des IC 6 auf ca. 0 V zurück und gibt das IC 5 frei, so daß wieder Impulse auf den Steuereingang (Pin 13) des IC 6 gelangen können.

Gleichzeitig beginnt der Wasserfluß durch Freigabe des 1. Magnetventils für die vorgegebene Einschaltdauer.

Zu beachten ist in diesem Zusammenhang noch, daß bei einer gewählten Einschaltdauer von 2 Stunden und einer Wiederholzeit von 6 Stunden das 4. Magnetventil nicht mehr eingeschaltet wird, da bereits nach Ablauf der 3 x 2 Stunden Einschaltdauer für die Magnetventile 1 bis 3 ein Rücksetzen und Starten mit Magnetventil 1 beginnt. Dies ist allerdings nur ein Sonderfall, da für alle anderen gewählten Kombinationen alle 4 Magnetventile für die vorgegebene Einschaltdauer den Wasserfluß freigeben, um anschließend den Rest der Zeit nach Ablauf der Wiederholzeit ihre Arbeit wieder aufzunehmen.

Zum Abschluß der Schaltungsbeschreibung wollen wir noch kurz auf die Funktion des Wasserstopp-Einganges eingehen.

Mit OP 1 mit Zusatzbeschaltung ist ein hochohmiger Komparator aufgebaut. Sind die Anschlußpunkte „a“ und „g“ unbeschaltet, liegt der nichtinvertierende (+) Eingang (Pin 3) des OP 1 über R 5 auf höherem Potential als der invertierende (-) Ein-



Ansicht der fertig aufgebauten Beregnungs-Steueranlage BSA 4 bei abgenommenem Gehäuse-oberteil

gang (Pin 2). Der Ausgang (Pin 6) des OP 1 befindet sich somit auf ungefähr $+U_{B2}$. T 1 ist gesperrt.

Werden jetzt die beiden Anschlußpunkte „a“ und „g“ über Wassertropfen miteinander verbunden, so sinkt die Spannung an Pin 3 des OP 1 unter die Spannung, die an Pin 2 anliegt. Der Ausgang (Pin 6) schaltet auf ca. 0 V durch. Die LED D 9 leuchtet auf, wobei gleichzeitig über R 10 T 1 durchsteuert und sowohl IC 5 (über D 13), IC 6 (über D 11) als auch T 3 (über R 16) zurücksetzt bzw. durchsteuert. Der Wasserfluß ist unterbrochen.

Wenn der Steueranschluß „a“ wieder freigegeben wird, beginnt eine Beregnung automatisch wieder mit dem Einschalten des ersten Magnetventils.

Da die Teilerkette IC 1 bis IC 3 zur Festlegung der Wiederholzeit nicht vom Wasserstopp beeinflusst wird, erfolgt die nächste Rücksetzung der Anordnung wieder genau in dem Zeitraster, das ursprünglich vom Anwender festgelegt war. Der Wiederholzeitablauf, d. h. auch das Einsetzen der Beregnung wird also nicht durch den Wasserstopp zeitlich verschoben.

Zum Nachbau

Der Aufbau dieses interessanten und nützlichen Gerätes ist verhältnismäßig einfach möglich. Hierzu tragen nicht zuletzt die beiden übersichtlich gestalteten Leiterplatten bei, auf denen sämtliche Bauelemente Platz finden.

Dennoch sollte der Aufbau ausschließlich von Profis durchgeführt werden, die aufgrund ihrer Ausbildung mit den einschlägigen Sicherheitsbestimmungen vertraut sind. Die Einhaltung der VDE-Bestimmungen ist wichtig, besonders da dieses Gerät in einem Bereich Einsatz findet, wo Feuchtigkeit in Verbindung mit Netzspannungen bei unsachgemäßer Handhabung Lebensgefahr bedeutet.

Bei der Bestückung der Platinen hält man sich genau an die Bestückungspläne. Zuerst werden die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente auf die Platine gesetzt und verlötet. Die Leuchtdioden werden so eingebaut, daß der Abstand zwischen Bestückungsseite der Platine und höchstem Punkt des roten Diodengehäuses ca. 17 mm beträgt.

Damit später durch die Gehäusebohrungen für die 5 Leuchtdioden keine Feuchtigkeit eindringen kann, sollten die LED's möglichst fest in den Bohrungen sitzen oder es ist etwas Klebstoff oder Silikon-Dichtmasse einzufügen. Der Transformator, der durch seine Zweikammerwicklung eine sichere galvanische Trennung zwischen Netzwechselspannung und Niedervolt-Ausgangsspannung gewährleistet, wird als letztes Bauelement auf die untere Platine gesetzt.

Zur mechanischen Befestigung wird der Netztransformator mit 2 Schrauben M 3 x 35 mm sowie 6 Muttern verschraubt. Zunächst werden hierzu die beiden Schrauben von der Leiterbahnseite der unteren Platine durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und auf der Bestückungsseite mit 2 Muttern M 3 verschraubt. Anschließend werden 2 weitere Muttern soweit aufgeschraubt, daß der dann eingesetzte Transformator mit der Unterseite seines Blechpaketes auf diesen Muttern fest aufliegt und gleichzeitig der Kunststoffkörper mit den Lötstiften an der Bestückungsseite der unteren Platine anliegt. Zur endgültigen Fixierung werden nochmals 2 Muttern auf die zugehörigen Schrauben gedreht und fest angezogen.

Nun können die Lötstifte des Transformators auf der Bestückungsseite verlötet werden.

Die mechanische Verbindung der beiden Leiterplatten erfolgt später über 4 Schrauben M 3 x 45 mm sowie 8 Muttern M 3,

während die elektrische Verbindung über 13 senkrecht von oben nach unten durchgelöteten Silberdrahtabschnitten erfolgt, die jedoch zunächst lediglich in die untere, das Netzteil tragende Platine eingelötet werden.

Die Verkabelung des angespritzten Schutzkontakt-Steckers erfolgt, wie nachstehend beschrieben, mit flexiblen isolierten Leitungen, die einen Querschnitt von mindestens $0,75 \text{ mm}^2$ aufweisen müssen.

Zum Anschluß der beiden Pole des Netzsteckers dienen zwei ca. 50 mm lange Zuleitungsabschnitte, die mit den Platinenanschlußpunkten „i“ und „h“ verlötet werden.

Der Schutzkontakt des Schuko-Steckers wird an folgende Punkte angeschlossen:

1. sämtliche von außen berührbaren Metallteile (hier: 5 Stück 3,5 mm Klinkenbuchsen)
2. Schaltungsmasse (direkt auf der Platine „g“)
3. Blechpaket des Netztrafos (über Lötöse an eine der beiden Netztrafobefestigungsschrauben).

Nachdem diese Verkabelung sorgfältig ausgeführt wurde, können die beiden Leiterplatten ins Gehäuse eingebaut werden.

Durch die 4 Eckbohrungen der oberen Platine (Drehalter-Platine), werden 4 Schrauben M 3 x 45 mm gesteckt und mit je 1 Mutter verschraubt. Anschließend wird eine 2. Mutter aufgeschraubt und zwar soweit, daß sich beim anschließenden Darüberübersetzen der unteren Leiterplatte ein Abstand der beiden Platinen zueinander von genau 38 mm ergibt (zwischen Leiterbahnseite der oberen Platine und Bestückungsseite der unteren Platine). Gleichzeitig werden die 13 Silberdrahtabschnitte zur elektrischen Verbindung der beiden Platinen durch die entsprechenden Bohrungen der oberen Platine gesteckt und verlötet. Allein aufgrund dieser letztgenannten Verbindung ergibt sich bereits ein gewisser mechanischer Zusammenhalt beider Leiterplatten.

Unterhalb der unteren Platine stehen die 4 Schrauben ca. 4 mm hervor. Damit sie nun zur Fixierung der gesamten Anordnung im Gehäuse festgeschraubt werden können, müssen die als erstes aufgeschraubten Muttern etwas gelockert werden, damit die Schrauben leicht in die Gewinde der unteren Gehäusehalbschale geschraubt werden können. Als nächstes werden dann mit Hilfe einer kleinen Flachzange die 8 Muttern zur Fixierung der unteren sowie der oberen Platine festgezogen. Hierbei achtet man sorgfältig darauf, daß die zur Verbindung der beiden Platinen dienenden Silberdrahtabschnitte nicht unter Spannung stehen. Es empfiehlt sich als letztes die Lötstellen dieser 13 Silberdrahtabschnitte auf der oberen Platine nochmals nachzulöten, um sicherzugehen, daß keine mechanischen Spannungen aufgetreten sind. Im Zweifelsfall ist es besser, die Drähte leicht nach innen durchzubiegen, als eine mechanische Zerstörung in Kauf zu nehmen.

Abschließend können die 5 Buchsen zum Anschluß des Wasserstopps sowie der 4 Magnetventile verkabelt werden.

Der äußere Kontakt (von außen berührbarer Metallhals) jeder der 5 Buchsen wird über eine flexible isolierte Leitung mit dem Schutzleiter der Schuko-Steckdose verbunden.

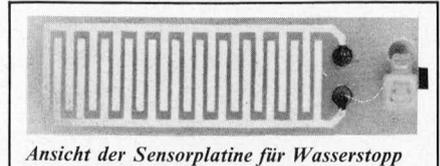
Der Schutzleiter (Querschnitt min. 0,75 mm²) muß unbedingt separat an jede einzelne Buchse herangeführt werden, damit auch beim Abreißen eines Steueranschlusses von der Platine immer noch die Verbindung mit dem Schutzleiter gewährleistet ist.

Als nächstes wird der mittlere Schaltkontakt der Buchse „Wasserstoppeingang“ mit

dem Platinenanschlußpunkt „a“, „Magnetventil 1“ mit „c“, „Magnetventil 2“ mit „d“, „Magnetventil 3“ mit „e“ sowie „Magnetventil 4“ mit „f“ verbunden.

Der 3. Buchsenanschluß des Wasserstoppeinganges wird mit „g“ verbunden, während der 3. Anschluß der 4 übrigen Buchsen jeweils an Platinenanschlußpunkt „b“ (+U_{B1}) zu legen ist.

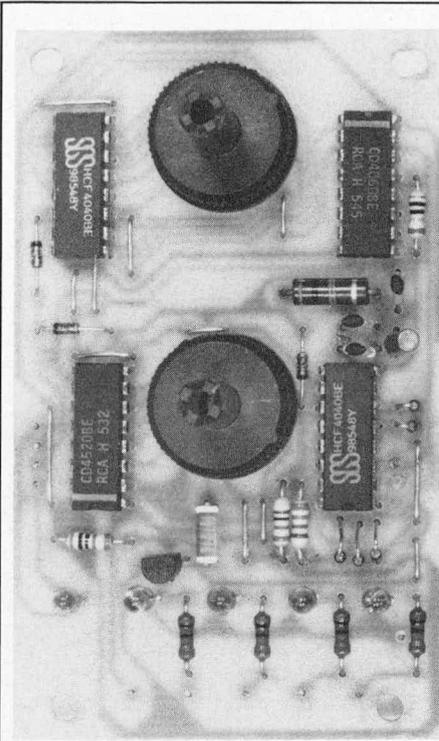
Nachdem der Einbau in einem den Sicherheitsvorschriften entsprechenden Gehäuse ordnungsgemäß abgeschlossen ist, steht dem Einsatz dieses interessanten Gerätes nichts mehr im Wege.



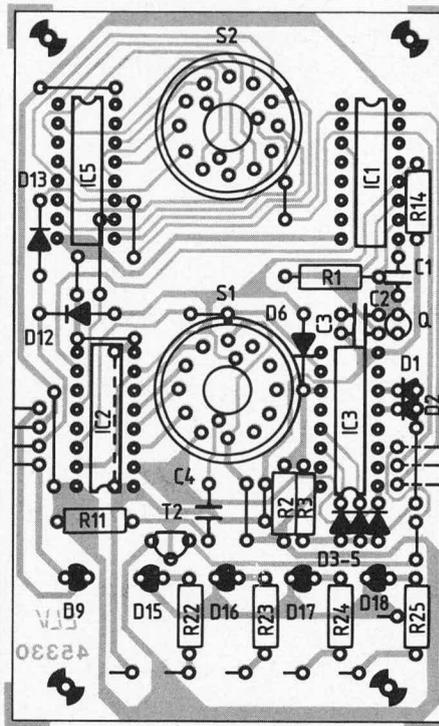
Ansicht der Sensorplatine für Wasserstopp



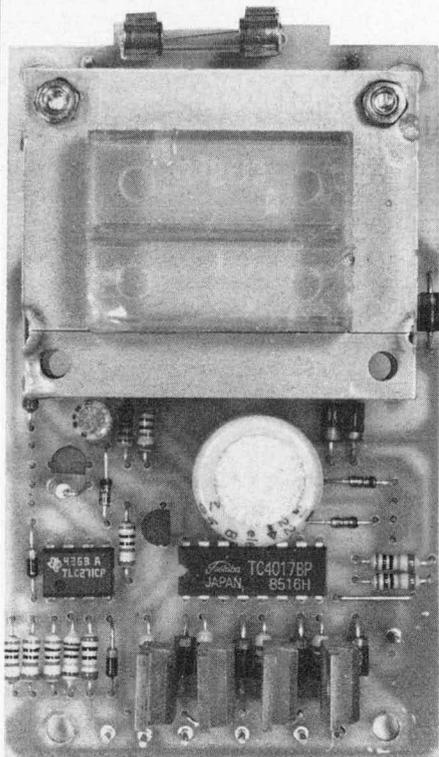
Bild 1: Leiterbahnseite der Sensorplatine für Wasserstopp



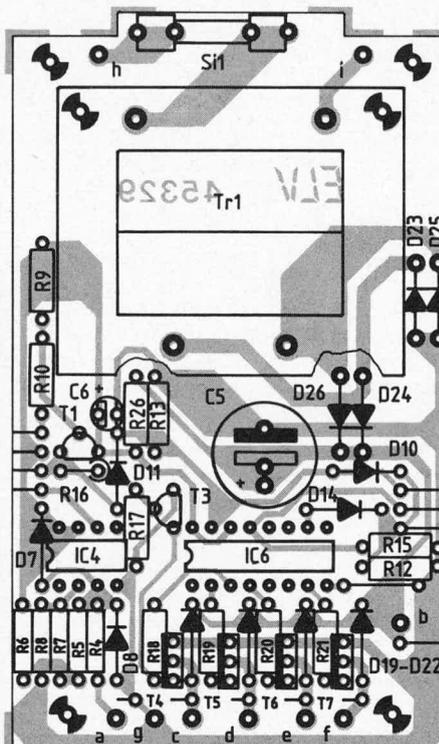
Ansicht der fertig bestückten Schalterplatine



Bestückungsseite der Schalterplatine



Ansicht der fertig bestückten Trafoplatine



Bestückungsseite der Trafoplatine

Stückliste:

Automatische Berechnungs-Steueranlage BSA 4

Halbleiter

IC 1	CD 4060
IC 2	CD 4520
IC 3, IC 5	CD 4040
IC 4	TLC 271
IC 6	CD 4017
T 1, T 2	BC 558
T 3	BC 548
T 4-T 7	BDX 53
D 1-D 6	1 N 4148
D 7, D 8	DX 400
D 9, D 15-D 18 ..	LED 3 mm rot
D 10-D 14	1 N 4148
D 19-D 26	1 N 4001

Kondensator

C 1-C 3	33 pF
C 4	47 nF
C 5	2200 µF/16 V
C 6	10 µF/16 V

Widerstände

R 1	20 MΩ
R 2	47 kΩ
R 3, R 18-R 21	4,7 kΩ
R 4, R 12, R 14, R 15	100 kΩ
R 5	1 MΩ
R 6-R 8, R 11	10 kΩ
R 9, R 10, R 22-R 26	1 kΩ
R 13, R 16, R 17	10 kΩ

Sonstiges

Trafo	prim. 220 V/7,2 VA sek. 8 V/0,9 A
Si 1	Sicherung 100 mA
S 1	Präzisionsdrehwähler 6.2
S 2	Präzisionsdrehwähler 12.1
1 Quarz	32,768 KHz
1 Platinensicherungshalter	
2 Schrauben	M 3 x 35
4 Schrauben	M 3 x 45
14 Muttern	M 3
1 Klinkenbuchse	3,5 mm
1 Klinkenstecker	3,5 mm
1 Magnetventil	
9 Lötstifte	
60 cm Silberschalt Draht	
1 Lötfahe	3,2 mm
5 Lötfahe	4,2 mm

ELV-Serie micro-line

Funkuhrensystem DCF 86

Teil 1

Aufgrund der großen Resonanz, die das im „ELV journal“ Nr. 41 vorgestellte Funkuhrensystem doc 85 bei unseren Lesern hervorrief, haben wir uns entschlossen, ein neues Funkuhrensystem zu entwickeln, das auf den Erfahrungen der doc 85 aufbaut. Folgende Features zeichnen die neue Version besonders aus:

- 6stellige, digitale Anzeige der amtlichen Uhrzeit für die Bundesrepublik Deutschland
- 6stellige Datumsanzeige auf Knopfdruck oder automatisch im Wechsel mit der Uhrzeit
- gleichzeitige Wochentagsanzeige über 7 LED's
- automatische Sommerzeit-Umschaltung und Anzeige über LED
- 2 unabhängige, durch Tastendruck wählbare Weckprogramme mit Weckwiederholautomatik
- 2 zusätzliche Schaltausgänge (von den Weckzeiten unabhängig)
- insgesamt 8 Weck-/Schaltzeiten programmierbar
- Netzausfallsicherung, d. h. es werden keine Speicherzeiten bei Fortfall der Netzspannung vergessen und der Weckvorgang wird termingerecht ausgeführt (auch während des Netzausfalls)
- automatische Umschaltung auf Quarzbetrieb bei Ausfall des DCF 77-Senders

Allgemeines

Die ELV Funkuhr (Atomuhr) DCF 86 ist ein komplettes Uhrensystem, das seine Zeitinformation von dem PTB-Sender DCF 77 in Mainflingen bei Frankfurt erhält. Die amtliche Uhrzeit für die Bundesrepublik Deutschland wird von diesem Sender mit einer maximalen Abweichung von 1 Sekunde in 300 000 Jahren (!) ausgestrahlt. Die Uhr braucht daher niemals gestellt zu werden, da sie ständig, ähnlich einem Rundfunkempfänger, die Uhrzeit empfängt.

Der PTB-Sender DCF 77 strahlt rund um die Uhr einmal pro Minute auf der Langwellenfrequenz 77,5 kHz die amtliche Uhrzeit der Bundesrepublik Deutschland aus. Über eine aktive Ferritantenne werden diese Signale empfangen, verstärkt und anschließend in aufbereiteter Form einem zentralen Mikroprozessor zur Verfügung gestellt. In aufwendigen Filter- und Auswertelgorithmen erfolgt dann im Zusammenhang mit dem Prozessor sowie einigen weiteren Baugruppen eine Signalverarbeitung und Dekodierung, in dessen Folge der Prozessor die Ansteuerung des LED-Displays vornehmen kann. Die Uhrzeit und der Wochentag werden gleichzeitig angezeigt, während das Datum automatisch im Wechsel oder auf Knopfdruck zur Verfügung steht.

Darüber hinaus nimmt der Prozessor eine Vielzahl von weiteren Aufgaben wahr, die

zum komfortablen Wecken und Schalten dienen.

Zur Verdeutlichung der zahlreichen Möglichkeiten, die das ELV-Funkuhrensystem DCF 86 bietet, wollen wir zunächst mit der Anwendungs- und Bedienungsbeschreibung beginnen.

Anwendung und Bedienung

Die Hauptfunktion des ELV-Funkuhrensystems DCF 86 liegt in der Anzeige von Uhrzeit, Datum und Wochentag. Die Inbetriebnahme dieser Grundfunktionen ist denkbar einfach.

Das Steckernetzteil wird auf eine Spannung von 9 V eingestellt. Das Uhrensystem wird über die entsprechende Zuleitung mit dem Steckernetzteil verbunden. Ein Verpolungsschutz verhindert eine Beschädigung bei falscher Polarität.

Sobald die Betriebsspannung am Uhrensystem anliegt, erscheint auf der Anzeige „86 02 - x“. Die Bezeichnung „86 02“ ist die Systemkennzeichnung, die auch auf dem zentralen Mikroprozessor aufgedruckt ist.

Die 2. Ziffer von rechts bleibt zunächst dunkel, während die rechte, vorstehend mit „x“ bezeichnete Ziffer folgende Zahlen ausgibt:

Unmittelbar nach dem Einschalten erscheinen die Ziffern 6 oder 7.

Nach erstem korrekt erkannten Minutenimpuls erscheinen die Ziffern 4 oder 5.

Nach erstem korrekt empfangenen kompletten Daten-Telegramm erscheinen die Ziffern 0 oder 1.

Die Datenübertragung erfolgt durch Absenken des 77,5 kHz Trägers für 0,1 Sekunden oder 0,2 Sekunden zu Beginn einer jeden Sekunde. Während der Trägerabsenkung wird jeweils die höhere Ziffer angezeigt (7 anstatt 6, 5 anstatt 4, 1 anstatt 0).

Die Anzeige der amtlichen Uhrzeit erfolgt automatisch nach dem zweiten korrekt empfangenen Daten-Telegramm.

Um einwandfreien Empfang zu gewährleisten, muß die über ein ca. 2 Meter langes Zuleitungskabel mit dem Funkuhrensystem verbundene Aktiv-Antenne quer zum Sender ausgerichtet werden. Dies ist mit einfachen Mitteln möglich.

Der Dezimalpunkt der rechten 7-Segmentanzeige dient hierzu als Hilfsmittel. Bei korrekter Antennenausrichtung blinkt der Punkt regelmäßig im Sekundentakt für 0,1 Sekunden bis 0,2 Sekunden auf. Bei ungenügendem Empfang ist nur ein unregelmäßiges Flackern zu sehen. Die Antenne wird langsam gedreht, bis der Punkt regelmäßig blinkt. Die weitere Verarbeitung bis zum Erscheinen der Uhrzeit ist dann auf der rechten 7-Segment-Anzeige zu verfolgen.

Unmittelbar darauf wird vom Prozessor der zur Antennenausrichtung benötigte rechte Punkt automatisch ganz abgeschaltet (ca. 3 bis 5 min nach Antennenausrichtung).

Als zusätzliches Erkennungsmerkmal für einwandfreien DCF-77-Empfang leuchtet auf dem Display die LED „DCF“. Ist der Empfang gestört oder der Sender kurzzeitig zu Wartungsarbeiten abgeschaltet, so verlischt die LED „DCF“. Das Uhrensystem zeigt jedoch weiterhin die Uhrzeit, da eine interne Quarzuhr die Steuerung übernimmt. Der rechte Punkt zur Antennenausrichtung erscheint ebenfalls wieder, so daß man ggf. die Antennenausrichtung nochmals überprüfen kann.

Zusätzlich zur Uhrzeitangabe liefert das Funkuhrensystem DCF 86 noch die Anzeige des Wochentages über 7 LED's. Darüber hinaus dient eine weitere LED zur Anzeige von „Sommerzeit“. Die Umschaltung erfolgt selbstverständlich automatisch.

Soll das Datum angezeigt werden, wird die auf der Rückseite der Uhr befindliche Taste „s“ einmal betätigt — das Datum erscheint auf dem Display. Bei erneuter Betätigung zeigt die Anzeige den Wochentag als Zahl, wobei 01 = Montag, 02 = Dienstag bis 07 = Sonntag bedeutet. Eine nochmalige Betätigung versetzt das Funkuhrensystem wieder in den Grundzustand, d. h. die aktuelle Uhrzeit erscheint.

Es besteht die Möglichkeit, die Uhrzeit und das Datum im fortlaufenden Wechsel anzuzeigen. Hierzu wird die Taste „min“ einmal betätigt. In den Sekunden 0 bis 7 wird die aktuelle Uhrzeit und in den Sekunden 8 und 9 das Datum angezeigt. Eine 2. Betätigung dieses Tasters bringt das Funkuhrensystem wieder in den Grundzustand, d. h. eine Permanentanzeige der Uhrzeit.

Bis hierher ist die Handhabung des ELV-Funkuhrensystems DCF 86 denkbar einfach. Um alle Möglichkeiten, die dieses komplexe System bietet, ausschöpfen zu können, ist das Studium der nachfolgend beschriebenen Programmierung wichtig. Wir wollen die Funktionen der 5 auf der Rückseite angeordneten Taster nacheinander ausführlich besprechen.

Taster „Weckzeit“

Dieser Taster dient zum Umschalten der Weckprogramme, von denen 2 unabhängig voneinander zur Verfügung stehen.

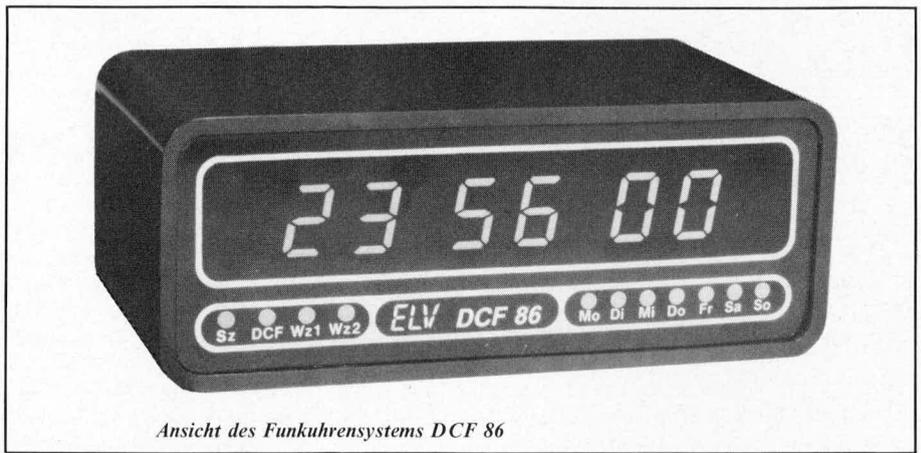
Grundstellung = Weckprogramm aus

1. Betätigung = Weckprogramm I
2. Betätigung = Weckprogramm II
3. Betätigung = Weckprogramm aus
4. Betätigung = Weckprogramm I
5. Betätigung = Weckprogramm II usw.

Jedes Weckprogramm wird durch eine LED angezeigt („Wz 1“ oder „Wz 2“ oder beide erloschen). Ist keine Weckzeit programmiert, leuchtet die zugehörige LED („Wz 1“ oder „Wz 2“) nur während der Tasterbetätigung auf, um danach zu verlöschen.

Im Normalfall wird unter jedem Weckprogramm nur eine Weckzeit programmiert werden, obwohl auch alle 8 zur Verfügung stehenden Programmspeicher auf ein einziges Weckprogramm gelegt werden können.

Möchte man zum Beispiel montags bis freitags um 6.45 Uhr geweckt werden und



Ansicht des Funkuhrensystems DCF 86

sonnabends um 8.30 Uhr, so wird unter Weckprogramm I 6.45 Uhr abgespeichert und unter Weckprogramm II 8.30 Uhr.

In der Grundstellung, d. h. keine der beiden LED's „Wz 1“ und „Wz 2“ leuchtet, erfolgt kein Wecken.

Wird am Sonntag die Taste „Weckzeit“ einmal betätigt, schaltet das Funkuhrensystem auf „Weckprogramm I“. Quittiert wird dies durch Aufleuchten der LED „Wz 1“. An den folgenden Tagen wird jetzt auf unser Beispiel bezogen der Weckvorgang termingerecht um 6.45 Uhr gestartet. Das Wecksignal selbst besteht aus einem intermittierenden 2 kHz Signal.

Soll jetzt am Samstag der Weckvorgang zur 2. einprogrammierten Weckzeit durchgeführt werden (in unserem Beispiel 8.30 Uhr), so muß am Freitag die Taste „Weckzeit“ erneut einmal betätigt werden. Quittiert wird dies durch Aufleuchten der LED „Wz 2“. Der Weckvorgang wird jetzt pünktlich zur einprogrammierten Zeit am Samstag durchgeführt.

Soll am Sonntag überhaupt nicht geweckt werden, muß vorher die Taste „Weckzeit“ ein weiteres mal betätigt werden. Beide LED's „Wz 1“ und „Wz 2“ sind verloschen.

Bei der nächsten Betätigung geht das Funkuhrensystem wieder auf „Wz 1“ usw.

Ein laufender Weckvorgang (Signal ertönt) kann vorzeitig durch die Betätigung des Tasters „Weckzeit“ unterbrochen werden. Eine kurze Betätigung des Tasters (kleiner 1 Sekunde) setzt hierbei die Weckwiederholautomatik in Betrieb. Dies wird optisch dadurch signalisiert, daß die zugehörige LED „Wz“ blinkt. 8 Minuten nach Ertönen des ersten Wecksignals beginnt ein weiterer Weckvorgang. Dieser kann gleichfalls, wie beim ersten Mal, durch kurzes Betätigen des Tasters „Weckzeit“ unterbrochen werden, um erneut nach 8 Minuten (d. h. also insgesamt 16 Minuten nach Beginn des ersten Wecksignals) einen 3. Weckvorgang auszulösen. Dieses Verfahren kann beliebig oft wiederholt werden. Wird die Taste „Weckzeit“ länger als 2 Sekunden während eines laufenden Weckvorganges bzw. bei blinkender LED „Wz“ betätigt, so bricht der Weckvorgang komplett ab und wird erst am nächsten Tag (sofern tägliche Programmierung eingegeben wurde) erneut ausgeführt.

Wird das Wecksignal nicht durch Betätigen des Tasters „Weckzeit“ ausgeschaltet, ver-

stimmt es automatisch nach 4 Minuten, um erst am nächsten Tag erneut aktiviert zu werden (sofern eine tägliche Weckzeitfolge einprogrammiert wurde).

Nachdem wir die Arbeitsweise des Funkuhrensystems in Verbindung mit den Weckprogrammen besprochen haben, wollen wir nachfolgend auf die Programmierung selbst eingehen.

Taster „Stellen“:

Durch kurzes Betätigen dieses Tasters (kleiner 1 Sekunde), wird das Funkuhrensystem in den Stellmodus gebracht. Jede weitere kurze Betätigung schaltet das Stellprogramm weiter fort. Im einzelnen sieht die Programmierung wie folgt aus:

1. Betätigung: Das Display zeigt „01 01 01“ als Erkennungsmerkmal, daß die erste Weckzeit programmiert wird. Ist der Speicherplatz bereits belegt, erscheint ca. 1 Sekunde nach der Anzeige „01 01 01“ die dort programmierte Zeit, ansonsten verlischt die Anzeige. Mit den Tastern „h“, „min“, sowie „s“ können die Stunden, Minuten und Sekunden eingestellt werden und zwar unabhängig, ob bereits eine Zeit programmiert wurde, oder ob der Speicher leer ist. Bei jeder kurzen Betätigung (kleiner 1 Sekunde) erhöht sich die betreffende Ziffer um 1. Wird einer dieser Taster länger als 1 Sekunde festgehalten, läuft der entsprechende Zähler schnell hoch und zwar solange, bis der Taster wieder losgelassen wird.

Bei der **2. Betätigung** des Tasters „Stellen“ wird das zur Schaltzeit I gehörende Datum einprogrammiert. Das Erkennungsmerkmal für die Datumsprogrammierung ist die Anzeige der Jahreszahl auf den 4 rechten 7-Segment-Anzeigen (für 1986 z. B. „1986“), während der Rest der Anzeige unmittelbar nach der 2. Tasterbetätigung erloschen bleibt. Ist der Speicherplatz bereits belegt, erscheint sofort das einprogrammierte Datum, ansonsten bleibt „1986“ in der Anzeige stehen. Der Taster „h“ dient nun zum Stellen der Tage („--“, d. h. Anzeige verloschen, für tägliches Schalten, es folgt „91“ für Montag, „92“ für Dienstag bis „97“ für Sonntag, einschließlich „01“ bis „31“ für das entsprechende Datum). Der Taster „min“ dient zum Einstellen der Monate („--“, d. h. Anzeige verloschen entsprechend monatsunabhängig sowie „01“ bis „12“ für Januar bis Dezember). Der Taster „s“ dient zum Einstellen von Schaltart und Nummer des Schaltausganges. Die Bedeutung ist wie folgt:

1. Betätigung: „11“ = Ausführen Weckzeit I
2. Betätigung: „12“ = Ausführen Weckzeit II
3. Betätigung: „03“ = Ausschalten Schaltausgang 3
4. Betätigung: „13“ = Einschalten Schaltausgang 3
5. Betätigung: „04“ = Ausschalten Schaltausgang 4
6. Betätigung: „14“ = Einschalten Schaltausgang 4
7. Betätigung: „1986“ = Löschen (bei programmiertem Datum sind die beiden rechten Anzeigen erloschen)
8. Betätigung: „11“ = wie 1. Betätigung usw.

Die Übernahme der einprogrammierten Schaltzeit wird in dem Moment durchgeführt, wo der Taster „Stellen“ das 3. Mal betätigt wird und damit auf den nächsten Speicherplatz springt. Im Display erscheint „02 02 02“ als Erkennungsmerkmal, daß die Programmierung der 2. Schaltzeit (bzw. Weckzeit) folgt. Im Falle, daß auch hier bereits eine Programmierung vorgenommen wurde, erscheint nach 1 Sekunde die programmierte Zeit. Die Programmierung selbst erfolgt wie unter „1. Betätigung“ beschrieben. Bei der 4. Betätigung des Tasters „Stellen“ wird das zur Schaltzeit 2 gehörende Datum wie unter „2. Betätigung“ programmiert.

Auf diese Weise können insgesamt 8 Weck-/Schaltzeiten gespeichert werden. Die Verteilung als Weck- oder Schaltzeit ist hierbei beliebig. Es können auch unter Weckprogramm I („Wz 1“) 8 Zeiten erfaßt werden (täglich oder zu 8 verschiedenen Daten). Die Verteilung ist vollkommen beliebig, d. h. es wird eine automatische Optimierung der Speicherräumnutzung intern vorgenommen.

Wird eine Schaltzeit neu programmiert bzw. eine bereits vorhandene Schaltzeit überschrieben, so erfolgt die Übernahme in den Hauptspeicher des Prozessorsystems in dem Moment, in dem der nächste Speicherplatz durch Betätigen des Tasters „Stellen“ aufgerufen wird. Soll ein Speicherplatz hingegen nicht neu beschrieben, sondern nur gelöscht werden, so erfolgt die Löschung erst dann, wenn der Stellmodus anschließend verlassen wird. Dies geschieht dadurch, daß der Taster „Stellen“ sofort betätigt wird, bis durch Überschreiten des höchsten Programmplatzes „08 08 08“ das System in den Grundzustand, d. h. zur Anzeige der aktuellen Uhrzeit übergeht. Damit ein bestimmter Programmplatz schneller erreicht bzw. der Programmiermodus verlassen werden kann, besteht auch beim Taster „Stellen“ die Möglichkeit, durch Festhalten (länger als 1 Sekunde) ein schnelles Weiterschalten zu bewirken und zwar solange, bis der Taster „Stellen“ wieder losgelassen wird. Hierbei läuft der Programmzähler schnell wie folgt hoch: „01 01 01“, „02 02 02“, ... „08 08 08“ um als letztes den Stellmodus zu verlassen, d. h. die aktuelle Uhrzeit wird wieder angezeigt. Bei erneuter Betätigung des Tasters „Stellen“ beginnt der Stellmodus wieder wie unter „1. Betätigung“ beschrieben.

Vorgenommene Programmierungen werden in dem Moment in den Speicher übernommen, wenn die nächste Registernummer aufgerufen wird (durch erneutes Betätigen des Tasters „Stellen“). Bleibt die Stellzeit länger als ca. 20 s nach Betätigen eines (beliebigen) Tasters auf einem Register stehen, wird der betreffende Speicherplatz nicht geändert und der Stellmodus bricht automatisch ab, die ursprünglich in diesem Speicherplatz abgelegte Programmierung bleibt erhalten und die aktuelle Uhrzeit wird wieder angezeigt. Dies ist eine zusätzliche Sicherung vor unbeabsichtigter Betätigung der Taster. Wird eine Schaltzeit gelöscht (manuell oder automatisch durch Abarbeitung), rücken die anderen Schaltzeiten automatisch auf, d. h. freie Speicherplätze befinden sich grundsätzlich hinter den bereits programmierten Schaltzeiten. Sind zum Beispiel 3 Schaltzeiten programmiert und die Schaltzeit 2 entfällt, so rückt die Schaltzeit 3 automatisch in den Speicher der Schaltzeit 2 und der Speicher von Schaltzeit 3 und folgende sind frei für Neubelegung. Sich wiederholende Schaltzeiten, wie zum Beispiel täglich, Montag usw., können demzufolge niemals automatisch, sondern nur manuell gelöscht werden. Die Schaltzeiten besitzen untereinander folgende Prioritäten:

Schaltzeiten mit höheren Programmplätzen dominieren über Schaltzeiten niedrigerer Programmplätze, d. h. Schaltzeit 2 genießt gegenüber Schaltzeit 1 Vorrang, Schaltzeit 3 genießt gegenüber Schaltzeit 2 und Schaltzeit 1 Vorrang usw.

Programmierung von sich ständig wiederholenden Zeiten (stündlich, minütlich, sekundlich)

Nachdem die grundsätzliche Wirkungsweise der Programmierung von Weck- und Schaltzeiten ausführlich erläutert wurde, wollen wir nachfolgend noch auf einige nützliche Besonderheiten dieses Funkuhrensysteins eingehen:

Wird bei der Programmierung der Stunden die Anzeige auf „-“ (Taster „h“ nicht betätigt) gesetzt, so wird diese Schaltzeit sich jede Stunde wiederholend ausgeführt.

Wird bei der Programmierung der Minuten die Anzeige auf „-“ gesetzt, erfolgt der Schaltvorgang minütlich, d. h. jede Minute wird diese Schaltung ausgeführt. Ist eine Stundenprogrammierung vorhanden, wird das minütliche Schalten nur innerhalb dieser Stunde ausgeführt, ansonsten fortlaufend (sofern auch die Stundenprogrammierung fehlt).

Wird bei der Programmierung der Sekunden die Anzeige auf „-“ gesetzt, ist der betreffende Schaltausgang die erste Hälfte einer jeden Sekunde ein- und die zweite Hälfte einer jeden Sekunde ausgeschaltet und zwar beginnend zu dem in Stunden und Minuten als Einschaltzeit („13“ oder „14“) programmierten Zeitpunkt. Mit einer weiteren Schaltzeit kann zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt diese Funktion abgebrochen werden („03“ oder „04“). Bei den stündlichen und minütlichen Schaltvorgängen muß natürlich in jedem Fall über eine zusätzliche Schaltzeit der entgegengesetzt arbeitende Schaltvorgang ausgelöst werden.

Zusätzlich kann selbstverständlich die Programmierung von sich täglich wiederholend oder auf ein bestimmtes Datum erfolgen.

Die Programmierung „91 05 13“ bedeutet beispielsweise, daß jeden Montag (91) im Mai (05) der Schaltausgang 3 (13) eingeschaltet (13) wird. Eine automatische Löschung erfolgt hier nicht, sondern nur bei Schaltzeiten, die auf ein bestimmtes Datum, einschließlich Stunden und Minuten, programmiert sind.

Die Beschreibung der Programmiermöglichkeiten ist damit abgeschlossen, so daß wir im folgenden auf einige weitere Besonderheiten des Funkuhrensysteins eingehen können.

Stromversorgung, Netzausfallsicherung, Schaltausgänge, Reichweite

Bei Netzausfall wird das System für 10 bis 20 Stunden (je nach Akku oder Batterie) gepuffert. Die Anzeige erlischt hierbei automatisch. Gleichfalls werden die Schaltausgänge 3 und 4 nicht aktiviert.

Der Weckvorgang läuft auch während des Netzausfalls termin- und programmgerecht ab.

Schaltzeiten werden nach wiederkehrender Netzspannung nachgeholt, sofern nicht vorher ein entgegengesetzter Schaltbefehl programmiert war.

Fällt der Strom um 6.00 Uhr aus und kehrt um 7.00 Uhr wieder, so bleibt Schaltausgang 3 ausgeschaltet, wenn um 6.15 Uhr eine Einschaltung und um 6.30 Uhr eine Ausschaltung programmiert war, während er nach wiederkehrender Spannung eingeschaltet würde, wenn die Ausschaltzeit erst auf 8.30 Uhr eingestellt wäre.

Erhält der Prozessor zu irgendeinem Zeitpunkt einen Reset-Impuls, z. B. durch Fortfall der gesamten Versorgungsspannung, einschließlich der Batteriepufferung (z. B. beim ersten Einschalten), werden keine Schaltzeiten ausgeführt und die gesamten Speicher werden gelöscht.

Das Funkuhrensysteins ist so kompakt angelegt, daß es in ein formschönes Gehäuse der ELV-Serie micro-line eingebaut werden kann.

Die Versorgung erfolgt über ein kleines und preiswertes 9 V-Steckernetzteils.

Für die beiden zusätzlichen Schaltausgänge (3 und 4) befinden sich auf der Rückseite des Gehäuses 2 3,5 mm Klinkenbuchsen, an die über eine 2adrige Zuleitung je eine Schalteinheit (Stecker-Steckdosenkombination mit Relais) anschließbar ist.

Die Antenne wird über eine 2adrige, abgeschirmte isolierte Zuleitung mit dem Basisgerät verbunden. Aufgrund der hohen Empfangsleistungen des Funkuhrensysteins ist ein zuverlässiger Empfang im gesamten Bundesgebiet sichergestellt, wobei auch in angrenzenden Ländern bis zu einem Abstand von ca. 1000 km von Frankfurt der Betrieb möglich ist. Unter günstigen Bedingungen (Antenne erhöht aufstellen und optimal ausrichten) sind sogar noch größere Distanzen zu überbrücken.

In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ stellen wir Ihnen die Schaltung des kompletten Funkuhrensysteins sowie die Schaltungsbeschreibung vor.