

ELV *journal*

Nr. 10

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 3,60

Die Sensation für Elektroniker!

Mit Platinenfolien

Printentwürfe auf Klarsichtfolie zur problemlosen
Herstellung der Platinen

Kostenloser Reparaturservice

für jeweils eine veröffentlichte Schaltung



In dieser Ausgabe:

Achtstelliger, digitaler
Universal-Frequenzzähler
Geiger-Müller-Zähler
Gas-Sensor
Elektronischer Regler für
Kfz-Drehstromlichtmaschinen
Schlummertimer
Einschaltverzögerung für Lautsprecher

Österreich öS 32, Schweiz sfr 4,10, Niederlande hfl 4,50, Luxemburg lfr 64

Mit
Platinenfolien

500 MHz-Universalzähler

FZ 500

Der hier beschriebene Universalzähler FZ 500 kann sich in der Tat universell nennen, er verfügt über fünf Meßarten mit vier wählbaren Torzeiten:

Frequenzmessung 15 Hz–500 MHz

Periodendauermessung 1 μ s— 10^5 s

Vielfachperioden gemittelt 1, 10, 100 und 1000

Frequenzverhältnismessung max. 500 : 10 MHz

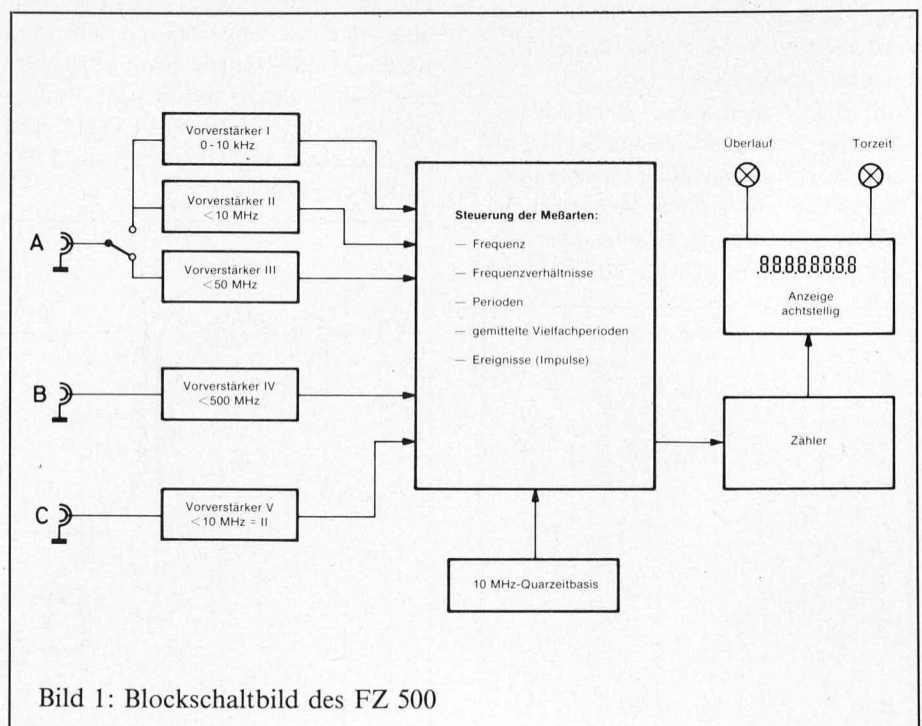
Ereignismessung (Impulszählung) DC – 500 MHz

Neben dem übersichtlichen Aufbau der Elektronik wurde auch dem mechanischen Aufbau besondere Aufmerksamkeit gewidmet. So ist für den Einbau der Schaltung ein industriell gefertigtes Gehäuse vorgesehen, das sich nicht nur durch ein ganz hervorragendes Design auszeichnet, sondern auch mechanische Bearbeitungen durch den Anwender überflüssig macht.

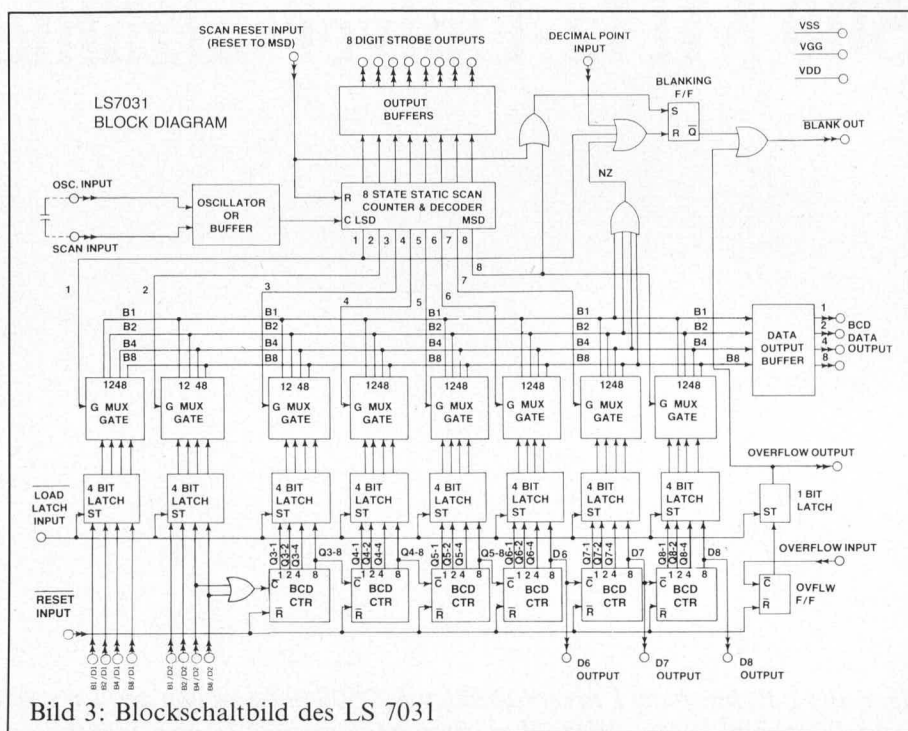
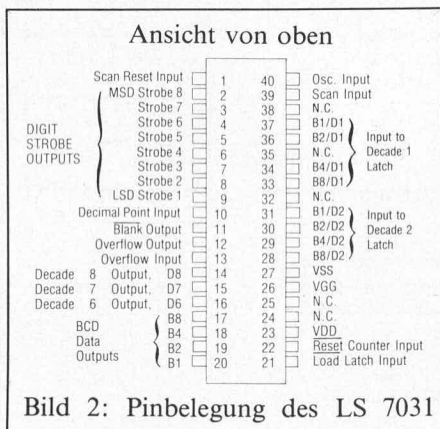
In diesem Heft wird die Schaltung des Zählers beschrieben, in der nächsten Ausgabe folgt dann das Layout der Leiterplatten und die Beschreibung des Aufbaus.

In Bild 1 ist das Prinzipschaltbild des FZ 500 wiedergegeben. Wie man sieht, ist nicht etwa der Zähler, sondern die Ablaufsteuerung beherrschender Mittelpunkt der Schaltung. Dies verwundert auch nicht weiter, wenn man bedenkt, daß für die eigentliche Zähl-schaltung ein hochintegrierter Schaltkreis eingesetzt wird, während die Steuerung der Meßprozesse einigen Schaltungsaufwand erfordert.

Der FZ 500 verfügt über drei Meßeingänge (BNC). Eingang A verarbeitet Frequenzen bis 50 MHz, Eingang B ist für Frequenzen bis 500 MHz ausgelegt. Eingang C ist für die zweite Frequenz bei Frequenzverhältnismessungen vorgesehen. Auf Eingang A folgen drei umschaltbare Vorverstärker. Vorverstärker I ist für sehr niedrige Frequenzen bestimmt, wie sie bei Periodendauermessungen und Ereigniszählungen auftreten können. Der Verstärker



wird auch nur bei diesen beiden Meßarten automatisch in Betrieb gesetzt. Über die Bedienungsschalter werden je nach Höhe der zu messenden Frequenz Vorverstärker II oder III eingeschaltet. Es wäre auch möglich gewesen, diese beiden Vorverstärker zusammenzufassen. Es ist jedoch recht problematisch, einen breitbandigen Verstärker von etwa 15 Hz bis 50 MHz bei gleichzeitig hoher Empfindlichkeit aufzubauen. Die vorliegende Lösung mit zwei getrennten Vorverstärkern erleichtert den Nachbau ganz erheblich, und es ist auch kein Abgleich im eigentlichen Sinn erforderlich. Nach dem Aufbau kann mit einem Trimmer lediglich die Empfindlichkeit beeinflusst werden. Vorverstärker IV — für Frequenzen bis 500 MHz — hat eine separate Eingangsbuchse (B). Man hätte diesen Verstärker auch umschaltbar an Eingangsbuchse A anschließen können. Ein getrennter Eingang ist jedoch günstiger, damit das hochfrequente Signal möglichst ohne Umwege direkt zum Verstärker geführt werden kann. Ein weiterer fünfter Vorverstärker ist erforderlich, um die Vergleichsfrequenz bei Frequenzverhältnismessungen zu verstärken. Vorverstärker V entspricht Vorverstärker II, die Eingangsbuchse C wird später in die Rückwand des Gehäuses eingebaut. Für die Funktion des FZ 500 in allen Meßarten sind zunächst nur Vorverstärker II (= V) und III erforderlich, die nachfolgend beschrieben werden. Mit den Vorverstärkern I und IV, die in der nächsten Ausgabe erscheinen, kann dann der Zähler für die Messung sehr niedriger sowie sehr hoher Frequenzen erweitert werden. Auf die Arbeitsweise der Ablaufsteuerung wird im Verlauf der Schaltungsbeschreibung näher eingegangen. Bereits hier soll jedoch die eigentliche Zählstufe näher besprochen werden. Das verwendete IC LS 7031 Bild 2



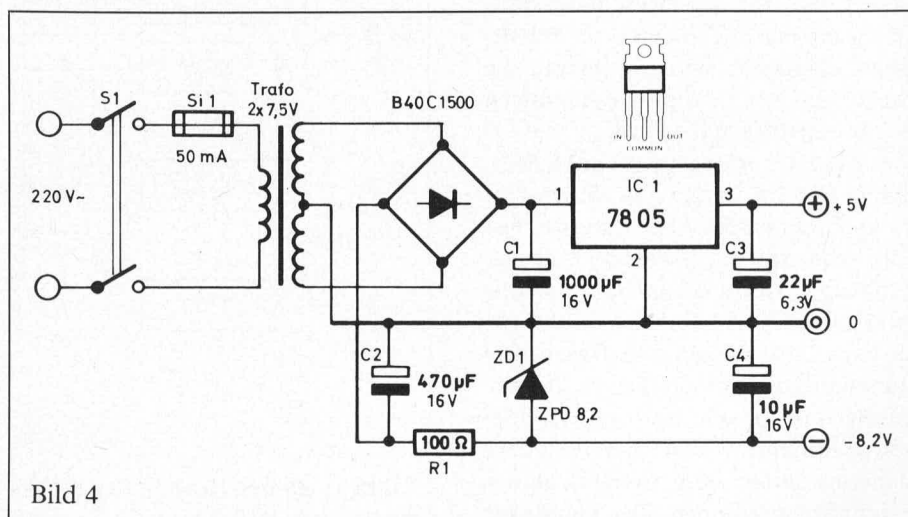
und 3) enthält sechs BCD-Zähler, aber Speicher- und Multiplexeinrichtungen für acht Stellen. Das hat den Vorteil, daß für die beiden ersten Dekaden externe Zähler-ICs eingesetzt werden können, die hohe Frequenzen verarbeiten können (74 S 196).

Es befinden sich bereits ICs auf dem Markt, bei denen fast die gesamte Ablaufsteuerung mitintegriert ist. Sie weisen jedoch alle den Nachteil auf, daß sie nur Frequenzen bis 5 MHz oder 10 MHz verarbeiten können. Bei höheren Frequenzen müssen Vorverstärker vorgeschaltet werden, wodurch natürlich die Auflösung der Anzeige herabgesetzt oder die Meßzeit sehr lang wird. Deshalb wurde beim vorliegenden Zähler dem LS 7031 der Vorzug gegeben, der bis über 50 MHz echt achtstellig anzeigt, das heißt mit einer Auflösung von 1 Hz.

Auf den Zähler folgt im Prinzipschaltbild die achtstellige Anzeige, die mit 13 mm hohen Siebensegment-Anzeigen aufgebaut ist. Die Torzeit und evtl. Überlauf werden mit Leuchtdioden angezeigt.

Netzteil

Bild 4 zeigt die Stromversorgung des Zählers. Die positive Versorgungsspannung beträgt 5 Volt und wird mit IC 1 (7805) stabilisiert. Das Netzteil stellt noch eine negative Hilfsspannung von ca. 9 Volt zur Verfügung, die ausschließlich an IC 7 (LS 7031) angeschlossen wird. Durch diesen „Schaltungstrick“ wird IC 7031 voll CMOS- und TTL-kompatibel, d.h. es werden keinerlei Pegelumsetzer bzw. Impedanzwandler benötigt. Um das Netzteil nicht unnötig zu belasten, sollten für die TTL-Bausteine vorzugsweise LS-Typen verwendet werden.



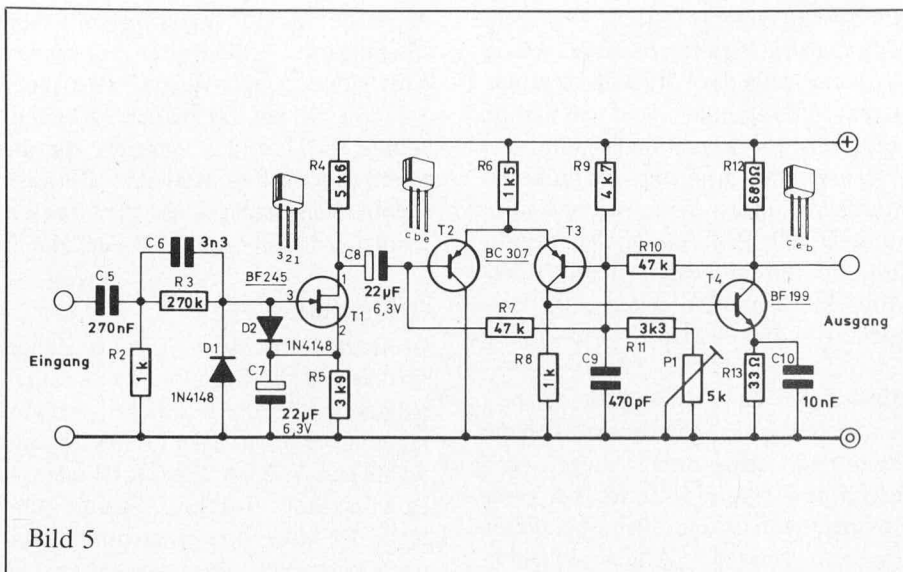


Bild 5

Vorverstärker

Vorverstärker II und V sind identisch aufgebaut (Bild 5). Der Verstärker umfaßt einen Frequenzbereich von ca. 15 Hz bis über 10 MHz bei einer typischen Empfindlichkeit von 20 mV. Die Eingangsstufe (BF 245) besteht aus einem hochohmigen Impedanzwandler — Eingangsimpedanz 1 M Ω —, der auch bei Eingangsspannungen von gut 100 Volt noch keinen Schaden nimmt. Zwei Transistoren (BC 307) bilden den nachfolgenden Differenzverstärker, dessen Empfindlichkeit mit dem 5 k-Trimмер einjustiert werden kann. Der Ausgang des Verstärkers wird mit einem weiteren Impedanzwandler (BF 199) niederohmig, d. h. störicher, abgeschlossen. Bei offenem Meßeingang ist der Ausgangspegel des

Verstärkers undefiniert und wechselt aufgrund von Rauschspannungen gelegentlich sein Potential, was vom Zähler als ein Zählimpuls interpretiert wird. Diese Erscheinung hat jedoch keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit.

Für höhere Frequenzen bis 50 MHz ist Vorverstärker III vorgesehen (Bild 6). Der Eingang ist ebenfalls hochohmig und durch antiparallel geschaltete Dioden gegen Überspannungen geschützt. Die Empfindlichkeit von ca. 20 mV wird mit Trimmer P2 eingestellt.

Frequenzmessung

Für Frequenzmessungen stehen vier Torzeiten zur Verfügung, die aus der Quarzeitbasis abgeleitet werden. Die 10 MHz-Frequenz des Quarzes wird

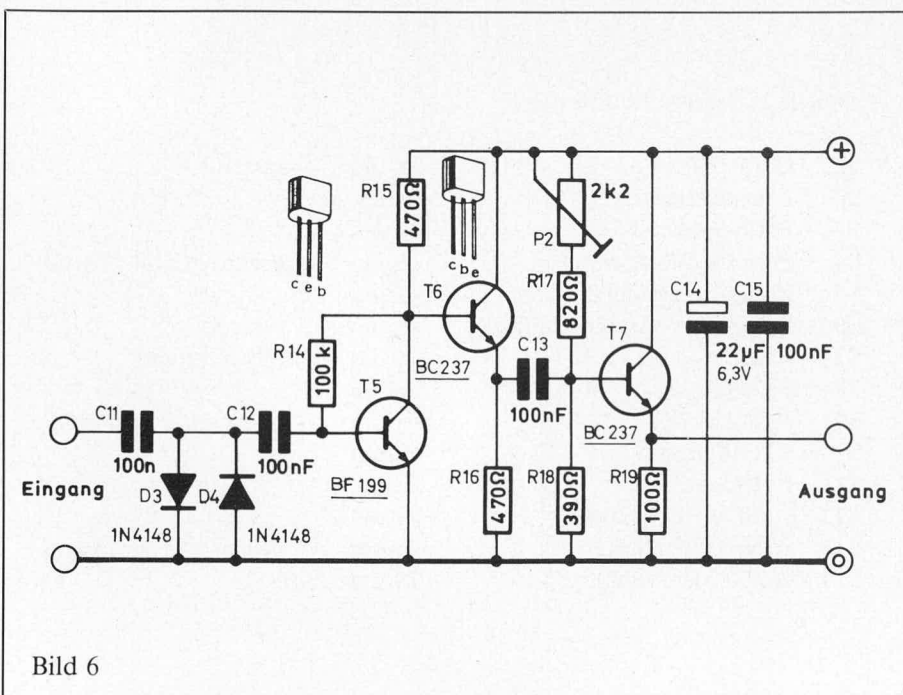


Bild 6

von den ICs 8—12 (Bild 7) dekadisch bis auf 0,1 Hz herabgeteilt. An den Ausgängen von IC 11 und 12 können die vier Torzeiten 0,1 Hz bis 100 Hz (E, F, G, H) abgegriffen werden. Soll die Torzeit z. B. 1 Hz betragen (Punkt G), wird Schalter S9 betätigt, und das 1 Hz-Signal gelangt über S9 und den gedrückten Schalter S2 (Frequenzmessung) auf den Eingang des Flip-Flops von IC 2 (Pin 3). Im Rhythmus der Torzeit öffnet und schließt dieses Flip-Flop das Zählertor, das von IC 4 gebildet wird. IC 4 ist ein Analogschalter für hohe Frequenzen, übliche Gatter würden hier ihren Zweck nicht erfüllen. Bei geöffnetem Zählertor wird gleichzeitig Transistor T8 angesteuert, so daß die LED-Anzeige „Torzeit“ aufleuchtet.

Das zu messende Signal gelangt von einem der Vorverstärker über die Schalterkette S4, S3 und S5 und über das geöffnete Zählertor zu IC 5. IC 5 und IC 6 stellen die beiden Dekadenzähler dar, die den sechsstufigen Zähler des IC 7031 zu einem achtstelligen Zähler vervollständigen. Nach Ablauf der Meßzeit sperrt IC 2 das Zählertor. Gleichzeitig werden aus diesem Signal mit Hilfe von IC 3 der Latch-Impuls (Speicherübernahme) und der Rücksetz-Impuls für die Zähler gewonnen. Ein eventueller Überlauf wird von Leuchtdiode D6 angezeigt.

Schalter S8 bis S11, mit denen die Torzeit gewählt wird, sorgen mit weiteren Kontakten für die Unterdrückung führender Nullen (Pin 5, 6, 7, 8 und 10 von IC 7) und für die stellenrichtige Anzeige des Dezimalpunktes.

Frequenzverhältnismessung

Als Ergebnis dieser Meßart erscheint auf der Anzeige eine Zahl, die das Verhältnis der Frequenz, die an Buchse A oder B anliegt, zu der (kleineren) Frequenz, die an der rückwärtigen Buchse C anliegt, angibt. Beispiel: Eingangsfrequenz = 100 kHz, Vergleichsfrequenz = 8 kHz:

$$\text{Anzeige} = \frac{100}{8} = 12,5$$

Die Auflösung richtet sich danach, welcher Torzeitschalter (S8—S11) betätigt wurde.

Die Frequenzverhältnismessung entspricht grundsätzlich der Frequenzmessung, die Länge der Torzeit wird jedoch nicht von der Quarzeitbasis, sondern über Schalter S15 und S2 von der Vergleichsfrequenz bestimmt.

Periodendauermessung

In dieser Meßart wird das Meßsignal unmittelbar mit Schalter S3 auf den Eingang von IC 2 (Pin 3) gelegt, so daß die Torzeit der Periodendauer entspricht. Der andere Eingang des Zähltores (Pin 1 von IC 4) wird über Schalter S3 und je nach Meßbereich einem der Schalter S8—S11 mit der Quarzeitbasis verbunden (Punkt A, B, C oder D). In Schalterstellung S8 wird die Periode mit 1 MHz-Impulsen ausgezählt und damit das Ergebnis mit einer Auflösung von 1 μ s angezeigt. In Schalterstellung 11 liegt nur noch eine Frequenz von 1 kHz am Zähler an, d. h. man kann die Periode sehr niederfrequenter Signale ausmessen, da der Zähler erst nach 100 000 Sekunden überläuft (das sind fast 28 Stunden). Solche Signale kommen in der Praxis wohl kaum vor, die Sache hat aber einen anderen Vorteil: Man kann den Zähler in dieser Stellung als Stoppuhr einsetzen. Mit dem ersten (möglichst prellfreien) Impuls an Eingangsbuchse A startet der Zähler und zählt so lange, bis er — nach Ablauf der zu messenden Zeit — von einem weiteren Impuls gestoppt wird. Die gemessene Zeit wird in Sekunden angezeigt, mit einer Auflösung von einer tausendstel Sekunde. Wer es noch genauer haben möchte, kann Taste 10 drücken, die Auflösung beträgt dann eine zehntausendstel Sekunde.

Jetzt wird auch ersichtlich, welchen Zweck Vorverstärker I erfüllt, nämlich sehr niederfrequente Signale zu verstärken, die Vorverstärker II mit seiner unteren Grenzfrequenz von ca. 15 Hz nicht mehr verarbeiten kann. Vorverstärker I ist immer dann in Betrieb, wenn Schalter S3 oder S5 betätigt wurde, d. h. bei den Meßarten Periodendauermessung und Ereigniszählung. Soll die Periodendauer höherfrequenter Signale (über 10 kHz) gemessen werden, kann Vorverstärker III (Schalter S13) benutzt werden. Schalter S12 rastet dann aus und schaltet Vorverstärker I ab.

Meßtechnisch ist es allerdings wenig sinnvoll, die Periodendauer hoher Frequenzen (maximal bis 1 MHz beim FZ 500) zu bestimmen, wie folgende Überlegung zeigt. Bei jeder digitalen Anzeige ist die letzte Stelle um eins unsicher. Wenn der Zähler zum Beispiel eine Frequenz von 100 Hz anzeigt, weiß man nicht, ob es nicht vielleicht tatsächlich 100,99 Hz sind, d. h. der mögliche Fehler kann (bei 100

Hz) bis zu einem Prozent betragen. Mißt man die Periodendauer derselben Frequenz, zeigt der Zähler als Ergebnis 10,000 Millisekunden an. Auch hier ist natürlich die letzte Stelle um eins unsicher, aber aufgrund der höheren Auflösung beträgt der mögliche Fehler nur noch 0,01 Prozent. Das ist um zwei Zehnerpotenzen besser, denn 10,000 Millisekunden entsprechen einer Frequenz von 100,00 Hz.

Hinsichtlich der Genauigkeit der beiden Meßarten Frequenzmessung bzw. Periodendauermessung liegt der Schnittpunkt beim FZ 500 bei einer Frequenz von 1 kHz. Denn bei dieser Frequenz zeigt der Zähler in beiden Fällen 1000 an (1000 kHz bzw. 1000 ms). Oberhalb von 1 kHz führt damit die Frequenzmessung, unterhalb von 1 kHz die Periodendauermessung zu genaueren Ergebnissen. Hierbei wurde außer acht gelassen, daß der FZ 500 noch über einen Meßbereich von 0,1 Hz verfügt. Dieser Bereich wird jedoch wegen der Länge des Meßzyklus von 20 Sekunden seltener gewählt. Ebenso wurde der Fehler der Quarzeitbasis nicht berücksichtigt, der jedoch mit 20×10^{-6} vernachlässigbar klein ist.

Periodenmittelwertmessung

Um die Periodendauer einer Frequenz noch genauer zu messen, empfiehlt es sich, mehrere Perioden auszuzählen und dann den Mittelwert zu bilden. Referenzfrequenz ist in diesem Fall immer 1 MHz, Punkt A der Quarzeit-

basis, der über Schalter S4 mit dem Eingang des Zähltores verbunden wird. Die Meßfrequenz wird über Schalter S4 auf die beiden Dekadenzähler IC 11 und 12 geleitet, die die Meßfrequenz herunterteilen. Je nach Meßbereich entspricht die Torzeit dann 1, 10, 100 oder 1000 Perioden.

Ereignismessung

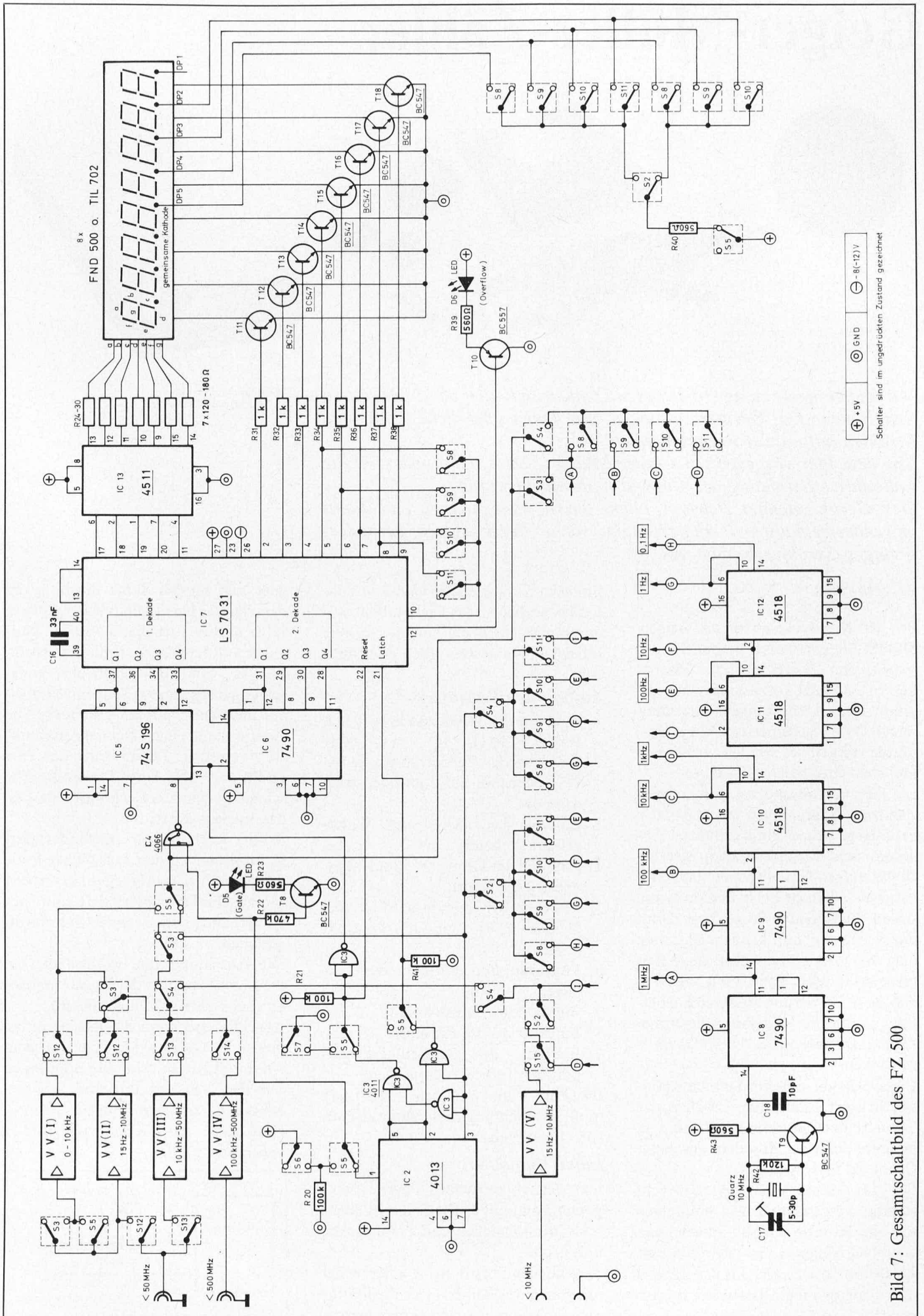
In dieser Betriebsart zählt der Zähler fortlaufend die Impulse, die an seinen Eingängen A oder B anliegen. Abhängig von der erwarteten Frequenz kann wahlweise Vorverstärker I, III oder IV eingeschaltet werden. Beginn und Ende der Messung werden durch Betätigen des Start/Stopp-Schalters S6 bestimmt, d. h. die Steuerung des Zähltores erfolgt manuell. Nach beendeter Messung bleibt das Ergebnis so lange auf der Anzeige sichtbar, bis mit der Reset-Taste S7 der Zählerstand wieder auf Null zurückgesetzt wird. Reset kann jederzeit — auch bei laufender Messung — erfolgen. Die Latcheinrichtung ist bei Ereigniszählungen abgeschaltet. Der Zähler zeigt fortlaufend das aktuelle Ergebnis an. Zum Abschluß dieses ersten Teils sei noch auf Tabelle I hingewiesen, in der zum leichteren Verständnis der Schaltung alle Schalter- und Tastenfunktionen aufgeführt sind.

Mit der Beschreibung des mechanischen Aufbaus, der Platinen und der noch nicht behandelten Vorverstärker wird die Bauanleitung im nächsten Heft abgeschlossen.

Tabelle I: Schalterfunktionen

S1	ON/OFF	2x um	rastend
S2	Frequenzmessung	4x um	
S3	Periodendauer	4x um	
S4	Periode (Mittelwert)	4x um	gegenseitig auslösend
S5	Ereignismessung	6x um	
S6	Stop/Start (Ereigniszählung)	2x um	rastend
S7	Reset	2x um	nicht rastend
S8	1000 (10 s)	6x um	
S9	100 (1 s)	6x um	gegenseitig auslösend
S10	10 (100 ms)	6x um	
S11	1 (10 ms)	6x um	
S12	< 10 MHz Vorver-	4x um	
S13	< 50 MHz stärker-	2x um	gegenseitig auslösend
S14	< 500 MHz wahl	2x um	

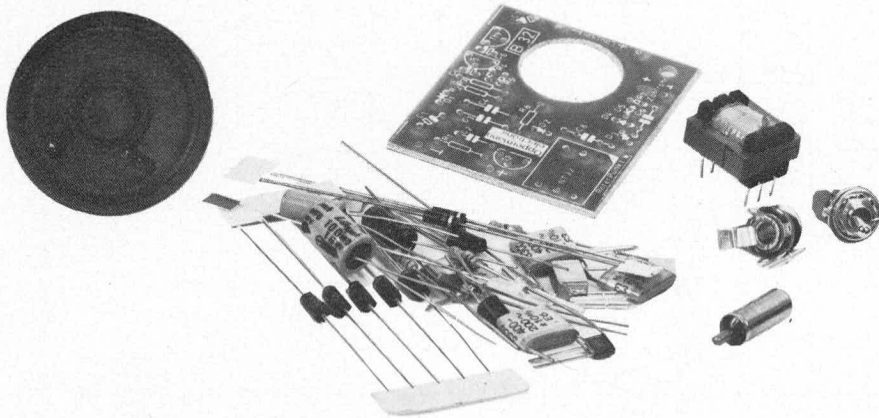
(Periodenanzahl
bzw. Torzeit)



⊕ +5V ⊙ GND ⊖ -8(-12)V
 Schalter sind im ungedruckten Zustand gezeichnet

Bild 7: Gesamtschaltbild des FZ 500

Geiger-Müller-Zähler



Mit freundlicher Unterstützung
der Firma Oppermann electronic

Mit Zunahme des umweltbewußten Denkens ist auch das Interesse an Schaltungen und Geräten gestiegen, mit denen schädliche Stoffe und Strahlen aufgespürt werden können.

Mit dem hier vorgestellten Geiger-Müller-Zähler, kann jederzeit die radioaktive Strahlung der Umwelt kontrolliert werden.

Das Gerät zeichnet sich vor allem durch seine kleinen und damit anwenderfreundlichen Abmessungen sowie durch seinen besonders geringen Stromverbrauch aus.

Allgemeines

Bei der Konstruktion dieses Geiger-Müller-Zählers stand besonders der Aspekt im Vordergrund, unseren Lesern ein Gerät vorzustellen, das aufgrund seiner Abmessungen und technischen Daten geeignet ist, ohne Umstände mitgeführt werden zu können und stets einsatzbereit zu sein.

Da die zur Anwendung kommenden Zählrohre Spannungen von 400-500 V benötigen, war es ein besonderes Anliegen, den Stromverbrauch, der bei Umsetzungen von 6-9 V auf 400-500 V naturgemäß recht hoch werden kann, soweit wie möglich zu senken, damit die Schaltung mit kleinen Batterien oder NC-Akkus möglichst lange Zeit gespeist werden kann. Wir meinen, daß diese Forderung ausgezeichnet erfüllt wurde, da es gelang, die Ruhestromaufnahme auf ca. 1 mA (!) bei 6 V zu senken.

Durch diesen außerordentlich geringen Stromverbrauch ist es möglich, das Gerät, je nach Batterie oder Akkutyp, mehrere hundert Stunden aus einer Quelle zu versorgen.

Da das Gerät meist jedoch nicht ständig eingeschaltet ist, empfehlen wir, die Batterie jährlich zu wechseln oder NC-Akkus einzusetzen, um eine Zerstörung des Geiger-Müller-Zählers durch ausgelaufene Batterien zu vermeiden.

Ein weiterer Vorteil des Gerätes ist das Fehlen jeglicher Abgleichpunkte, wodurch der Nachbau und die spätere Inbetriebnahme wesentlich erleichtert wird.

Aufbau des Bausatzes

1. Einlöten der Widerstände R 1, R 2, R 4, R 9, R 11
2. Einlöten der Zehnerdioden D 1—D 7 (stehend, auf Kathodenstrich achten)
3. Einlöten der anderen sechs Widerstände (stehend)
4. Einlöten der Diode D 8 (auf Kathodenstrich achten)
5. Einlöten der Kondensatoren (bei C 1, C 2, C 8 auf die Polarität achten)
6. Einsetzen und Verlöten der Löt-nägel
7. Einlöten der Transistoren
8. Einlöten der IC-Fassung
9. Einlöten des Spezialübertragers (auf den roten Punkt achten)

Der rote Punkt auf dem Übertrager muß in Richtung des Miniaturlautsprechers zeigen.

Inbetriebnahme

Die fertig bestückte Platine wird nochmals auf evtl. Bestückungsfehler, schlechte Lötstellen und Zinnbrücken untersucht.

Anschließend wird der Lautsprecher mit starrem Schaltdraht an die Platine angeschlossen. Der Lautsprecherma-

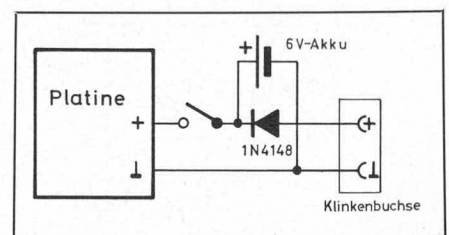
gnet ragt hierbei durch die Bohrung der Platine. Das Lautsprechergehäuse sollte mittels Klebeband von den Bauteilen auf der Platine isoliert werden. Zuletzt wird das Zählrohr angeschlossen. Es reagiert sehr empfindlich auf mechanische Beanspruchung. Die Anode ist mit einem kleinen Anschlußstift versehen. Daran wird der eine Draht angelötet. Das Löten sollte sehr schnell gehen, sonst kann es sein, daß das Edelgas ausströmt.

An der Kathode (Metallzylinder) darf nicht gelötet werden. Das blanke Ende des Anschlußdrahtes legt man um den Metallzylinder und fixiert ihn mit Isolierband oder mit Schrumpfschlauch.

Die Anschlußdrähte werden jetzt an die Lötstützpunkte der Platine angelötet (auf richtige Polung achten).

Anschließend kann die Platine in ein passendes Gehäuse eingebaut werden. An der Stirnwand sind die Bohrungen für den Schalter und die 3,5 mm Klinkenbuchse anzubringen.

Nun kann das Gerät nach Bild 1 verdrahtet werden.



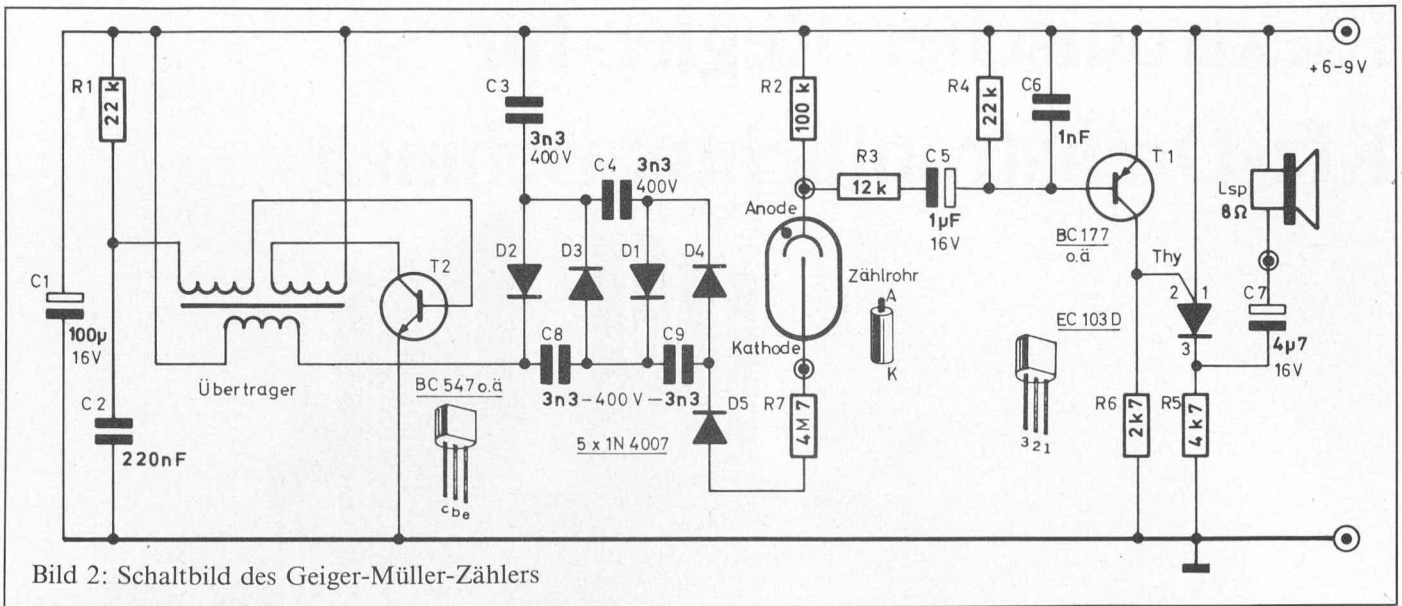


Bild 2: Schaltbild des Geiger-Müller-Zählers

Funktionsbeschreibung

Die bei Radioaktivität frei werdende Gamma-Strahlung wird von einem Geiger-Müller-Zählrohr empfangen. Dieses Zählrohr besteht im wesentlichen aus einer Elektrode (Anode, positives Potential) umgeben von einem Metallzylinder, der Kathode.

Für seinen Betrieb benötigt das Zählrohr eine relativ hohe Spannung bei sehr geringem Strom. Die Hochspannung von 400—500 V wird durch einen Trafo und eine Kaskade aus der (6—9 V) Betriebsspannung gewonnen. Die nachzuweisenden radioaktiven Teilchen dringen durch den dünnwandigen Metallzylinder in das Zählrohr ein und führen in der Edelgas Mischung eine Entladung herbei. Die dabei entstehenden Spannungsimpulse werden über den Verstärkertransistor T 1 einem Thyristor zugeführt.

Bei jedem Spannungsimpuls schaltet der Thyristor durch. Dabei wird der vorher über R 5 aufgeladene Elko C 7 über den Lautsprecher entladen und erzeugt hierdurch einen deutlich vernehmbaren „Knackton“. Gleichzeitig wird dadurch bewirkt, daß der Thyri-

stor wieder gelöscht und C 7 wieder aufgeladen wird.

Bei einem Strahlungseinfall von 1 mR/h wird ein Warnton von ca. 50 Tönen/min abgegeben. Eine schnellere Tonfolge weist auf einen höheren Strahlungseinfall hin.

Durch die „normale“ natürliche Strahlung sowie durch die (hoffentlich) geringe Umweltstrahlung gibt das Gerät nur eine langsame Impulsfolge aus, die, je nach Umweltstrahlung in der Größenordnung von 50 Impulsen/h liegen könnte. Um die Impulsrate etwas ansteigen zu lassen, ist ein handelsüblicher Gasglühstrumpf als radioaktives Präparat zum Testen des Geiger-Müller-Zählers geeignet. Sobald die Impulsrate ansteigt (z. B. mehrere Impulse pro Minute), ist davon auszugehen, daß die zulässige Strahlenbelastung bereits deutlich überschritten wurde. Aus diesem Grunde sollte man solche Gebiete meiden, damit die persönliche Strahlenbelastung so gering wie möglich bleibt, denn die einmal „aufgenommene“ Strahlendosis summiert sich mit jeder zusätzlichen Dosis immer weiter.

Da die Anzeige der einfallenden Strahlung akustisch erfolgt, braucht das Gerät nicht beobachtet zu werden. Es genügt, wenn man es ständig mit sich führt, was aufgrund der geringen Abmessungen ohne weiteres möglich ist.

Stückliste Geiger-Müller-Zähler

Halbleiter

- Thy EC 103 D
- T1 BC 177 o. ä.
- T2 BC 547 o. ä.
- D1—D5 1N4007

Kondensatoren

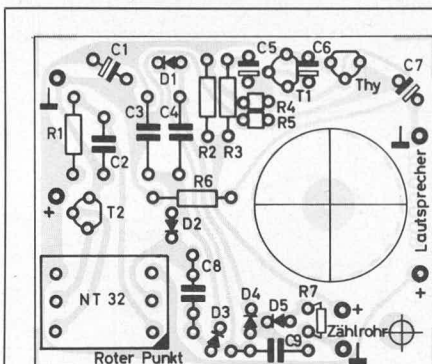
- C1 100 uF/16V
- C2 220 nF
- C3 3,3 nF/400V
- C4 3,3 nF 400V
- C5 1 uF/16V
- C6 1 nF
- C7 4,7 uF/16V
- C8 3,3 nF/400V
- C9 3,3 nF/400V

Widerstände

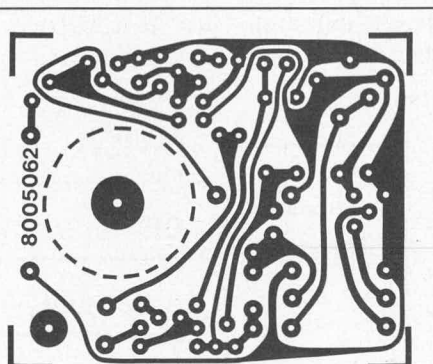
- R1 22 k Ω
- R2 100 k Ω
- R3 12 k Ω
- R4 22 k Ω
- R5 4,7 k Ω
- R6 2,7 k Ω
- R7 4,7 M Ω

Diverses

- 1 Hochspannungstrafo
- 1 Zählrohr
- 1 Miniatur-Kippschalter
- 1 Klinkenbuchse 3,5 mm
- 1 Miniaturlautsprecher
- 1 Platine
- 6 Lötnägel

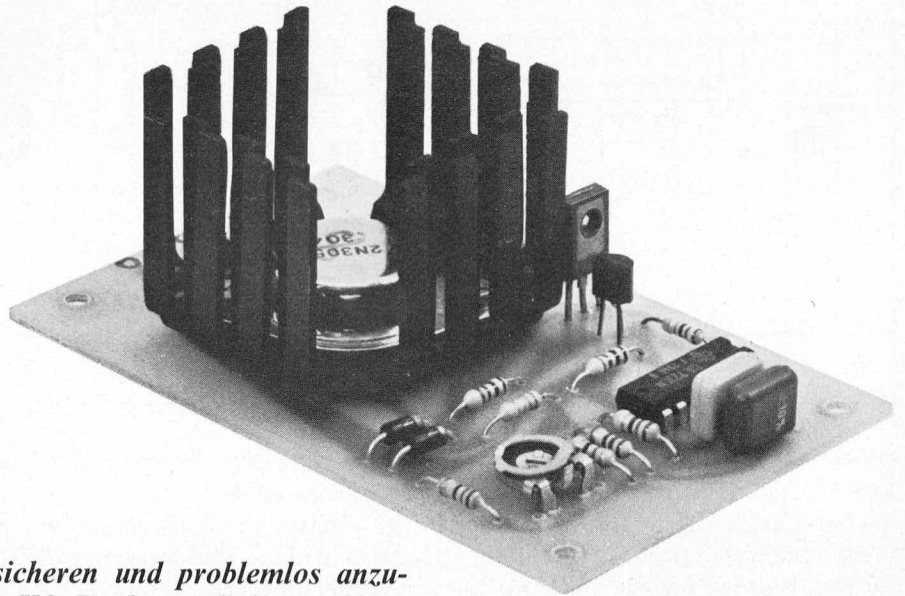


Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

Elektronischer Regler für Kfz-Drehstromlichtmaschinen



Durch diesen ausgereiften, nachbausicheren und problemlos anzuschließenden elektronischen Regler für Kfz-Drehstromlichtmaschinen kann der bisher vorhandene mechanische Regler ersetzt werden.

Die Präzision der Regelung wird unter anderem durch die Verwendung einer besonders temperaturstabilen Referenzspannung sowie durch den Einsatz eines integrierten Differenzverstärkers erreicht.

Neben der größeren Zuverlässigkeit gegenüber den konventionellen, mechanischen Reglern ergibt sich der Vorteil einer praktisch ständig vollgeladenen Batterie.

Allgemeines

Schon seit mehreren Jahren werden in fast alle Kraftfahrzeuge Drehstromlichtmaschinen eingebaut, die sich gegenüber den früher eingesetzten und mit Kohlebürsten ausgestatteten Lichtmaschinen durch geringeren Verschleiß sowie durch größere Ladeströme bei niedrigen Drehzahlen auszeichnen.

Die Effektivität von Drehstromlichtmaschinen läßt sich noch steigern, indem man den konventionellen mechanischen Regler, der für die Steuerung der Leistungsabgabe und damit auch für die Aufladung des Autoakkus verantwortlich ist, durch einen elektronischen, präzise arbeitenden und verschleißfreien Regler ersetzt.

Funktion und Anschluß des elektronischen Reglers

Die Steuerung der Leistungsabgabe bei Kfz-Drehstromlichtmaschinen erfolgt über die Erregerwicklung, die intern (innerhalb der Lichtmaschine) mit Masse (-Pol) verbunden ist, so daß außer den beiden Anschlüssen für + und Masse (-) nur ein einziger weiterer

Anschluß, der Steueranschluß DF, vorhanden ist.

Wird DF (über T1) nach +12 V geschaltet, so erhöht sich die Leistungsabgabe der Drehstromlichtmaschine, während sie verringert wird, sobald DF auf Masse (-) liegt (T1 gesperrt). Aus dem Blockschaltbild ist der einfache Anschluß des elektronischen Reglers ersichtlich (Bild 1). Es sind lediglich die drei zum mechanischen Regler führenden Leitungen +12 V (+D), DF und Masse (- oder auch -D genannt) aufzutrennen (meist ist eine Steckverbindung vorhanden) und der Regler durch die hier beschriebene elektronische Schaltung zu ersetzen.

Zur Schaltung

Die beiden Anschlüsse +12 V (+D) und Masse (-) stellen nicht nur die Versorgungsleitungen dar, sondern über sie wird gleichzeitig die Autobatteriespannung gemessen.

Dies geschieht wie folgt:

Über den Spannungsteiler, bestehend aus R6 und R9, wird die Batteriespannung auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 5) des im IC 1 integrierten Differenzverstärkers geführt. Die an Pin 6 aus dem IC 1 herausgeführte hochstabile Referenzspannung von 7,15 V gelangt über R4 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 6) dieses Verstärkers.

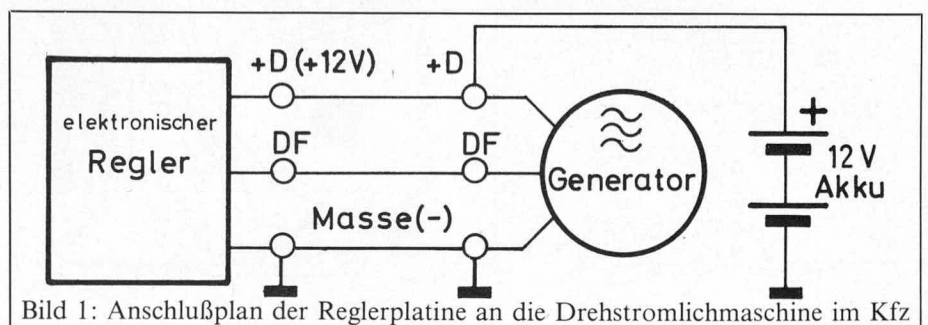


Bild 1: Anschlußplan der Reglerplatine an die Drehstromlichtmaschine im Kfz

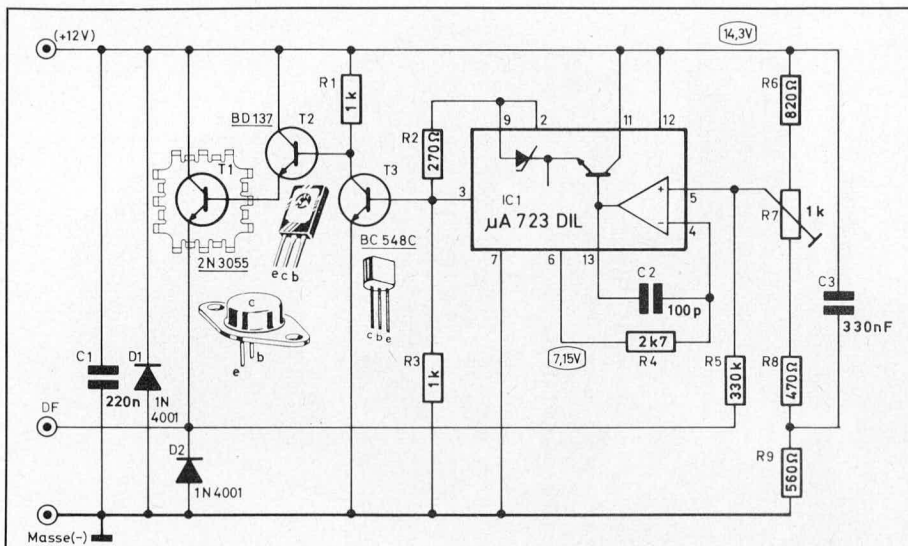


Bild 2: Schaltbild des elektronischen Reglers für Kfz-Drehstromlichtmaschinen

Anzumerken ist noch, daß für das IC 1 unbedingt die 14polige DIL-Ausführung eingesetzt werden muß, da nur hier der benötigte V_Z -Ausgang separat herausgeführt ist.

R5 und C3 dienen zur Stabilisierung und Erzeugung einer geringen Hysterese, da es sich hier um einen Zweipunktregler handelt.

Mit R2 wird der Basisstrom des nachfolgenden Transistors T3 festgelegt. Die hieran anschließende Darlington-Endstufe, bestehend aus den Transistoren T1 und T2, steuert in Zusammenhang mit der als Freilaufdiode geschalteten Diode D2 direkt die Erregerwicklung der Kfz-Drehstromlicht-

maschine. Die Freilaufdiode ist hier, genau wie bei geschalteten Netzgeräten, erforderlich, da die Drehstromlichtmaschine ebenfalls eine Induktivität darstellt und das Prinzip ein ähnliches ist.

C1 und D1 dienen zum Schutz der Schaltung und zur Unterdrückung von Störimpulsen, wobei C1 nur im Bedarfsfall eingebaut werden muß (direkt an die beiden Anschlußstifte +12 V und Masse).

Zum Nachbau und Einbau

Der Nachbau dieser elektronischen Schaltung ist anhand des Bestückungsplanes problemlos möglich.

Die fertig bestückte Platine ist in ein

isoliertes und zwecks ausreichender Kühlung des Endstufentransistors T1 mit Belüftungsbohrungen versehenes Gehäuse (vorzugsweise Kunststoffgehäuse) einzubauen.

Der Anschluß erfolgt nach Bild 1, wie auch schon vorher beschrieben.

Inbetriebnahme der Schaltung und Einstellung der Ladespannung

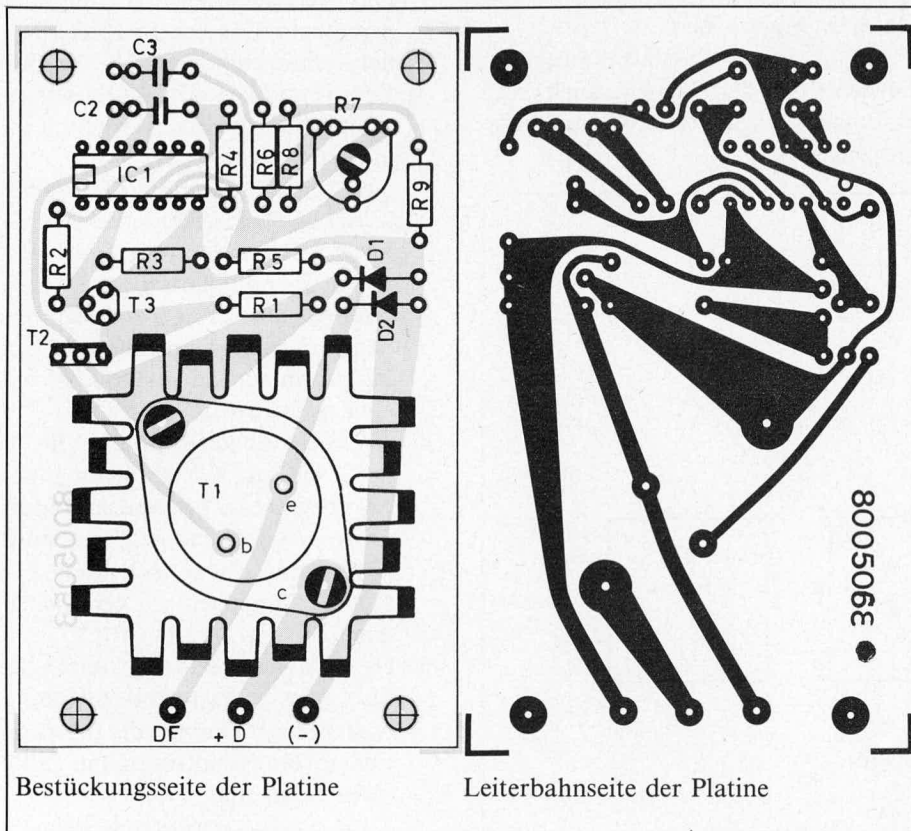
Nachdem der elektronische Regler auf Bestückungsfehler hin untersucht, in ein Gehäuse eingebaut, im Fahrzeug angeschlossen und befestigt wurde, wird mit einem Spannungsmesser (vorzugsweise digital) die Akkuspannung im Fahrzeug bei laufendem Motor gemessen. Gleichzeitig wird der durch die Erregerwicklung fließende Strom gemessen (Leitung DF auftrennen, und Amperemeter mit 5 A Meßbereich zwischenschalten).

Sobald die Akkuspannung 14,3 V erreicht hat, muß der durch die Erregerwicklung fließende Strom, der über das Amperemeter gemessen wird, auf einen geringen Restwert zurückgehen (Erhaltungsladung).

Diese Einstellung erfolgt mit dem Trimmerwiderstand R7.

Anschließend werden die Meßwerke entfernt, und die Leitung DF wieder geschlossen.

Wir wünschen unseren Lesern beim Nachbau viel Erfolg und allzeit eine volle Batterie.



Stückliste Elektronischer Regler für Kfz-Drehstromlichtmaschinen Halbleiter

IC1	.....	µA 723, DIL
T1	.....	2N 3055
T2	.....	BD 137
T3	.....	BC 548 C
D1	.....	1N 4001
D2	.....	1N 4001

Kondensatoren

C1*	.....	220 nF
C2	.....	100 pF
C3	.....	330 nF

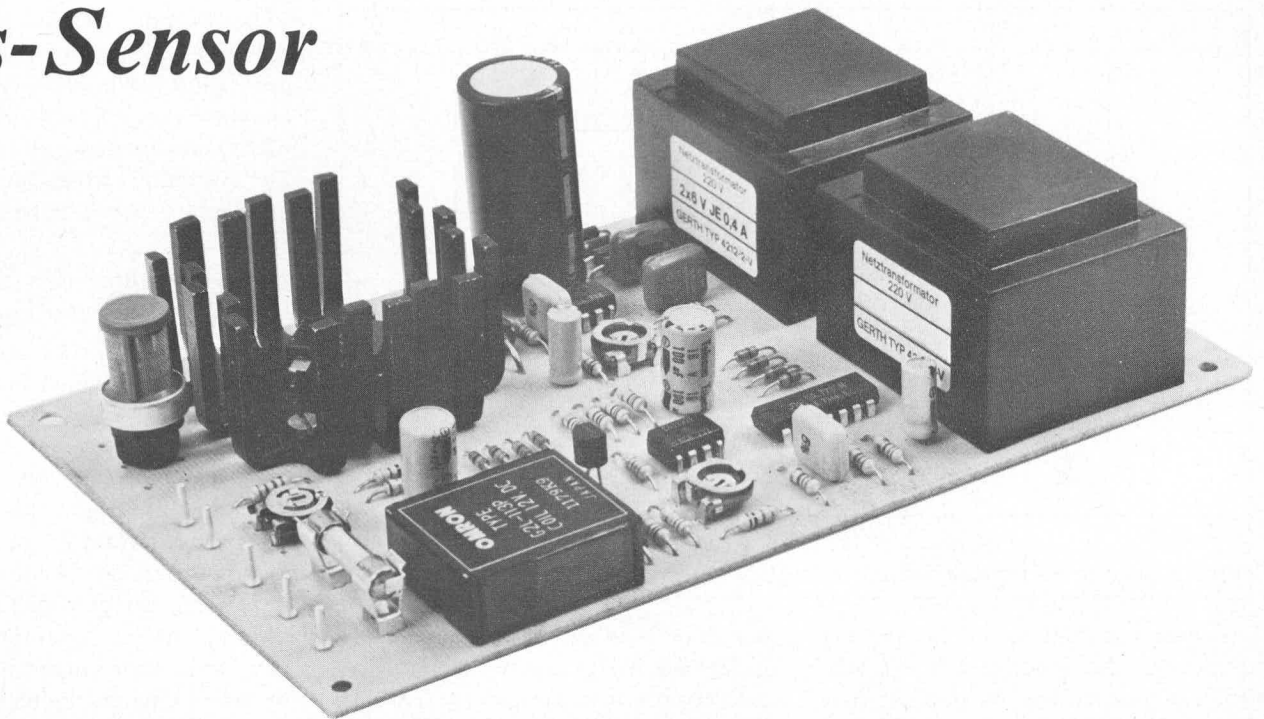
Widerstände

R1	.....	1 kΩ
R2	.....	270 Ω
R3	.....	1 kΩ
R4	.....	2,7 kΩ
R5	.....	330 kΩ
R6	.....	820 Ω
R7	.....	1 kΩ, Trimmer
R8	.....	470 Ω
R9	.....	560 Ω

Diverses

- 1 Fingerkühlkörper
- 3 Lötstifte
- * siehe Text

Gas-Sensor



Einen wesentlichen Beitrag zur Kontrolle der Umwelt liefert der hier vorgestellte Gas-Sensor, der einen Schaltvorgang auslöst, sobald die in der Luft auftretenden Gase einen bestimmten Wert überschreiten. Der Gas-Sensor spricht an auf: Butanon - Äthanol - Benzol - Methan - sowie auf das sehr gefährliche, weil giftige und zudem geruchlose Gas Kohlenmonoxyd, das bei allen Verbrennungsvorgängen auftritt. Die Ansprechempfindlichkeit ist stufenlos einstellbar. Es besteht außerdem die Anschlußmöglichkeit für ein externes Anzeiginstrument.

Allgemeines

Hauptbestandteil des eigentlichen Gas-Sensors ist eine Metalloxydpille, die in aufgeheiztem Zustand unter dem Einfluß von Gasen ihren Widerstand ändert.

Wie schon erwähnt, spricht der Gas-Sensor an auf — Butanon - Äthanol - Benzol - Methan - Kohlenmonoxyd.

Da schon bei Schwelbränden im Anfangsstadium eines Brandes große Mengen von Kohlenmonoxyd frei werden, kann dieses Gerät auch Feueralarm im Haus geben.

Ebenfalls kann Gasalarm ausgelöst werden, da der Sensor auch auf Stadtgas, Erdgas oder Campinggas anspricht.

Zur Schaltung

Die Gesamtschaltung besteht aus 5 Blöcken als da sind:

1. Das Herzstück der Schaltung, der eigentliche Gas-Sensor (Block I),
2. der Heizstromkonstanter, der den Sensor mit dem nötigen Konstantstrom von 570 mA versorgt (mit R2 einstellbar) (Block II),
3. die Wechselspannungsversorgung (Block III), die erforderlich ist, da an die Sensorelektroden zur Vermeidung von Polarisierungseffekten nur Wechselspannung angelegt werden darf (der Heizstrom ist hiervon ausgenommen, der als Gleichstrom eingespeist wird),
4. die Gleichrichterschaltung (Block IV), die zur Gleichrichtung des über den Sensor geflossenen Wechselstromes notwendig ist, da die anschließende Auswerterschaltung nur Gleichspannungen verarbeiten kann.
5. Die Auswerterschaltung setzt die über die Gleichrichterschaltung vom Sensor kommende Information in ein Schaltsignal mit Hilfe eines Relais um.

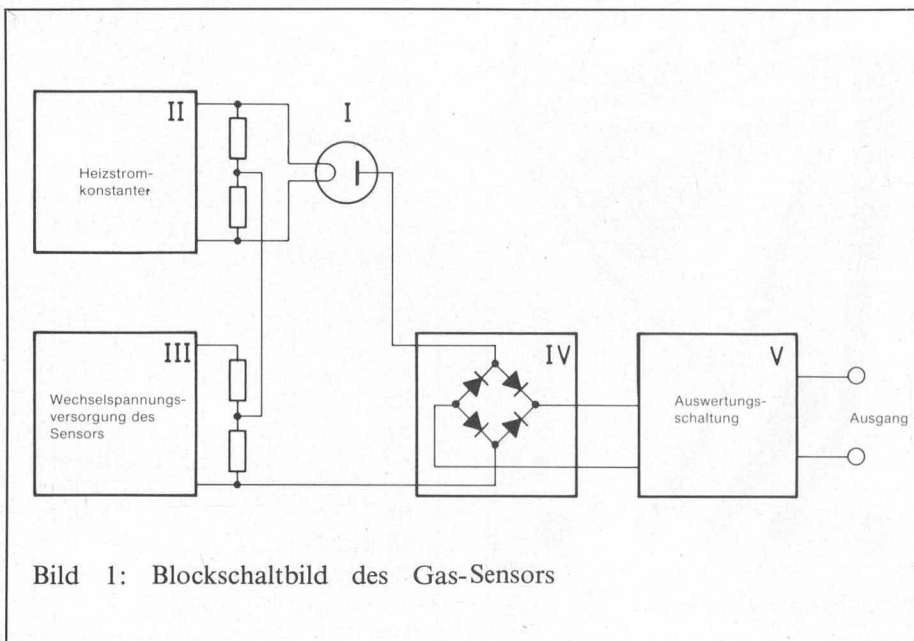


Bild 1: Blockschaltbild des Gas-Sensors

Fortsetzung Seite 41

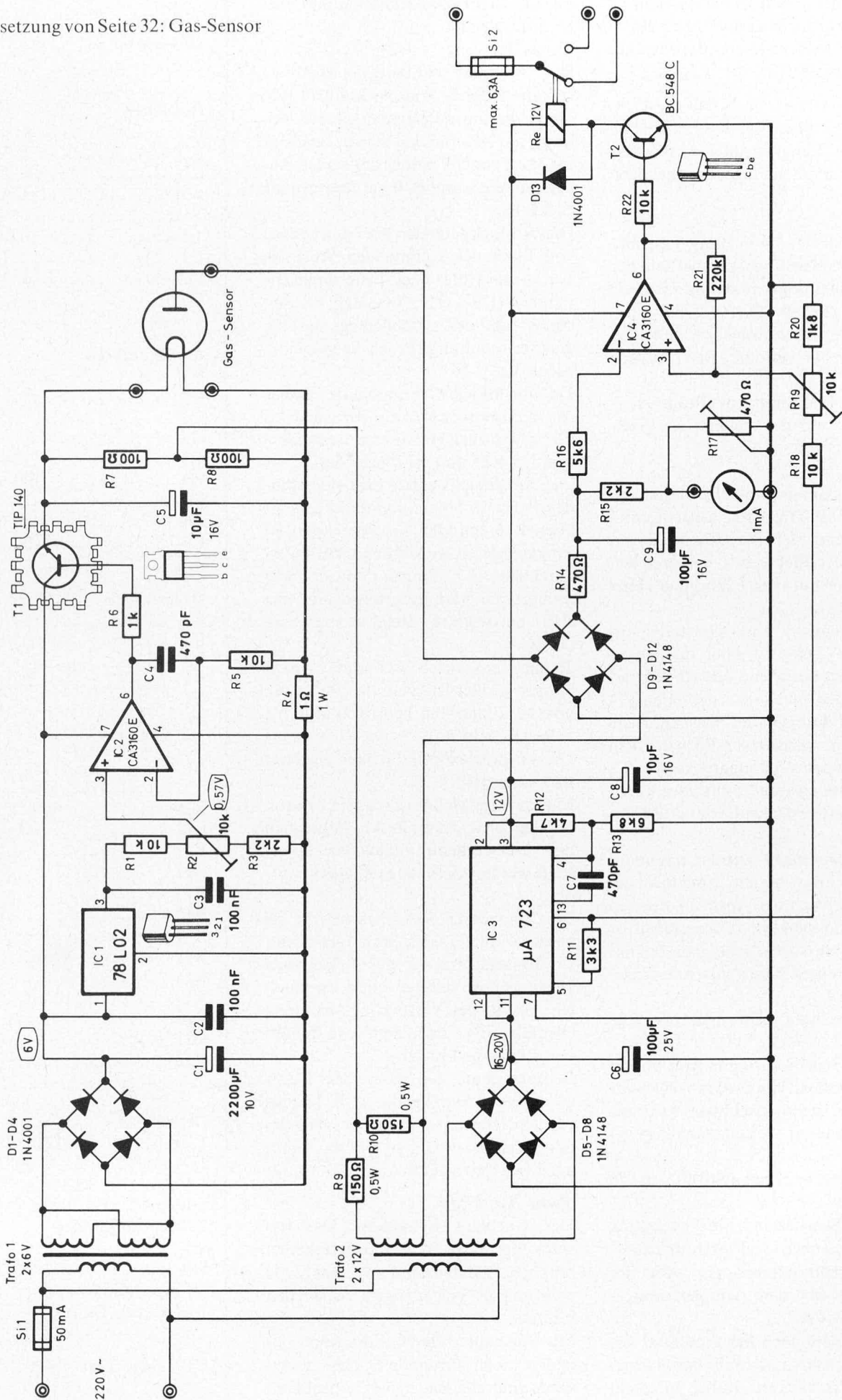


Bild 2: Gesamtschaltbild des Gas-Sensors

Eine Anschlußmöglichkeit für ein Anzeigeelement (ca. 1mA,) dessen Empfindlichkeit mit R17 eingestellt werden kann, ist ebenfalls vorhanden.

Nachfolgend soll die Schaltungstechnik der einzelnen Blöcke beschrieben werden, wobei nur auf die wesentlichen Zusammenhänge eingegangen werden soll:

Block I:

Der eigentliche, durch Block I symbolisierte Gas-Sensor wirkt innerhalb der Gesamtschaltung wie ein durch Gase veränderlicher Widerstand, der allerdings, wie schon erwähnt, nur von Wechselstrom durchflossen werden darf.

Er liegt in Reihe mit dem Gleichrichter Block IV und der zugehörigen Speisung (Block III).

Block II:

Die Konstantstromquelle, bestehend aus dem 6V-Trafo mit Gleichrichter (D1-D4) und Siebelko (C1) sowie anschließender Elektronik, versorgt den Gas-Sensor mit dem benötigten Heizstrom.

Das IC1 erzeugt eine Konstantspannung von 2,6V, die über den Spannungsteiler, bestehend aus R1, R2 und R3, auf den nicht invertierenden (+) Eingang des Operationsverstärkers IC2 geführt wird. Über R5 wird dem invertierenden (-) Eingang dieses ICs der Spannungsabfall am stromdurchflossenen Referenzwiderstand R4 zugeführt.

Beide Spannungen werden miteinander verglichen (über Pin 2 und Pin 3 des IC2) wobei sich der Ausgang, der den strombestimmenden Längstransistor T1 ansteuert, so einstellt, daß der mit R2 vorgegebene Konstantstrom eingehalten wird.

Zur Einstellung geht man wie folgt vor:

Der Gas-Sensor wird aus dem Sockel entfernt und an die beiden freigewordenen Heizstromanschlüsse wird ein Amperemeter (1 A Vollausschlag) gelegt.

Mit R2 stellt man einen Strom von 570 mA ein.

Wird der Sensor wieder in die Fassung eingesetzt, sorgt die Elektronik automatisch und unabhängig von der Spannung für den richtigen (eingestellten) Strom.

Hierdurch ist auch der Anschluß des Sensors extern (außerhalb der Platine) über etwas längere Kabel möglich, ohne eine neue Heizstromeinstellung

vornehmen zu müssen, da die Elektronik die Leitungswiderstände automatisch ausgleicht.

Block III:

Hier wird die vorhandene Wechselspannung der 2. Trafowicklung (12V), die bei geringer Belastung ca. 14V beträgt, auf den für den Sensor benötigten Wert von 7V mittels der beiden Widerstände R9 und R10 heruntergeteilt.

Block IV:

Dieser Block setzt den über den Sensor von Block III kommenden Wechselstrom mit Hilfe eines Brückengleichrichters (D9—D12) in einen Gleichstrom um, der anschließend auf die Auswertschaltung (Block V) gelangt.

Block V:

Der von Block IV kommende Gleichstrom wird über R14 auf den Siebelko C9 mit parallelgeschalteten Lastwiderständen R15 und R17 gegeben.

Der an diesen beiden Lastwiderständen liegende Spannungsabfall gelangt über R16 auf den invertierenden (-) Eingang des IC4. Auf den nicht invertierenden (+) Eingang dieses ICs gelangt die heruntergeteilte und mit R19 einstellbare Referenzspannung des IC 3.

Je nachdem, welche der beiden Spannungen größer ist, zieht das Relais an, oder es fällt ab (Pin 3 positiver als Pin 2 = Relais zieht an).

Die Ansprechempfindlichkeit wird mit R19 eingestellt.

Ein externes Meßwerk (ca. 1mA) kann parallel zu R17, mit dessen Hilfe auch die Meßwerkempfindlichkeit eingestellt werden kann, angeschlossen werden.

Ein besonderer Sicherheitsaspekt sei an dieser Stelle noch hervorgehoben: Im Ruhezustand ist das Relais stets angezogen, so daß bei einem eventuellen Ausfall der Versorgungsspannung ebenfalls bzw. trotzdem ein Schaltvorgang ausgelöst wird.

Betreibt man den über das Relais geschalteten Signalgeber (z. B. Klingel o. ä.) mit Batterien, die ja nur im Ernstfall belastet werden, so gibt das Gerät auch bei Netzausfall Alarm.

Zum Nachbau

Der Nachbau ist anhand des Bestückungsplanes ohne Schwierigkeiten möglich, so daß darauf an dieser Stelle nicht näher eingegangen zu werden braucht.

Mit Ausnahme des Gas-Sensors, der zudem noch auf einen Sockel gesetzt wird, sind alle Bauelemente problemlos zu handhaben.

Stückliste Gas-Sensor

Halbleiter

IC1	78L02
IC2	CA 3160 E
IC3	uA 723, DIL
IC4	CA 3160 E
T1	TIP 140
T2	BC 548 C
D1—D4	1 N 4001
D2—D12	1 N 4148
D13	1 N 4001

Kondensatoren

C1	2200 uF/16 V
C2	100 nF
C3	100 nF
C4	470 pF
C5	10 uF/16 V
C6	100 uF/25 V
C7	470 pF
C8	10 uF/16 V
C9	100 uF/16 V

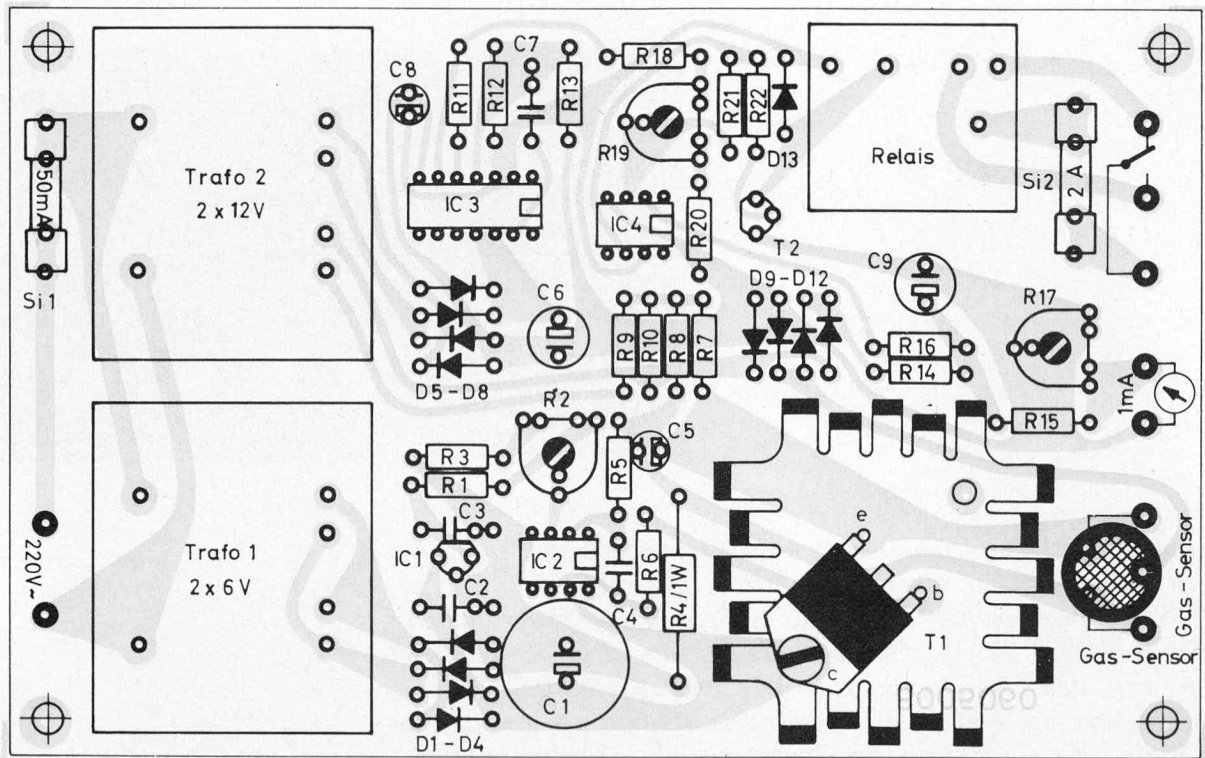
Widerstände

R1	10 kΩ
R2	10 kΩ, Trimmer
R3	2,2 kΩ
R4	1 Ω, 1 Watt
R5	10 kΩ
R6	1 kΩ
R7	100 Ω
R8	100 Ω
R9	150 Ω, 1/2 Watt
R10	150 Ω, 1/2 Watt
R11	3,3 kΩ
R12	4,7 kΩ
R13	6,8 kΩ
R14	470 Ω
R15	2,2 kΩ
R16	5,6 kΩ
R17	470 Ω, Trimmer
R18	10 kΩ
R19	10 kΩ, Trimmer
R20	1,8 kΩ
R21	220 kΩ
R22	10 kΩ

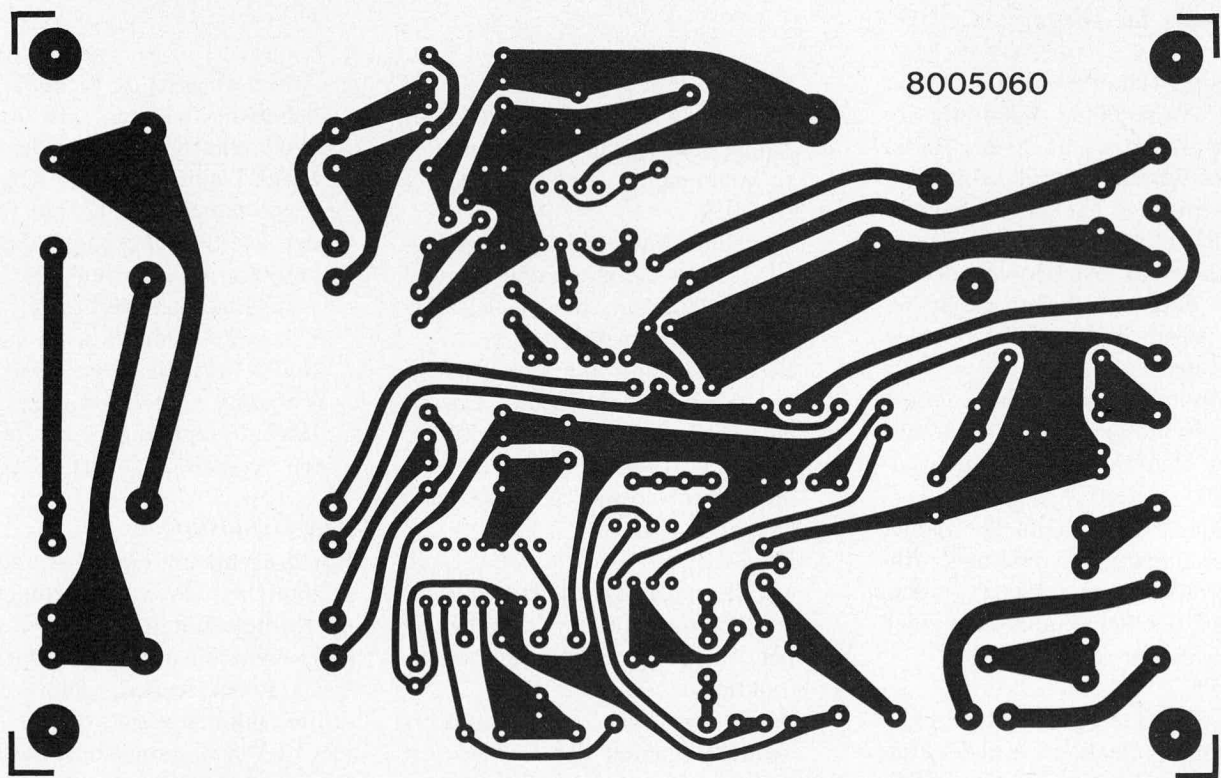
Diverses

1 Trafo ..	2 x 12 V/2 x 0,2 A
1 Trafo ...	2 x 6 V/2 x 0,4 A
1 Valvo Gas-Sensor	
1 Relais 12 V/1 x um	
2 Sicherungshalter	
Si1	0,05 A
Si2	2 A
1 Fingerkühlkörper	
1 Meßwerk 1 mA*	

* = siehe Text



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

Grundlagen für die Elektronik

Teil 3: Das elektrische Feld und der Kondensator

Nachdem wir den elektrischen Widerstand kennengelernt haben und auch mit verschiedenen Schaltungskombinationen von Widerständen vertraut sind, behandeln wir als nächstes Bauteil den Kondensator. Zu seiner näheren Beschreibung soll kurz auf das Wesen des elektrischen Feldes eingegangen werden, was zum besseren Verständnis der Vorgänge innerhalb des Kondensators beitragen soll. Zum Abschluß dieses Kapitels werden – wie in Teil II – Reihen- und Parallelschaltung des betrachteten Bauteils untersucht, wobei wir grundsätzliche Unterschiede zu den Widerstandsschaltungen feststellen werden.

4. Das elektrische Feld

Das elektrische Feld ist grundsätzlich an das Vorhandensein einer elektrischen Spannung gebunden. Die elektrische Spannung ist (wie in Kapitel 1.3 erklärt) zwischen verschiedenen elektrischen Ladungen vorhanden.

Wir betrachten nun einen offenen Stromkreis, dessen Leitungsenden durch zwei Metallplatten abgeschlossen sind. Diese beiden Platten seien im Abstand von einigen Zentimetern aufgestellt. Eine im offenen Stromkreis vorhandene Spannungsquelle bewirkt die unterschiedliche Aufladung beider Platten, so daß eine positiv und die andere negativ geladen ist. Bringt man eine sehr kleine Metallkugel, die an einem dünnen Faden hängt, mit der negativen Platte in Berührung, so lädt

sie sich mit den dort vorhandenen überschüssigen Elektronen auf, bis sie die gleiche Ladung hat wie die negative Platte. Nun wird die Kugel von der negativen Platte abgestoßen und von der positiven Platte angezogen, wo sich ein Ladungsaustausch in umgekehrter Richtung vollzieht (von der Kugel werden Elektronen abgesaugt), bis wieder Ladungsgleichheit besteht. Die Kugel pendelt im Raum zwischen den Platten hin und her, was auf das Vorhandensein von Kräften schließen läßt. Man spricht von einem zwischen den Platten befindlichen Kraftfeld, dem elektrischen Feld. Zu seinem Aufbau benötigt das elektrische Feld elektrische Energie. Nach dem Aufladen der Platten steckt diese Energie im elektrischen Feld.

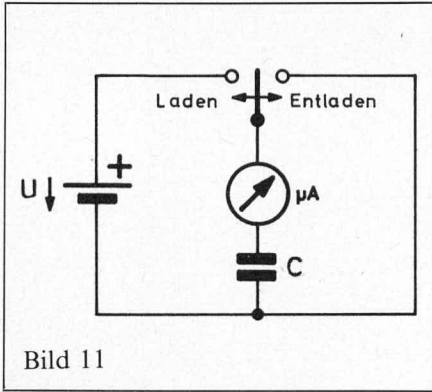
Die beschreibende Größe des elektrischen Feldes ist die elektrische Feldstärke E . Da ohne Spannung kein elektrisches Feld existiert, ist die Größe der Feldstärke von der Größe der Spannung abhängig. Sie ist weiterhin vom Abstand d der Platten abhängig. Ähnlich wie bei einem Magneten, dessen Anziehungskraft mit größer werdendem Abstand nachläßt, gilt für die elektrische Feldstärke

$$E = U/d \quad \text{gemessen in Volt pro cm.}$$

Aus der Formel ersieht man, daß bei sehr kleinem Plattenabstand d die Feldstärke sehr groß wird. Besteht der Raum zwischen den Platten aus Luft, so springen bei einer Feldstärke von etwa 30 000 V/cm Funken über. Man spricht vom Durchschlag.

4.1 Der Kondensator

Ein Kondensator besteht im Grundaufbau aus zwei Metallplatten und einem dazwischen befindlichen Isolierstoff, dem sogenannten Dielektrikum. Um die Funktionsweise des Kondensators zu verstehen, betrachten wir dieses Bauteil in einem einfachen Gleichstromkreis (Bild 11).



Legt man den Kondensator mit dem Umschalter an die Gleichspannung U, so zeigt das Mikro-Amperemeter mit Nullpunkt in Skalenmitte das kurzzeitige Fließen eines Ladestromes, der dann wieder völlig verschwindet. Beim Entladen schlägt der Zeiger in entgegengesetzte Richtung kurzzeitig aus und geht dann ebenfalls wieder in die Nullstellung zurück.

Dabei passiert folgendes: Beim Ladevorgang entzieht die Spannungsquelle der einen Kondensatorplatte Elektronen und pumpt sie auf die andere Platte. Ist der Kondensator auf diese Weise aufgeladen worden, so sperrt er den Gleichstrom. Zwischen den Platten des Kondensators besteht dann ein elektrisches Feld mit der Feldstärke $E = U/d$, mit d als Abstand der Kondensatorplatten.

Die Spannung, auf die sich der Kondensator aufgeladen hat, ist genau so groß, wie die angelegte Spannung U. Dabei ist die Richtung der Kondensatorspannung entgegengesetzt der Speisespannung. Beim Entladen des Kondensators fließt ein Entladestrom, bis der ursprüngliche, ungeladene Zustand des Kondensators wieder hergestellt ist.

Die Betrachtung zeigt, daß der Kondensator elektrische Ladungen speichern kann. Dieses Speichervermögen bezeichnet man als Kapazität.

4.2 Die Kapazität

Die Maßeinheit für die Kapazität C eines Kondensators ist das Farad (Kurzzeichen F). Für die Praxis ist das Farad als Maßeinheit zu groß. Ge-

bräuchlich sind die kleineren Einheiten:

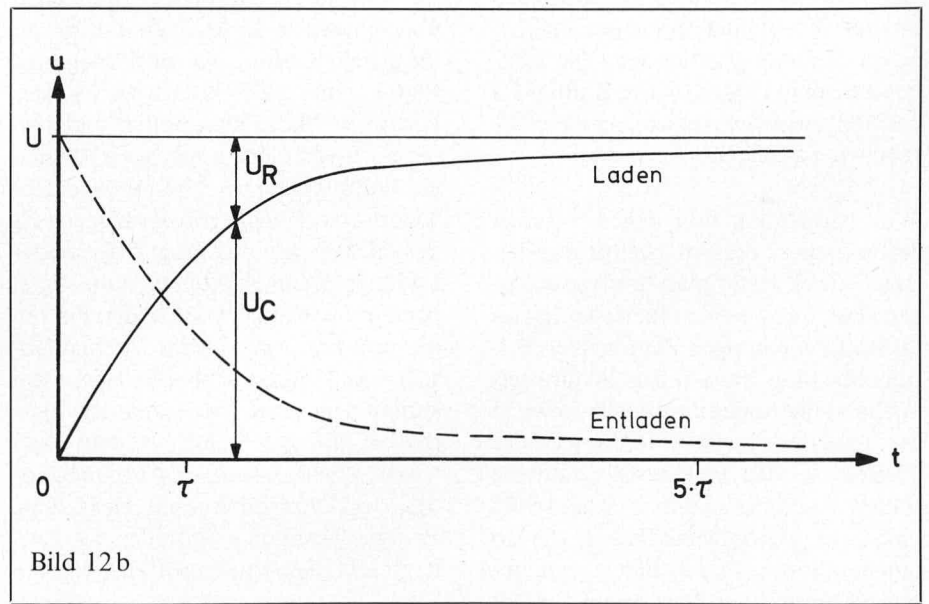
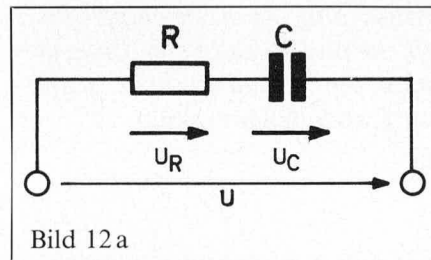
- 1 Mikrofarad = $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
= 0,000001 F
- 1 Nanofarad = $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$
= 0,000000001 F
- 1 Pikofarad = $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$
= 0,000000000001 F

Man kann sich leicht vorstellen, daß die Ladung Q eines Kondensators (also die Elektronenmenge, die er faßt) von dessen Speichervermögen (also der Kapazität C) abhängt. Weiterhin muß die Ladung von der anliegenden Spannung abhängig sein, welche die Elektronen von einer Kondensatorplatte zur anderen befördert. Je größer die Spannung, desto mehr Elektronen können transportiert werden. Damit haben wir die erste wichtige Beziehung für den Kondensator gefunden:

$$Q = C \cdot U$$

Die Ladung Q wird in Amperesekunden (As) gemessen. Stellt man die Gleichung nach der Kapazität C um, so ergibt sich für die Maßeinheit Farad die Dimension: Amperesekunden pro Volt (As/V).

Für später folgende Berechnungen ist die Zeit von Interesse, in der ein Kondensator aufgeladen wird. Hierzu betrachten wir die einfache Schaltung in Bild 12 a.



Erwartungsgemäß wird die Ladezeit des Kondensators von seinem Speichervermögen, der Kapazität, abhängen. Je kleiner die Kapazität, desto schneller wird der Kondensator aufgeladen sein. Als zweites spielt die Größe des ohmschen Widerstandes R eine Rolle, denn durch ihn wird ja der Elektronenfluß gebremst. Ist der Widerstand sehr groß, so wird es auch sehr lange dauern, bis der Kondensator voll ist.

Als Maß für die Aufladezeit können wir jetzt die sogenannte Zeitkonstante τ definieren als:

$$\tau = R \cdot C$$

Hierin sind unsere vorangegangenen Überlegungen enthalten: Großer Widerstand und große Kapazität ergeben eine große Ladezeit.

Den Verlauf der Ladekurve gibt Bild 12 b wieder. Man erkennt, daß sich der leere Kondensator anfänglich sehr schnell auflädt. Nach der Zeit $t = \tau$ ist er bereits auf ca. 63% der angelegten Spannung U aufgeladen. Nach der Zeitdauer $5 \cdot \tau$ kann man davon ausgehen, daß er nahezu die Spannung U erreicht hat.

Um ein Gefühl für die Größe der Ladezeiten zu bekommen, soll ein kleines Beispiel durchgerechnet werden.

Wollen wir wissen, wie lange der Ladevorgang eines Kondensators von $10 \mu\text{F}$ dauert, der über einen Vorwiderstand von $100 \text{ k}\Omega$ an z. B. 12 V Gleichspannung angeschlossen wird, so lautet unsere Gleichung:

$$\begin{aligned} \text{Ladedauer ungefähr } 5 \cdot \tau &= 5 \cdot C \cdot R \\ &= 5 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ F} \cdot 10^5 \Omega \\ &= 5 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \text{ As/V} \cdot 10^5 \text{ V/A} \\ &= 5 \text{ s (Sekunden)}. \end{aligned}$$

Nimmt man bei gleichem Widerstand eine Kapazität von 10 nF, so beträgt die Ladezeit nur noch 5 Millisekunden (ms), und bei einer Kapazität von 10 pF sind es nur noch 5 Mikrosekunden (μ s).

In gleicher Weise entlädt sich ein Kondensator in der Zeit $t = 5 \cdot \tau$ fast vollständig und hat nach der Zeit $t = \tau$ nur noch 37% seiner ursprünglichen Spannung. Den Entladevorgang zeigt die gestrichelte Kurve in Bild 12b.

4.3 Ausführungen von Kondensatoren

Beim Kondensatorenaufbau unterscheidet man grundsätzlich zwischen Festkondensatoren und Drehkondensatoren. Zur ersten Gruppe gehören die **Metall-Papier-Kondensatoren**, auch MP-Kondensatoren genannt. Sie bestehen aus einem Papierband als Dielektrikum, auf das eine dünne Metallschicht aufgedampft worden ist. Aus Gründen der Platzersparnis werden die Papierbänder zu einem Wickel aufgerollt. Ein MP-Wickel besteht aus zwei solchen MP-Bändern. Bei mehrlagigem Aufbau sind isolierende Zwischenschichten zusammen mit den MP-Bändern aufgerollt. Auf die Stirnseiten des Wickels ist eine Metallschicht aufgespritzt, die als Anschluß für die stromführenden Beläge dient.

Von ähnlicher Bauart sind **Metall-Lack-Kondensatoren**, **Lackfolien-Kondensatoren** und **Kunststoff-Folien-Kondensatoren**.

Keramik-Kondensatoren sind für hohe Betriebsspannungen geeignet. Sie haben als Dielektrikum eine keramische Masse, auf der beidseitig ein Metallbelag aufgedampft ist.

Glimmerkondensatoren sind ebenfalls aufgrund der hohen Durchschlagsfestigkeit des Glimmers (ca. 50 kV/mm) für den Einsatz bei hohen Spannungen geeignet.

Ein häufig benutzter Typ ist der **Elektrolytkondensator**, auch Elko genannt. Bei ihm besteht das Dielektrikum aus einer isolierenden Aluminiumoxydschicht, die nur einige Tausendstel Millimeter dick ist. Elkos sind sogenannte gepolte Kondensatoren und dürfen deshalb nicht an Wechselspannung gelegt werden. Es gibt auch eine ungepolte Ausführung von Elektrolytkondensatoren. Hierbei sind zwei Kondensatoren mit entgegengesetzter Polung in Reihe geschaltet, so daß Wechselspannungsbetrieb möglich ist. Elkos werden bis zu einer Kapazität von 10 000 μ F für Betriebsspannungen bis etwa 1000 V gebaut.

Eine Weiterentwicklung der Elkos sind die **Tantalkondensatoren**. Es sind ebenfalls gepolte Kondensatoren, allerdings mit höherer Qualität und geringeren Abmessungen als normal Elkos. Zur zweiten Gruppe gehören die **Drehkondensatoren**. Es sind Kondensatoren mit veränderlicher Kapazität. Sie bestehen im einfachsten Fall aus zwei voneinander isolierten Platten, die durch Drehen verstellt werden können. Decken sich die Platten, so ist die Kapazität am größten. Als Dielektrikum dient meist Luft. Wir kennen diese Kondensatoren als mehrschichtige Ausführung aus Rundfunkempfängern, wo sie die Sendereinstellung besorgen.

Bei **Trimmerkondensatoren**, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten, handelt es sich z. B. um zwei Keramikscheiben mit aufgedampften Silberbelägen. Diese Scheiben können mit einem Schraubenzieher gegeneinander verdreht werden. Sie dienen meist zur einmaligen Einstellung eines bestimmten Kapazitätswertes und werden anschließend mit Schraubensicherungslack gegen weiteres Verstellen gesichert.

4.4 Parallelschaltung von Kondensatoren

Auch für die Kondensatoren sollen die Gesetzmäßigkeiten für die beiden Grundschaltungsarten erläutert werden. Die Parallelschaltung von Kondensatoren (Bild 13) wirkt wie eine Vergrößerung ihrer Plattenoberfläche. Das hat bei gegebener Spannung U eine entsprechende Vergrößerung der gespeicherten Elektrizitätsmenge zur Folge.

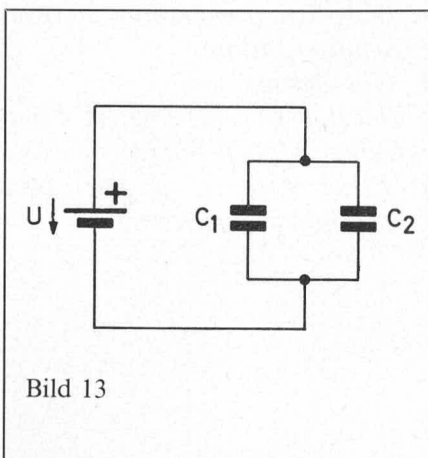


Bild 13

Die gesamte Elektrizitätsmenge Q kann man also schreiben als Summe der einzelnen Elektrizitätsmengen der parallel liegenden Kondensatoren.

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots$$

Mit der bereits abgeleiteten Beziehung $Q = C \cdot U$ erhält man:

$$C_g \cdot U = C_1 \cdot U + C_2 \cdot U + \dots \\ = U \cdot (C_1 + C_2 + \dots)$$

Daraus folgt:

$$C_g = C_1 + C_2 + \dots$$

Die Gesamtkapazität C_g mehrerer parallel geschalteter Kondensatoren ergibt sich also als Summe ihrer Einzelkapazitäten.

4.5 Reihenschaltung von Kondensatoren

Bei der Reihenschaltung von Kondensatoren (Bild 14) muß die Elektrizitätsmenge auf allen hintereinanderfolgenden Belegungen gleich sein. Das bedeutet, daß $Q = C \cdot U$ konstant ist.

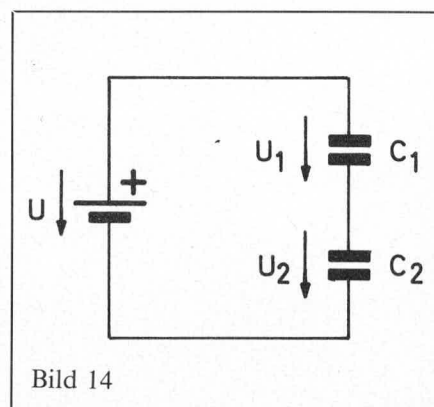


Bild 14

Die Gesamtspannung U setzt sich aus den Teilspannungen zusammen.

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

Das gleiche wird ausgedrückt durch:

$$\frac{Q}{C_g} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \dots,$$

und nach Division durch Q ergibt sich:

$$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots,$$

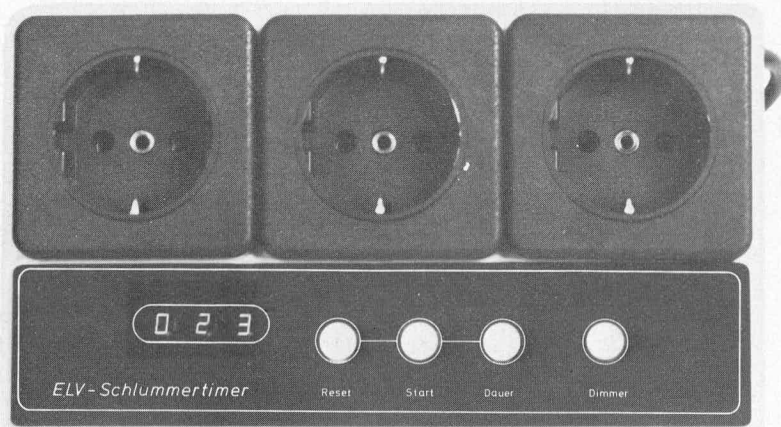
so daß die Gesamtkapazität C_g kleiner ist als die Einzelkapazität. Für zwei hintereinandergeschaltete Kondensatoren erhält man die Beziehung

$$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Es fällt auf, daß sich die Kapazitäten anders als die Widerstände verhalten. Das liegt am Leitwertcharakter der Kapazität. Würde man bei den Widerstandsschaltungen mit dem Leitwert $G = 1/R$ rechnen, käme man bei der gleichen Schaltungsart auf analoge Gesetzmäßigkeiten zu den Kapazitäten.

In unserer nächsten Folge muß noch das magnetische Feld und die Induktivität behandelt werden. Danach befassen wir uns mit dem umfangreichen Gebiet der Wechselstromtechnik und mit Schaltungsarten der vorher kennengelernten Bauteile.

ELV-Schlummertimer



Mit der hier vorgestellten Schaltung wurde in unserem Labor ein Gerät entwickelt, auf das sicher schon viele unserer Leser gewartet haben: Der „ELV-Schlummertimer“ ist ein auf einfache Weise programmierbarer elektronischer Zeitschalter, der sowohl das Licht als auch das Radio und evtl. den Cassettenrecorder ein- und ausschaltet.

Sie drücken kurz auf einen Taster und stellen damit die gewünschte Helligkeit ein. Mit einem weiteren Taster wird die „Schlummertime“ (Schlummerzeit) eingestellt. Sie brauchen sich jetzt nur noch ins Bett zu legen.

Nach Ablauf der Schlummertime beginnt das Licht langsam dunkler zu werden, bis es schließlich ganz verlöscht. Kurz danach wird dann auch das Radio ausgeschaltet, und Ihrer wohlverdienten Nachtruhe steht nichts mehr im Wege.

Wie eingangs schon erwähnt, kann mit der hier vorgestellten Schaltung sowohl das Licht als auch das Radio geschaltet werden. Damit außer dem Radio auch noch ein Cassettenrecorder betrieben werden kann, sind zwei parallel liegende Steckdosen vorhanden, die über das Relais geschaltet werden, sowie eine weitere für den Lichtdimmer.

Zur Erhöhung des Bedienungskomfort sind insgesamt vier Drucktaster mit folgenden Funktionen vorhanden:

1. RESET

Mit dieser Taste kann der Zähler wieder auf Null und die Logik in ihren Ruhezustand versetzt werden, so daß der Schlummertimer nach einigen Sekunden ausschaltet.

2. START

Wird diese Taste gedrückt, so schaltet sich das Gerät ein, und der Zähler beginnt schnell aufwärts zu zählen.

Läßt man die Taste los, so stoppt der Zähler und schaltet auf Abwärtszählen im Ein-Minuten-Takt um, d. h. daß die beim schnellen

Aufwärtszählen eingestellte Zahl die Zeit in Minuten darstellt, die der Zähler benötigt, um wieder auf 000 zu kommen und auszuschalten.

3. DAUER

Wird diese Taste gedrückt, so schaltet sich das Gerät ein und bleibt in diesem Zustand, bis die RESET-Taste betätigt wird.

Es können nun alle angeschlossenen Verbraucher (Radio, Cassettenrecorder und auch der Lichtdimmer) benutzt werden, ohne daß erst die Anschlußstecker umgesteckt werden müssen.

4. DIMMER

Mit dieser Taste wird der Lichtdimmer betätigt, und zwar unabhängig von den übrigen Schlummertimerfunktionen.

Wird die Taste nur ganz kurz betätigt, schaltet das Licht sofort voll ein bzw. aus. Bei längerem Drücken beginnt die Lichtstärke von Null an immer größer zu werden, um nach Erreichen des Maximums wieder geringer zu werden. Beim Loslassen der Taste wird die

zuletzt eingestellte Lichtstärke beibehalten. Schaltet man nun den Schlummertimer mit der Taste START ein, wird nach Ablauf der „Schlummertime“ (Zähler ist wieder auf 000 angelangt) das Licht langsam immer dunkler, bis es schließlich ganz verlöscht.

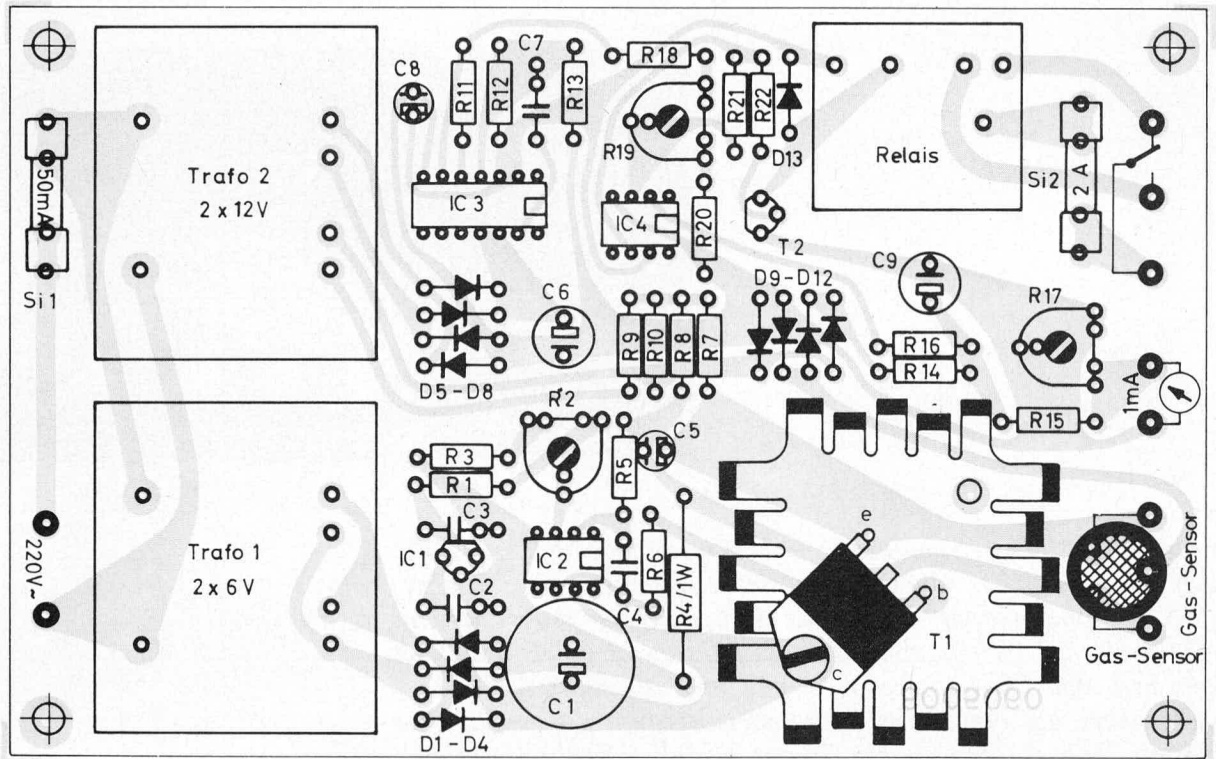
Kurze Zeit darauf wird auch das Radio ausgeschaltet. Der ganze Vorgang, vom Beginn des Lichts-Herunterregels bis zum Ausschalten des Radios dauert ca. 60 sec.

Zur Schaltung

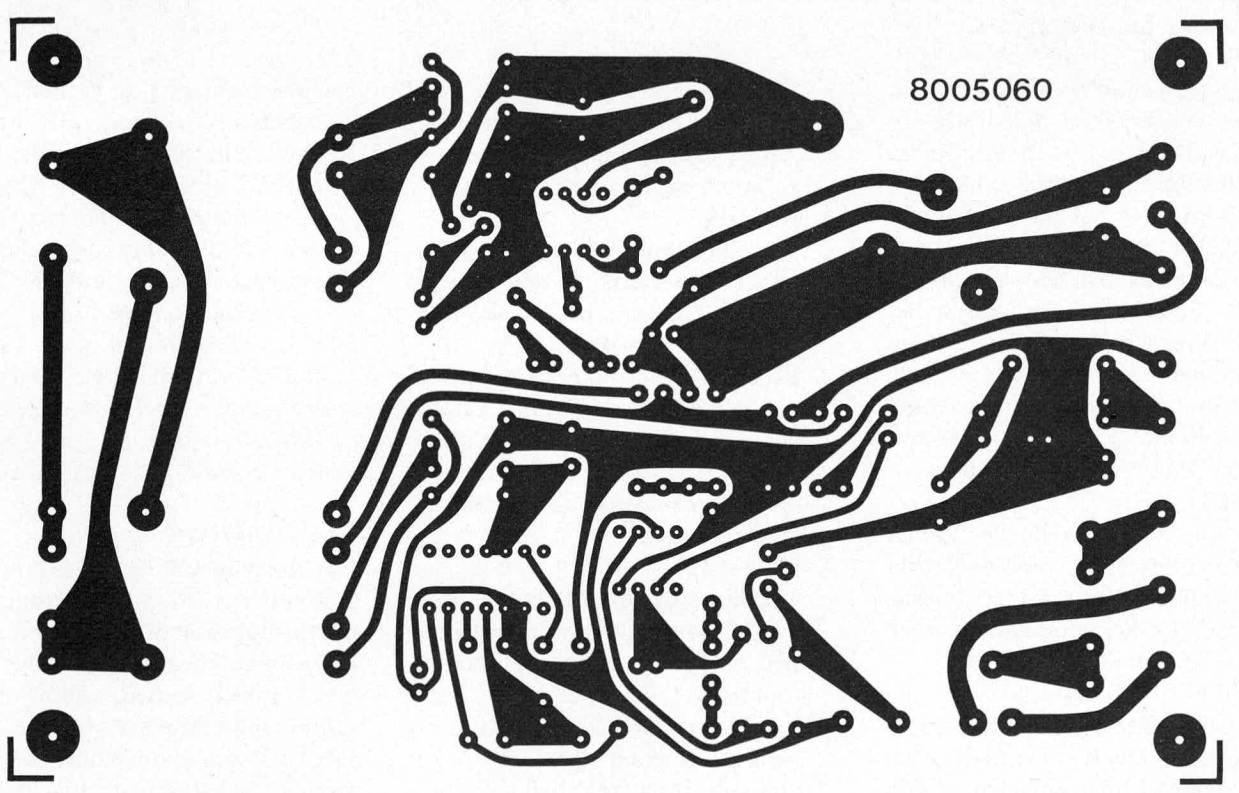
Nachfolgend soll die Schaltung näher erläutert werden, wobei, bedingt durch die Komplexität derselben, wir uns auf die wesentlichen Funktionsmerkmale beschränken wollen, damit die Beschreibung interessant bleibt.

Der ELV-Schlummertimer besteht aus zwei Teilschaltungen, und zwar dem eigentlichen programmierbaren elektronischen Zeitschalter sowie dem Lichtdimmer.

Der Zeitschalter besteht im wesentlichen aus dem Taktgenerator IC2 mit



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine

Beschaltung, dem anschließenden Teiler IC3 sowie dem Modul MA 6013, das den Auf-/Abwärtszähler und die Anzeigeeinheit sowie eine „Nullerkennung“ beinhaltet.

Die Frequenz des Taktgenerators kann mit einem Frequenzzähler oder bei Nichtvorhandensein eines solchen auch auf einfache Weise eingestellt werden, indem man die Zeitdauer beim Zurückzählen des IC7 mißt. Da das IC7 im Minutentakt rückwärts läuft, muß der Abstand zwischen jedem Zahlenwechseln 60 Sekunden betragen. Dieser Wert ist mit dem Trimmer R7 notfalls durch etwas Probieren einzustellen.

Mit dem Frequenzzähler ist diese Einstellung natürlich eleganter zu lösen. Die zu messende Frequenz wird an Pin 3 des IC2 abgegriffen und sollte bei richtiger Einstellung des Trimmers R7 genau 136,533 Hz betragen, wobei die Einstellung durchaus zwischen 135 und 138 Hz schwanken darf; denn ob das Radio nun nach 5 Minuten oder nach 5 Minuten und 2 Sekunden ausschaltet, ist wohl nicht so erheblich.

Die zwischen IC3 und IC7 liegende Steuerlogik, bestehend aus den Gattern N 5 bis N 12, dient einerseits zur Umschaltung des schnellen Vorlaufs des IC7 beim Aufwärtszählen auf den langsameren Rücklauf beim Abwärtszählen, mit gleichzeitiger Umschaltung von Vor- auf Rückwärtszählen, und andererseits zur Steuerung der RESET- und DAUER-Funktionen.

Die Gatter N 1 und N 2 in Verbindung mit der RC-Kombination R13/C9 dienen zur Impulsverzögerung, da das IC7 nur zählt, wenn der Eingang B ein verzögertes Signal gegenüber dem

Eingang A erhält. Durch diese Maßnahme wird eine erhöhte Störsicherheit erreicht.

Die Gatter N 3 und N 4 bilden den Speicher für die DAUER-Funktion. Über den Ausgang der Gatter N 4 (DAUER-Funktion) bzw. N 9 (TIMER-Funktion) wird der Transistor T2 durchgesteuert, der seinerseits T1 mit Basisstrom versorgt, so daß die Gesamtschaltung die benötigte Versorgungsspannung von 10 Volt erhält und das Relais anzieht. Schaltet der Schlummertimer ab, so wird dies durch die Steuerlogik ausgelöst, die das Basispotential von T2 auf Null legt, wodurch dieser und auch der folgende Transistor T1 sperrt. Das Relais fällt ab, der Schlummertimer ist ausgeschaltet.

Das Einschalten erfolgt mit S1 oder S2 in Verbindung mit den Dioden D9 oder D10 und anschließender Selbsthaltung durch die Steuerlogik.

Das Netzteil ist ständig eingeschaltet, sobald der Netzstecker eingesteckt wird. Bedingt durch den minimalen Leerlaufstrom ist dies nur zweitrangig von Interesse, vielmehr kann auf den Einsatz eines für Netzspannung geeigneten Kippschalters verzichtet werden. Über das IC1 in Verbindung mit den Dioden D6, D7 und D8 wird die Spannung auf 10 Volt stabilisiert. Es hätte auch gleich ein 10-Volt-Spannungsstabilisator eingesetzt werden können (D6 bis D8 sind dann durch Brücken zu ersetzen), da dieser aber nach Auskunft von Fachkreisen nur schwer erhältlich ist, haben wir uns im Interesse unserer Leser für die angegebene Lösung entschieden.

Kommen wir nun zum unteren Teil der

Schaltung, der den Lichtdimmer mit dem IC8 darstellt. Dieser Schaltungsteil, der als Zusatz zum Schlummertimer gedacht ist und je nach individuellem Wunsch auch entfallen kann (sämtliche in der Stückliste mit * bezeichneten Bauelemente können dann entfallen), steuert das Licht wahlweise manuell oder automatisch.

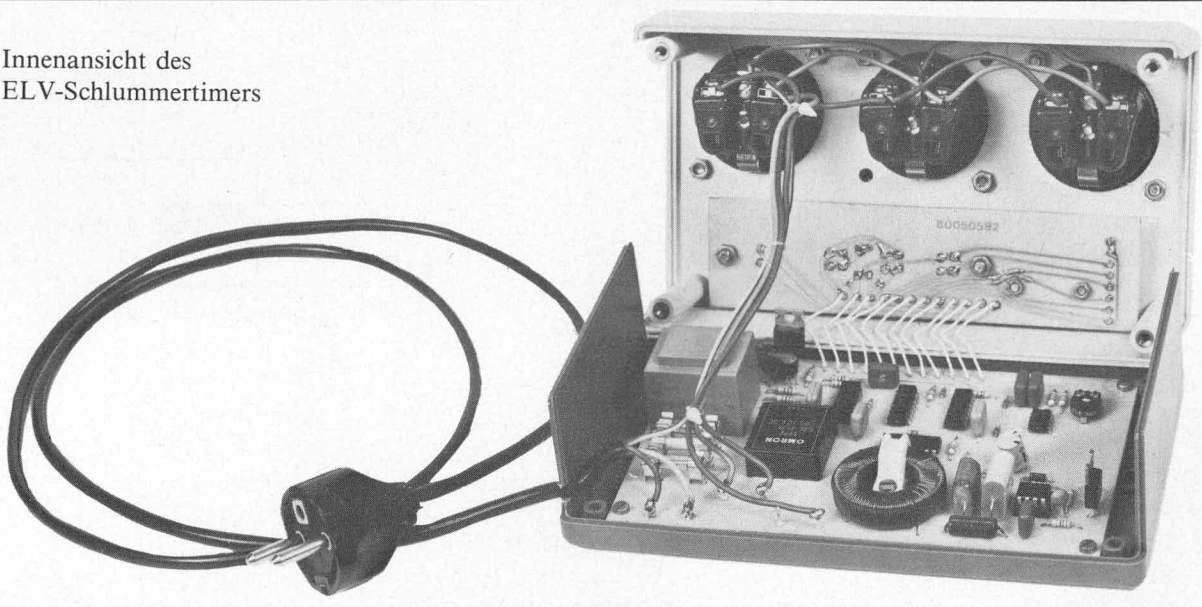
Ist der Schlummertimer ausgeschaltet oder auf DAUER eingestellt, so kann der Lichtdimmerzusatz, wie schon erwähnt, manuell über den Taster DIMMER betätigt werden.

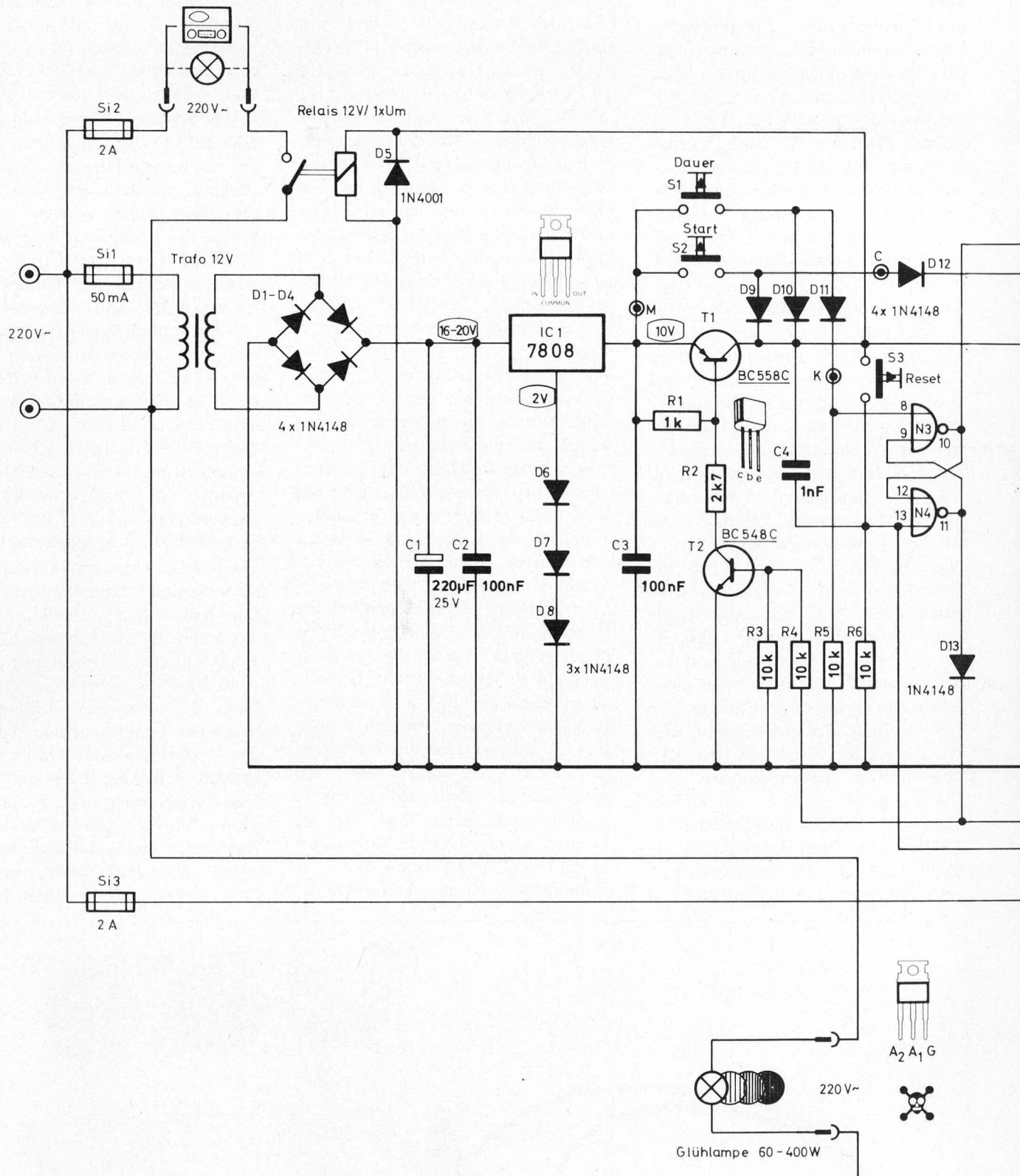
Wurde der Schlummertimer aber mit der Taste START in Betrieb genommen, so beginnt der Dimmer nach Erreichen des Zählerstandes 000 (Ablauf der Schlummertime) automatisch mit dem langsamen Herunterregeln der Lichtstärke (bis zum Ausschalten). Kurz darauf wird dann auch das Radio ausgeschaltet (über das Relais).

Der größte Teil dieses Schaltungsabschnittes wurde bereits in einer früheren Ausgabe (Nr. 3 und Sammelband) beschrieben, so daß hier nur auf eine Besonderheit eingegangen werden soll: Um das Licht automatisch dunkler zu steuern, sind Taktimpulse notwendig, die aus dem Generator (IC2) über den Teiler (IC3) und die anschließende Logik auf den Steuereingang des IC8 (Pin 2) geleitet werden.

Beim Nachbau der Schaltung ist besonders darauf zu achten, daß durch den Anschluß des Lichtdimmers die **gesamte Schaltung direkt an der 220-Volt-Netzspannung** liegt, so daß allgrößte Vorsicht geboten ist und der **Netzstecker auf jeden Fall herausgezogen** werden muß, bevor Arbeiten am Gerät vorgenommen werden.

Innenansicht des
ELV-Schlummertimers





Gesamtschaltbild des ELV-Schlummertimers

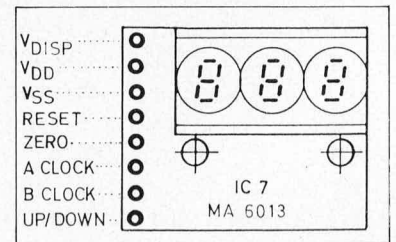
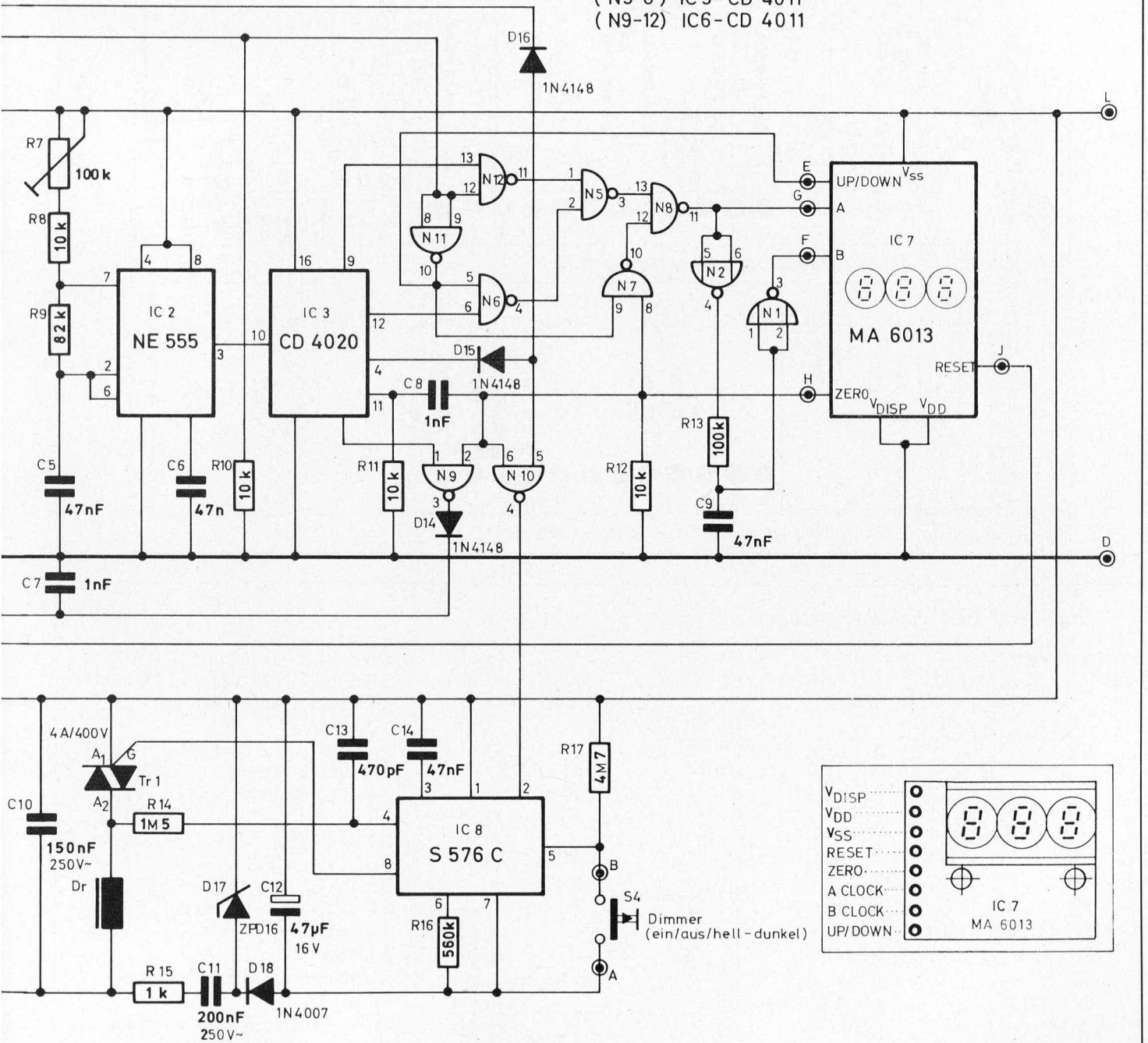
ELV-Schlummertimer

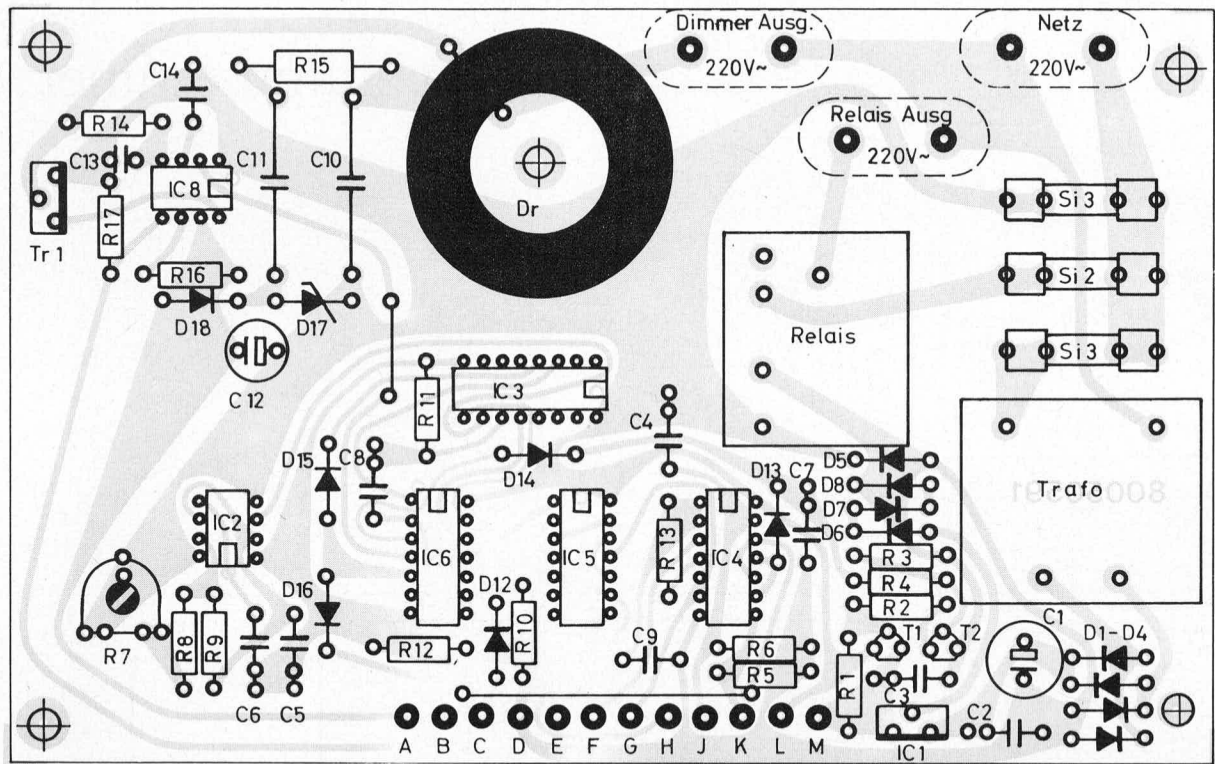


Vorsicht !

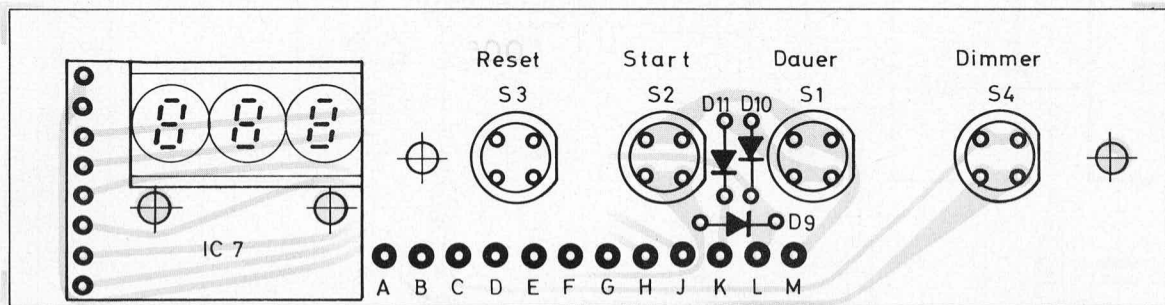
An der gesamten Schaltung
liegt Netzspannung an.

(N1-4) IC4 - CD 4001
(N5-8) IC5 - CD 4011
(N9-12) IC6 - CD 4011





Bestückungsseite der Basisplatte des ELV-Schlummertimers



Bestückungsseite der Anzeigenplatte des ELV-Schlummertimers

Stückliste ELV-Schlummertimer

Halbleiter

IC1	7808
IC2	NE 555
IC3	CD 4020
IC4	CD 4001
IC5	CD 4011
IC6	CD 4011
IC7	MA 6013
IC8*	S 576 C
T1	BC 558 C
T2	BC 548 C
Tr1*	Triac 4 A/400 V z. B. Q 4004
D1—D4	1 N 4148
D5	1 N 4001
D6—D16	1 N 4148
D17*	ZPD 16
D18*	1 N 4007

Kondensatoren

C1	220 uF/25 V
C2	100 nF
C3	100 nF
C4	1 nF

C5	47 nF
C6	47 nF
C7	1 nF
C8	1 nF
C9	47 nF
C10*	150 nF/250 V~
C11*	200—220 nF/250 V~
C12*	47 uF/16 V
C13*	470 pF
C14*	47 nF

Widerstände

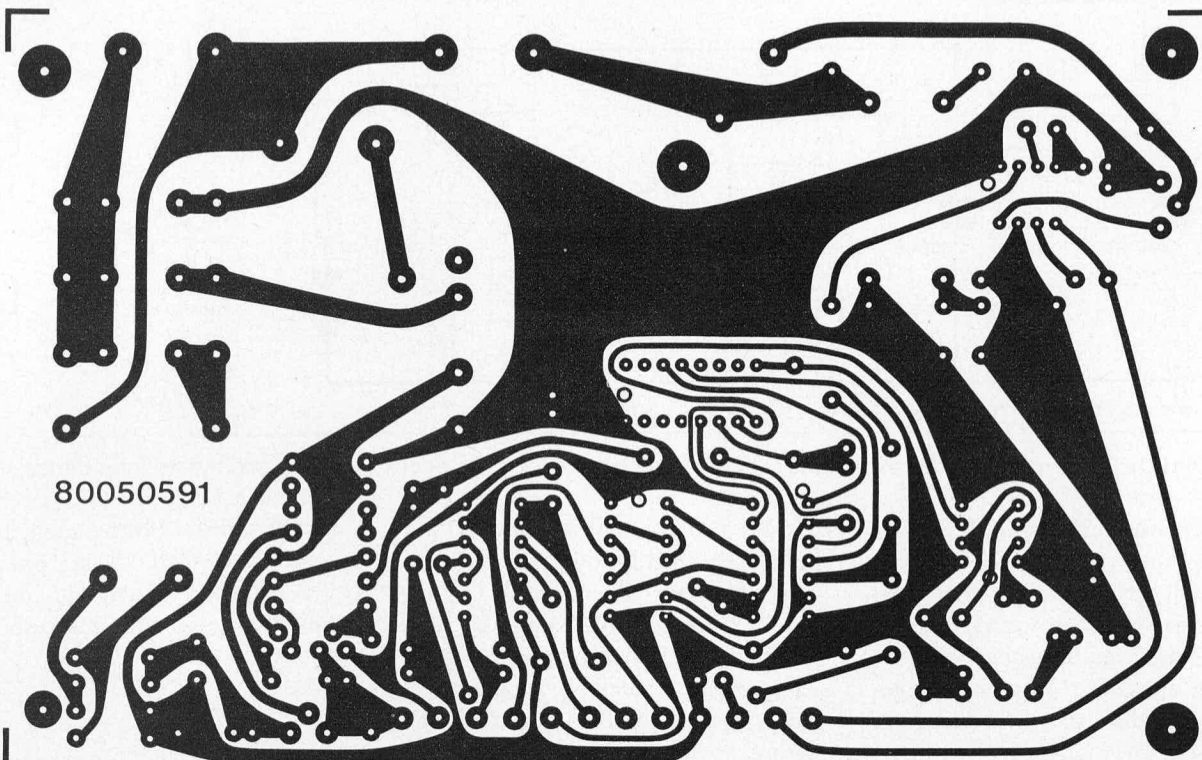
R1	1 kΩ
R2	2,7 kΩ
R3—R6	10 kΩ
R7	100 kΩ, Trimmer
R8	10 kΩ
R9	82 kΩ
R10—R12	10 kΩ
R13	100 kΩ
R14*	1,5 MΩ
R15*	1 kΩ, 1 Watt
R16*	560 kΩ
R17*	4,7 MΩ

Diverses

1 Trafo	220 V/12 V, 2,4 VA
1 Ringkern-Funk-Entstördrossel,	2,5 A*
1 Relais	12 V, 1 x Um
2 Sicherungshalter	
1 Sicherungshalter*	
Si1	0,05 A
Si2	2 A
Si3*	1 A
S1—S3	Taster, ITT D6
S4	Taster, ITT D6
4 Lötstifte	
2 Lötstifte*	
3 Einbau-Schutzkontakt-Steckdo-	dosen**
1 Zwei-Schalen-Kunststoffgehäu-	se**
1 Netzkabel, 3adrig**	

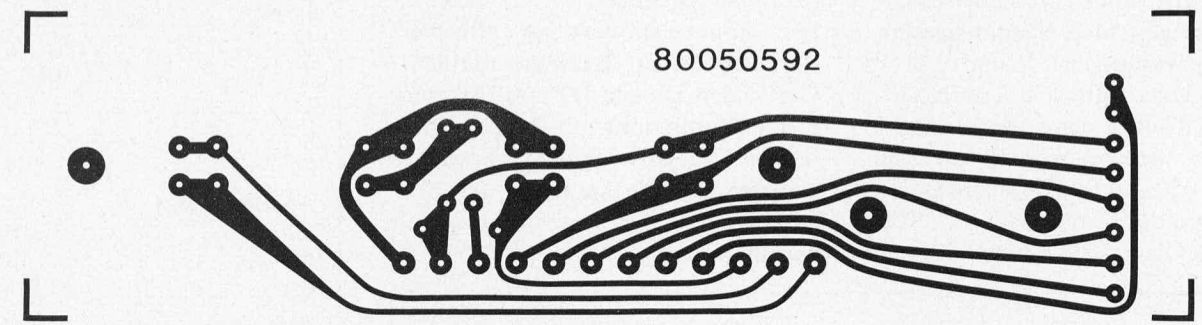
* diese Bauteile werden nicht benötigt, wenn der Dimmer unbestückt bleiben soll.

** nicht im Bausatz enthalten



80050591

Leiterbahnseite der Basisplatine des ELV-Schlummertimers



80050592

Leiterbahnseite der Basisplatine des ELV-Schlummertimers

Einschaltverzögerung für Lautsprecher

Reparaturservice

Die meisten konventionell aufgebauten, preiswerten NF-Verstärker geben beim Einschalten der Netzspannung ein unangenehmes Knacken ab.

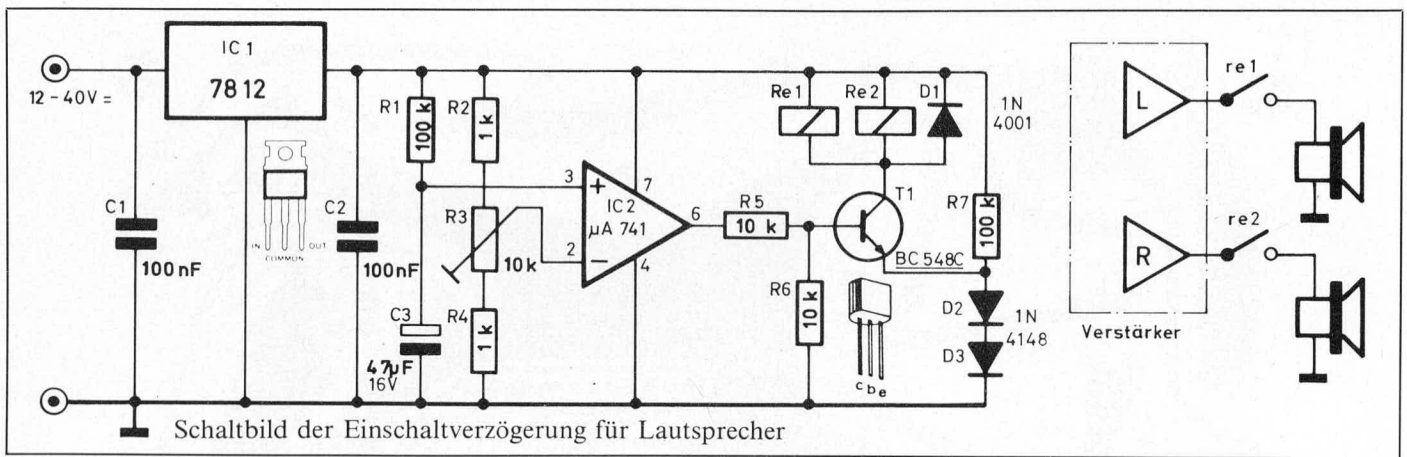
Mit der hier vorgestellten, einfachen Verzögerungsschaltung kann dieses Geräusch unterdrückt werden, da die Lautsprecher erst kurze Zeit nach dem Einschalten über die Relais an den Verstärker angekoppelt werden.

Zur Schaltung

Der Anschluß der hier vorgestellten Schaltung erfolgt direkt an die Betriebsspannung des betreffenden Verstärkers.

Die eigentliche Verzögerungsschaltung arbeitet in einem Bereich von 10 bis 15 Volt, der mit Hilfe des Spannungsreglers IC1 bis hinauf zu 40 Volt erweitert wird.

Bei Versorgungsspannungen unter 15 Volt können das IC1 sowie der Kondensator C1 entfallen, wobei dann die Punkte, die im Schaltbild mit 1 und 3 bezeichnet wurden, auf der Platine



mittels Drahtbrücken miteinander zu verbinden sind.

Im Ruhezustand (Verstärker ausgeschaltet) sind alle Kondensatoren innerhalb der Schaltung entladen, und die Relais sind stromlos (abgefallen). Wird an die Schaltung die Betriebsspannung angelegt (Verstärker eingeschaltet), springt die Spannung an Punkt 3 auf ca. +12 V.

Der invertierende (-)Eingang des IC2 (Pin 2) liegt im selben Moment auf dem mit R3 eingestellten Spannungswert, der sich zwischen +1 V und +11 V bewegen kann. Mit dem Trimmerwiderstand R3 läßt sich so auf einfache Weise die Verzögerungszeit zwischen ca. 3 und 6 Sekunden einstellen. Durch Vergrößern des Kondensators C3 läßt sich diese Zeit noch weiter erhöhen

bzw. durch Verkleinern von C3 auch verkürzen.

C3 lädt sich nun langsam über R1 auf. Sobald die Spannung an C3, die auf den nicht invertierenden (+)Eingang des IC2 (Pin 3) geführt wird, die Spannung, die am invertierenden (-)Eingang anliegt, übersteigt, geht der Ausgang des IC's von ca. 1 V auf ca. 11 V herauf, so daß der Transistor T1 in den leitenden Zustand übergeht, wodurch die Relais anziehen.

Bei Monoverstärkern ist selbstverständlich nur ein Relais erforderlich. Die beiden Dioden D2 und D3 spannen, in Verbindung mit R7, den Emittter von T1 positiv vor, damit dieser einwandfrei sperren kann, da der Ausgang des IC2 nicht ganz bis auf 0 Volt herunter kommt.

Das Gerät wird mit handelsüblichen Bauteilen bestückt, und der Nachbau ist anhand des Bestückungsplans problemlos möglich, so daß diese nützliche Schaltung auch für die „Newcommer“ unter unseren Lesern geeignet ist.

**Stückliste
Lautsprecher-
Einschaltverzögerung**

Halbleiter

IC1*	.....	7812
IC2	.....	µA 741
T1	.....	BC 548 C
D1	.....	1N 4001
D2	.....	1N 4148
D3	.....	1N 4148

Kondensatoren

C1	.....	100 nF
C2	.....	100 nF
C3	.....	47 µF/16 V

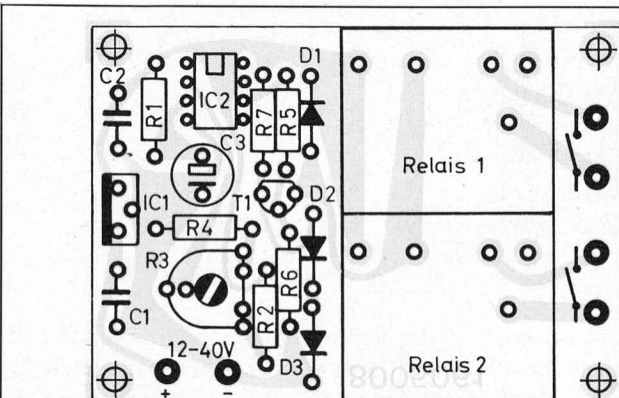
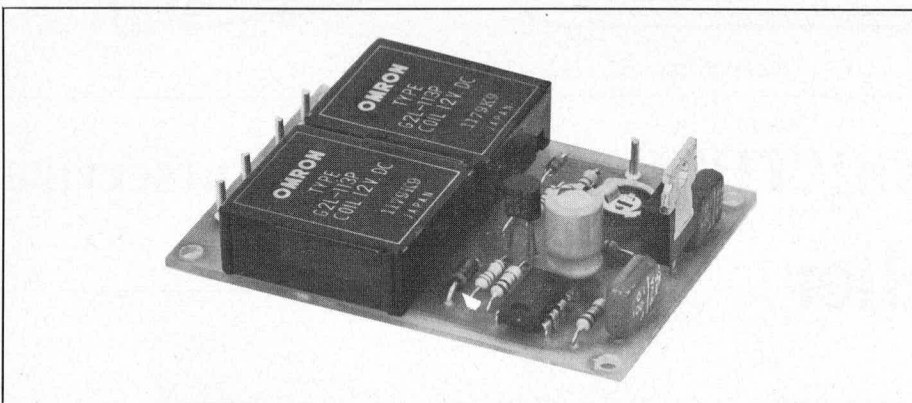
Widerstände

R1	.....	100 kΩ
R2	.....	1 kΩ
R3	.....	10 kΩ, Trimmer
R4	.....	1 kΩ
R5	.....	10 kΩ
R6	.....	10 kΩ
R7	.....	100 kΩ

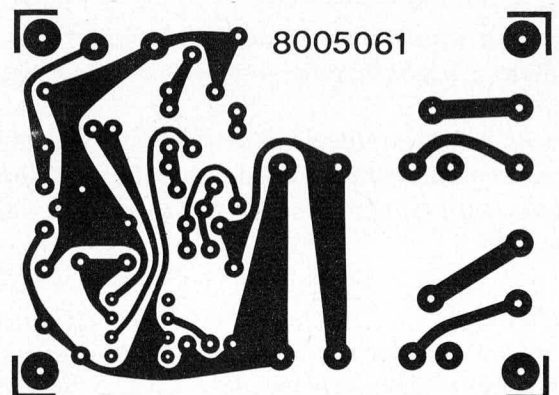
Diverses

- 6 Lötstifte
- 2 Relais 12 V/1 x um*

* = siehe Text



Bestückungsseite der Platine



Leiterbahnseite der Platine