

ELV *journal*

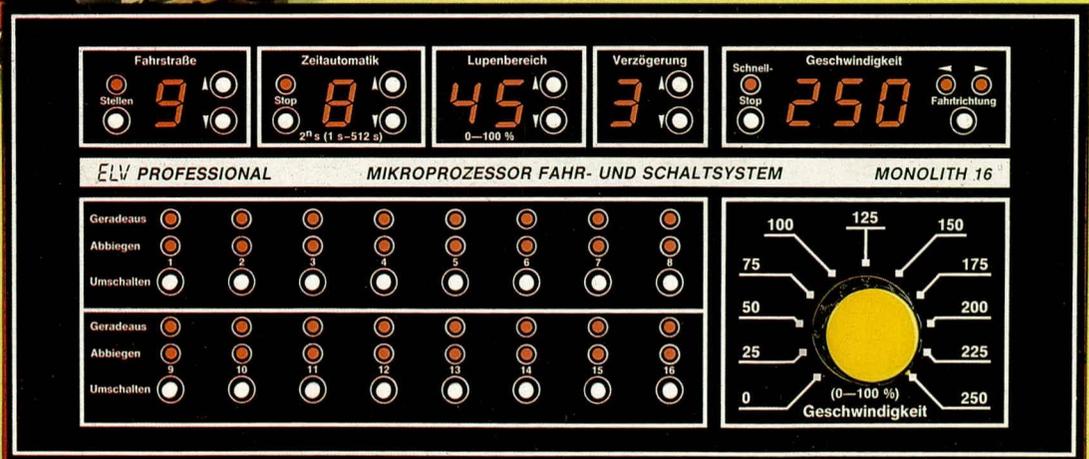
Nr. 54

Mit
Platinenfolien

Fachmagazin der Amateure und Profis für angewandte Elektronik

DM 4,80

Mikroprozessor- Fahr- und Schaltsystem



In dieser Ausgabe:

Digitale Lichtsteuergeräte
DLP 1001, DLP 1002 und DLP 2000

**ELV-Serie
Modellbahn-Elektronik:**
Mikroprozessor-Fahr- und
Schaltsystem Monolith 16, Teil 2

**ELV-Serie
micro-line:**

**Telefon-
Anrufbeantworter**
TAB 1000

Funkuhren- System
für C 64 und
IBM-PC/XT/AT

**ELV-Serie
Kfz-Elektronik:**
Fernlichtdimmer

**Grundlagen-
Empfangstechnik,**
Teil 3

**Laser-Signal-
Übertragung**

Schweiz sfr 4,80, Niederlande hfl 6,40, Luxemburg lfr 100,-, Finnland 17 Fmk

Mit
Platinenfolien

Grundlagen der Empfangstechnik

Teil 3

Im dritten Teil dieser Artikelserie wird das Prinzip der Frequenzmodulation beschrieben.

Die Frequenzmodulation

Um den steigenden Anforderungen der Rundfunkhörer nach besserer und vor allem störärmerer Übertragung entgegenzukommen, wurde in der drahtlosen Übertragungstechnik die Frequenzmodulation (FM) eingeführt.

Ein wesentliches Merkmal dieser Modulationsart ist die Tatsache, daß die Höhe der Amplitude der Trägerschwingung (Sendefrequenz) nicht mehr in die Informationsübertragung eingeht. Der enorme Vorteil liegt sofort auf der Hand: Feldstärke-schwankungen am Empfangsort, die auf unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen zurückzuführen sind sowie amplitudenbeeinflussende Störsignale haben keinen bzw. einen nur noch sehr geringen Einfluß auf das Empfangssignal.

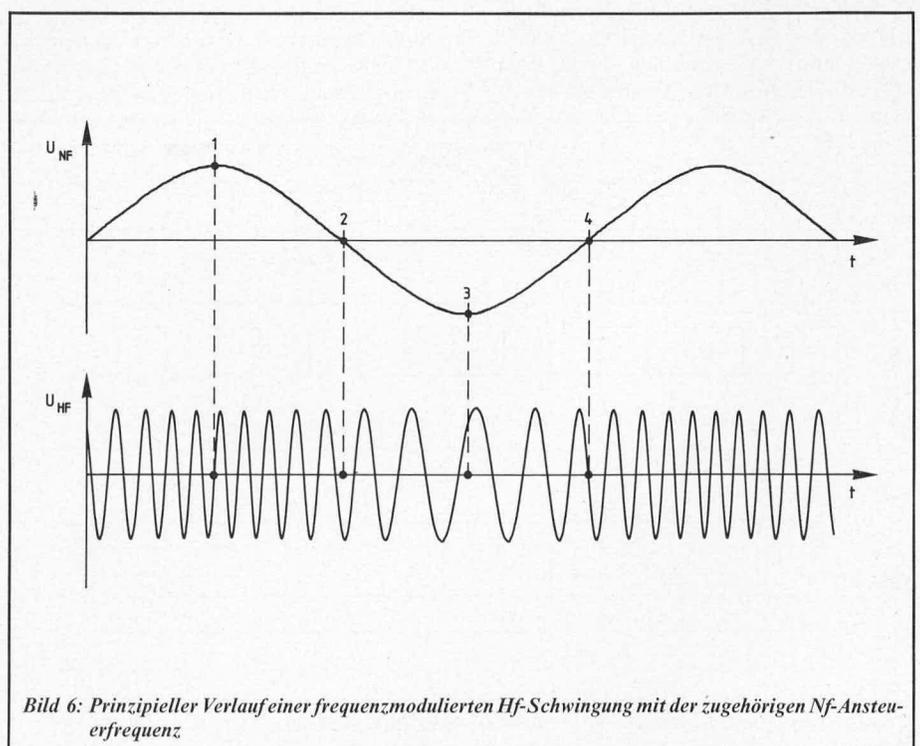
Da die Sender-Trägerfrequenz-Amplitude nicht mehr zur Informationsübertragung zur Verfügung steht, muß sowohl die Lautstärke des zu übertragenden NF-Signals (Amplitude) als auch die Frequenz (Kurveform) des betreffenden Signals in eine andere physikalische Größe umgesetzt werden, deren Übertragung zudem möglichst störunempfindlich erfolgen sollte.

Bei der Frequenzmodulation steckt die Information zur Amplitude (Lautstärke) des zu übertragenden NF-Signals im Fre-

quenzhub. Je größer die Lautstärke, desto höher ist die Frequenzänderung um die Mittenfrequenz. Beim UKW-Rundfunk liegt der maximale Frequenzhub bei ± 75 kHz, d. h. bei größtmöglicher Lautstärke schwankt die Frequenz des Senders sowohl um 75 kHz nach oben als auch um 75 kHz nach unten, jeweils auf die Mittenfrequenz bezogen. Wird dieser sogenannte Frequenzhub kleiner, sinkt automatisch die Lautstärke am Empfänger.

Die Information der zu übertragenden NF-Frequenz steckt in der Wechselgeschwindigkeit, mit der die Sendefrequenz um die Mittenfrequenz schwankt. Bei einer zu übertragenden NF-Ansteuerfrequenz von z. B. 1000 Hz mit maximal möglicher Lautstärke würde ein UKW-Sender mit einer Mittenfrequenz von 100,00 MHz 1000mal in der Sekunde seine Frequenz zwischen 100,075 MHz und 99,925 MHz wechseln. Bei sehr geringer Lautstärke und gleicher Frequenz (1 kHz) wäre der Frequenzhub z. B. nur ± 5 kHz, d. h. 1000mal pro Sekunde wechselt die Frequenz zwischen 100,005 MHz und 99,995 MHz.

Die Modulation entsprechender Sender kann z. B. auf einfache Weise über eine Kapazitätsdiode erfolgen. Diese Diodenart ändert bekanntlich ihre Kapazität mit der Höhe der anliegenden Spannung. Hierdurch besteht die Möglichkeit, eine span-



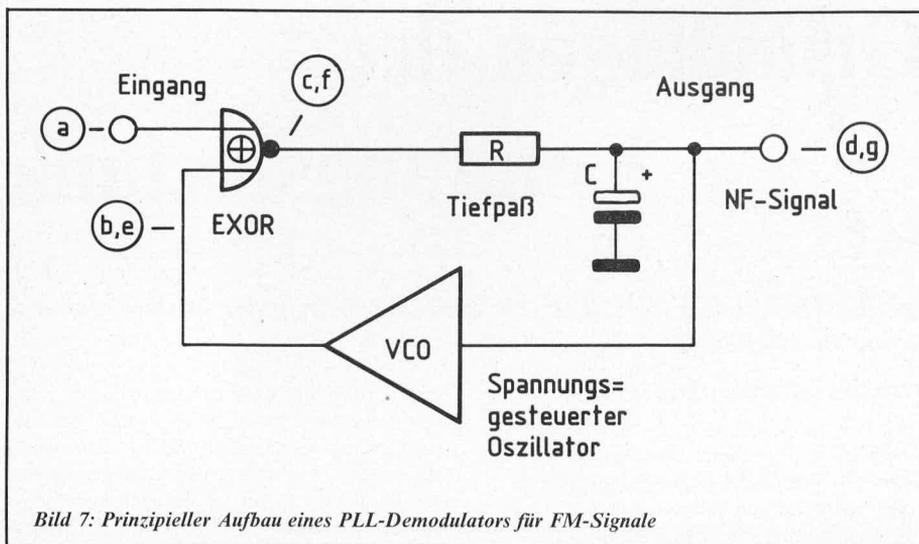


Bild 7: Prinzipieller Aufbau eines PLL-Demodulators für FM-Signale

nungsgesteuerte Frequenzmodulation vorzunehmen, denn die Kapazitätsänderung der Diode bewirkt eine Frequenzänderung des frequenzbestimmenden Schwingkreises in der Senderstufe. Bild 6 zeigt den prinzipiellen Verlauf einer frequenzmodulierten Hf-Schwingung mit der zugehörigen Nf-Ansteuerfrequenz.

Auf dem Wege der drahtlosen Übertragung vom Sender zum Empfänger unterliegt das Trägersignal den verschiedensten Umwelt- und Störeinflüssen. Besonders im Hinblick auf die Amplitude treten weitgehend lineare, mit dem Abstand zwischen Sender und Empfänger zusammenhängende Feldstärkeverluste auf, jedoch auch Schwankungen, die z. B. auf unterschiedliche Ausbreitungen in der Atmosphäre zurückzuführen sind. Der Frequenzhub (Lautstärkeinformation) sowie die Wechselgeschwindigkeit des Frequenzhubes (NF-Frequenz-Information) unterliegen nur sehr eingeschränkt äußeren Störeinflüssen, so daß sich eine hohe Qualität der Signalübertragung erwarten läßt.

Zur Demodulation stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, von denen nachfolgend die PLL-Demodulation (phase-locked-loop) im einzelnen beschrieben werden soll. Dieses Verfahren stellt beson-

ders anschaulich die prinzipielle Funktionsweise einer FM-Demodulation dar.

Bild 7 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines PLL-Demodulators für FM-Signale. Das Hochfrequenz-Trägersignal wird dem einen Eingang eines Exklusiv-Oder-Gatters zugeführt, dessen Ausgang auf ein Tiefpaß-Filter (R/C-Glied) arbeitet zur Abtrennung des HF- vom NF-Signal. Der Ausgang des Tiefpasses steuert einen VCO (voltage controlled oscillator = spannungsgesteuerter Oszillator), dessen Ausgang auf den zweiten Eingang des Exklusiv-Oder-Gatters geführt ist. Dieses Gatter vergleicht die beiden Signale miteinander, wobei in Abbildung 8 die verschiedenen in der Schaltung auftretenden Signalformen dargestellt sind.

Liegt an Eingang 1 ein FM-Signal gemäß Kurve „a“ und am Eingang 2 gemäß Kurve „b“, so steht am Ausgang des Exklusiv-Oder-Gatters eine Frequenz der Kurvenform „c“ an. Nach Durchlaufen des Tiefpaß-Filters erscheint die Signalform „d“. Der Einfachheit halber wollen wir einmal annehmen, daß es sich bei dieser Konstellation um einen stabilen Arbeitspunkt handelt, d. h. die Ausgangsfrequenz des spannungsgesteuerten Oszillators entspricht exakt der Eingangsfrequenz, lediglich mit einer Phasenverschiebung von 90 Grad.

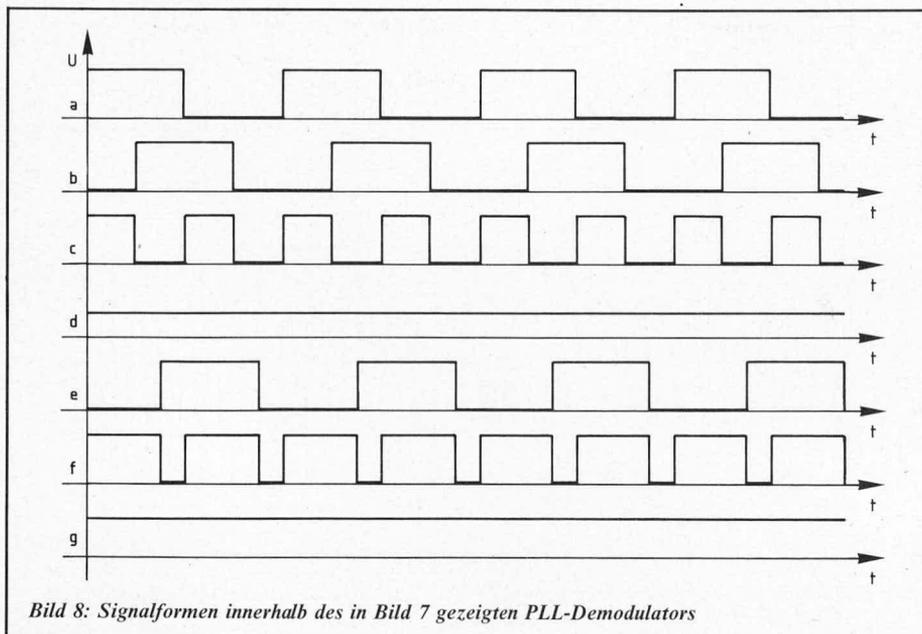


Bild 8: Signalformen innerhalb des in Bild 7 gezeigten PLL-Demodulators

Steigt nun die Eingangsfrequenz an (aufgrund der FM-Modulation), verschiebt sich die Phase zwischen Eingangsfrequenz und Ausgangsfrequenz des VCOs, d. h. an den beiden Eingängen des Exklusiv-Oder-Gatters erscheinen die zu vergleichenden Kurvenformen „a“ und „e“. Das Resultat ist die Ausgangskurve „f“. Wir sehen, daß sich hierbei das Tastverhältnis verschoben hat, so daß sich nach Durchlaufen des Tiefpaß-Filters eine erhöhte Ausgangsspannung gemäß „g“ einstellt. Diese höhere, zur Steuerung des Oszillators dienende Spannung, bewirkt eine Erhöhung der Frequenz des VCOs, und zwar so weit, bis die beiden Eingangsfrequenzen am Exklusiv-Oder-Gatter wieder gleich sind.

In der Praxis bedeutet vorstehend beschriebenes Verhalten, daß die Oszillatorfrequenz der FM-Eingangsfrequenz nachgeführt wird. Die Steuerspannung des VCOs ist hierbei ein direktes Maß für das aufmodulierte NF-Signal. Das R/C-Glied ist nun so zu dimensionieren, daß die VCO-Steuerspannung dem zu demodulierenden NF-Signal ohne Verzögerung folgen kann, andererseits jedoch die HF-Trägerfrequenz nicht durchläßt.

Wie aus Bild 7 des weiteren zu entnehmen ist, werden zur Verarbeitung bei diesem Verfahren nur digitale Rechtecksignale herangezogen, d. h. die Trägerfrequenz wird vorher über einen Begrenzer-Verstärker geführt. Hierdurch ergibt sich eine konstante Amplitude unabhängig von der Eingangsfeldstärke. Störungen, wie sie z. B. auch von Zündfunken herrühren, werden auf diese Weise eliminiert.

Für besonders hochwertige Übertragungen (z. B. UKW-Rundfunk, drahtlose Mikrofone u.s.w.) wird die sog. FM-Breitbandmodulation verwendet, die mit Frequenzhuben von 40 bis 70 kHz arbeitet. Daneben steht die FM-Schmalbandmodulation, bei der Frequenzhuben zwischen 2 und 10 kHz je nach Breite des Übertragungskanals üblich sind. In jüngster Vergangenheit ist hier der CB-Funk ein populäres Beispiel. Ursprünglich mit AM-Modulation begonnen, werden in CB-Funkgeräten zunehmend frequenzmodulierte Gerätesysteme eingesetzt – zugunsten einer besseren Übertragungsqualität.

Der geringere Frequenzhub ermöglicht eine dichtere Kanalbelegung, allerdings zu Lasten des Dynamikumfangs. Hierbei mußte jedoch ein Kompromiß zwischen einer möglichst hohen Kanalzahl bei geringer Bandbreite und Übertragungsqualität gefunden werden. Beim CB-Funk steht jedoch die gute Sprachverständlichkeit und nicht eine hochwertige Musikübertragung im Vordergrund, deswegen ist die Entscheidung sinnvollerweise auf die FM-Schmalbandmodulation gefallen.

Da aber selbst bei der FM-Schmalbandmodulation ein größeres Übertragungsband erforderlich ist als bei AM-Modulation, kommt die Frequenzmodulation vorwiegend nur in höheren Frequenzbändern zur Anwendung.

Im vierten Teil dieser Artikelserie stellen wir Ihnen die Schaltung eines FM-Empfängers vor, wie sie in der Praxis ausgeführt werden kann.

ELV-Serie Modellbahn-Elektronik: Mikroprozessor-Fahr- und Schaltssystem Monolith 16

Für Gleich- und Wechselstrombahnen

Teil 2

Im zweiten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen die komplette Schaltung dieses komfortablen Elektronik-Fahrpultes vor.

Zur Schaltung

Alle wesentlichen Funktionen des mikroprozessorgesteuerten Fahr- und Schaltsystems Monolith 16 werden von dem zentralen Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor des Typs „ELV 8712“ (IC 3) gesteuert und kontrolliert. Hierzu zählt neben der Ablaufsteuerung für die Impulsgenerierung der Modellzugsteuerung auch die Codierung der Weichen- und Signalsteuerung. Darüber hinaus erfolgt die Tastenabfrage und Auswertung gleichzeitig mit der Ansteuerung der 7-Segment-Displays und der Leuchtdioden.

Das gesamte für diese Steuerung erforderliche, von ELV entwickelte Programmpaket ist vom IC-Hersteller direkt in diesem maskenprogrammierten Mikroprozessor implementiert. Er wird von der Firma NEC exklusiv für ELV hergestellt.

Nachfolgend wollen wir die auf den ersten Blick recht umfangreiche Schaltung im einzelnen beschreiben. Hierbei wird sich zeigen, daß es sich um ein insgesamt sehr übersichtlich gehaltenes Konzept handelt.

Die Stromversorgung sowohl der gesamten Elektronik als auch der zu betrieblenden Modellzüge, Weichen und Signale erfolgt aus einem Niedervolt-Wechselspannungsnetzteil, dessen Abgabespannung zwischen 15 V bis 18 V bei einer minimalen Strombelastbarkeit von 1 A liegen sollte. Es kann auch ein Gleichspannungsnetzteil zur Speisung dienen, dessen Ausgangsspannung zwischen 15 V und 25 V (typ. 20 V) liegen muß. Das Fahrpult selbst arbeitet aufgrund der internen 5 V-Stabilisierung auch ohne weiteres bei Spannungen bis herab zu 10 V. Für den Betrieb der daraus gespeisten Modellzüge ist diese Spannung im allgemeinen zu niedrig, so daß üblicherweise Transformatoren mit dem im Modellbahnbau gebräuchlichen Spannungswert von 16 V Einsatz finden werden.

Das Fahrpult besitzt durch die zahlreichen LED-Anzeigen einen Eigen-Strombedarf von ca. 0,5 A. Es empfiehlt sich deshalb von vornherein der Einsatz eines leistungsfähigen Transformators (16 V/2 A oder mehr – min. 1 A).

Über die in Brücke geschalteten Dioden D 1 bis D 4 erfolgt eine Gleichrichtung. C 1 übernimmt die Pufferung. Diese mit U 2 bezeichnete Gleichspannung dient zur di-

rekten Versorgung der beiden Endstufen (T 25 und T 27) sowie zur Speisung der 5 V Spannungsregelung. Hierzu wird die Gleichspannung über D 5 auf den mit IC 1, T 1 und Zusatzbeschaltung aufgebauten Schaltungsteil geführt. Die eigentliche Stabilisierung übernimmt der 5 V Festspannungsregler IC 1 des Typs 7805. Hier reicht jedoch die zu verarbeitende Verlustleistung aufgrund der hohen Spannungsdifferenz zwischen Speise- und Ausgangsspannung nicht aus, so daß ein zusätzlich gekühlter Leistungstransistor (T 1) zur Unterstützung herangezogen werden mußte. Sobald der durch das IC 1 und damit durch den Widerstand R 1 hindurchfließende Strom so groß wird, daß die zum Durchsteuern von T 1 erforderliche Basis-Emitter-Spannung an R 1 abfällt, wird T 1 leitend und übernimmt den zusätzlichen Strom. Das IC 1 hat somit lediglich einen Strom $I = \frac{U_{BE}}{R 1} = \frac{0,7 \text{ V}}{10 \Omega} = 70 \text{ mA}$. Da die Gesamtstromaufnahme der Elektronik bei ca. 0,5 A liegt, fließt somit der Hauptstrom über T 1. C 2 bis C 4 dienen der Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung.

Bis auf den Spannungsanschluß V_{CC} (Pin 40) des Prozessors (IC 3), der für die Erhaltung der Speicherdaten im ausgeschalteten Zustand erforderlich ist, erfolgt die Versorgung der gesamten Elektronik aus der stabilisierten 5 V Festspannung.

Die Speicherversorgung wird über D 7 entkoppelt und einer Spannung entnommen, die über R 2 und D 6 ca. 0,7 V oberhalb der 5 V Festspannung liegt. Auf diese Weise wird die Diodenflußspannung von D 7 kompensiert, so daß an Pin 40 des IC 3 ebenfalls wieder ca. 5 V anstehen.

Bricht die Hauptstromversorgung durch das Ausschalten des Netzteils oder auch eines Netzspannungsausfalls zusammen, sperrt D 7, und die Versorgung der Speicher des IC 3 erfolgt aus den angeschlossenen NC-Akkus (Platinenanschlußpunkte „c, d, e“) über R 3.

Im Normalbetrieb werden die beiden NC-Akkus über R 3 geladen, während im Notstrombetrieb der Spannungsabfall an diesem Widerstand vernachlässigbar ist, da der Strombedarf zur Speicherstützung bei wenigen Mikroampere liegt und dadurch nahezu völlig vernachlässigbar ist.

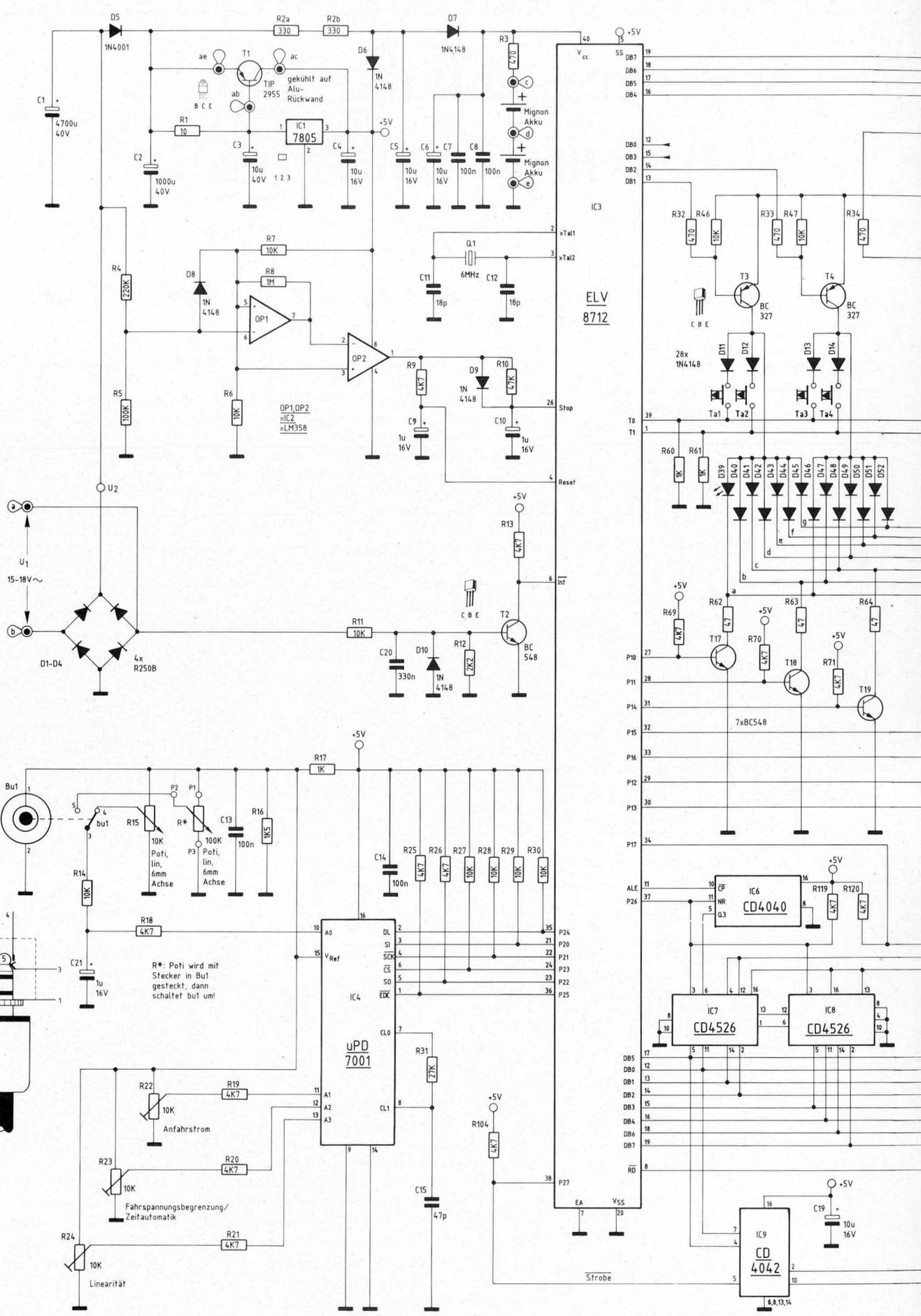
Damit die eingespeicherten Daten (Fahrstraßen-Weichenstellungen, Anfahr-Bremsverzögerung, Lupenbereich, Fahrtrichtung, Zeitautomatik) nach abgeschalteter Versorgungsspannung erhalten bleiben, ist zum einen die Akku-Pufferung des Pin 40 (IC 3) und zum anderen ein definiertes Setzen des Stop- und Reset-Anschlusses des IC 3 erforderlich (Pin 26 und 4). Die entsprechende zeitlich versetzte und für Ein- und Ausschaltmoment genau festgelegte Steuerung erfolgt über OP 1, 2 mit Zusatzbeschaltung. Seine Eingangsinformation erhält dieses Schaltungsteil über den Spannungsteiler R 4, R 5.

Die netzsynchrone 100 Hz-Steuerung der Ausgangsimpulse trägt u. a. zur hohen Störsicherheit des Gesamtsystems bei. Hierfür benötigt der Prozessor die Information der Phasenlage der Betriebs-Wechselspannung. Diese wird vor der Siebung über R 11 auf die Basis des Schalttransistors T 2 geführt. Am Kollektor steht dann ein 50 Hz-Rechtecksignal zur Synchronisierung des Prozessors über Pin 6 an.

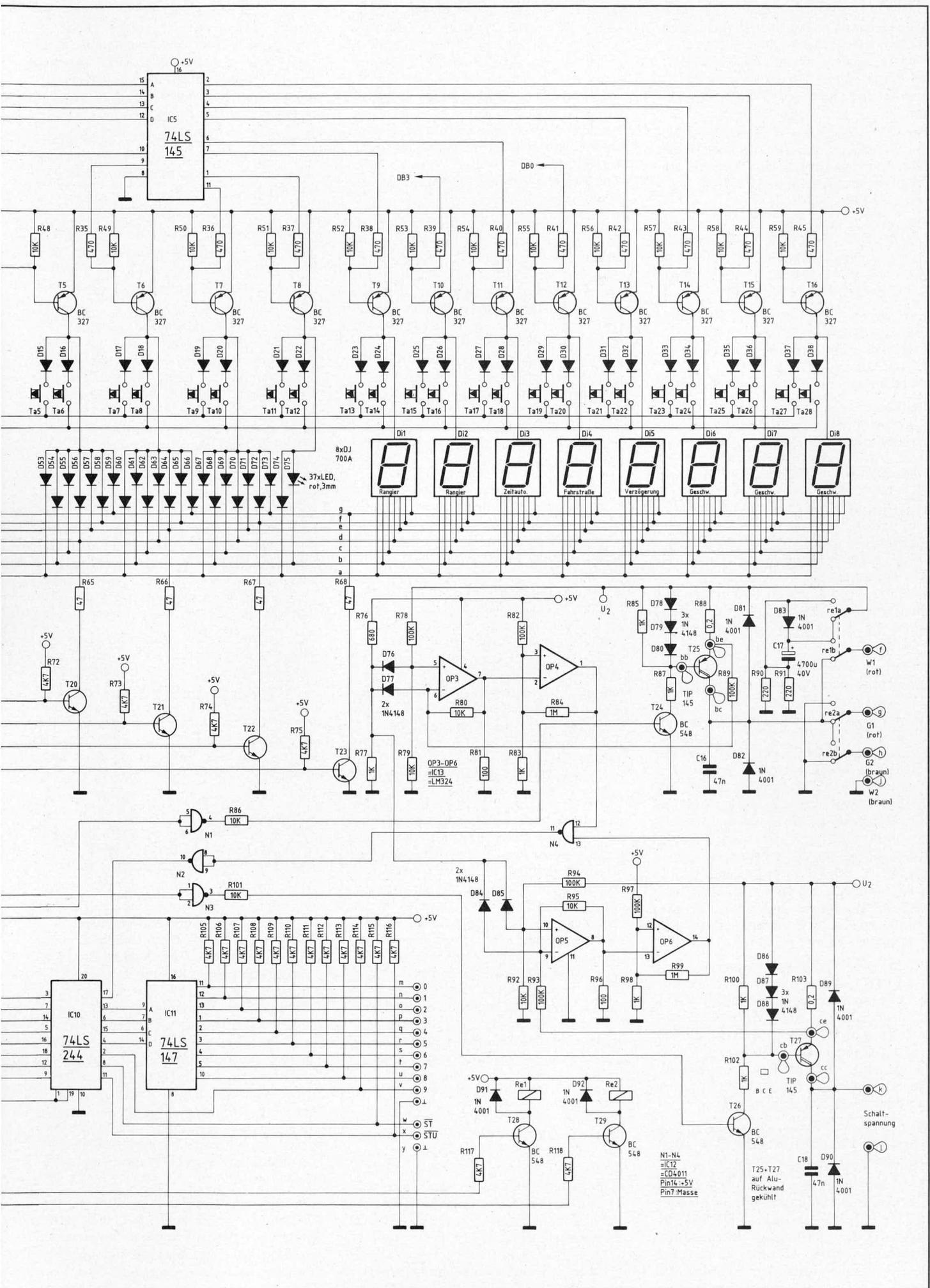
Kommen wir als nächstes zur Erfassung der Fahrtgeschwindigkeitseinstellung. Das Fahrpult besitzt hierzu ein „normales“ Kohleschichtpotentiometer (R 15) mit einer nahezu unendlich hohen Auflösung. Damit diese Auflösung auf einen Drehbereich von 270 Grad verteilt auch tatsächlich zur feinfühligsten Geschwindigkeitseinstellung dienen kann, ist eine hinreichend große Auflösung bei der Analog/Digital-Wandlung erforderlich (der Prozessor kann nur digitale Signale verarbeiten). Wir haben hierfür den Vierfach-AD-Wandler IC 4 des Typs $\mu\text{PD} 7001$ eingesetzt. Es handelt sich um einen 8-Bit-Analog/Digital-Wandler mit vorgeschaltetem, integriertem Analogumschalter, der die quasi gleichzeitige Erfassung von 4 Analogwerten ermöglicht.

Der erste Eingang (Pin 10 des IC 4) ist über ein Tiefpaßfilter (R 14, R 18, C 12) auf den Mittelabgriff des zur Geschwindigkeitseinstellung dienenden Potis R 15 geführt. Über eine Steckbuchse kann ein externes 100 k Ω -Poti zur drahtgebundenen ferngesteuerten Geschwindigkeitseinstellung dienen, wobei der Buchsenkontakt umschaltet und an den Mittelabgriff des externen Potis gelegt wird.

Der zweite (Pin 11), dritte (Pin 12) und vier-



Schaltbild des Mikroprozessor-Fahr- und Schaltsystems Monolith 16



te (Pin 13) Eingang liegt jeweils über einen Vorwiderstand an einem zusätzlichen Einstelltrimmer. Diese 3 Trimmer dienen zur Anpassung und Feineinstellung individueller Betriebsmöglichkeiten, wie sie bereits am Anfang dieses Artikels beschrieben wurden.

Die Verbindung des IC 4 erfolgt über 6 digitale Steuerleitungen (Pin 1 bis Pin 6 des IC 4) mit dem zentralen Mikroprozessor (IC 3) an den Anschlußpins 21 bis 24, 35, 36 (P20 bis P25).

Die Takterzeugung für die Ablaufsteuerung erfolgt beim IC 3 durch den internen Oszillator in Verbindung mit dem Quarz Q 1 sowie den beiden Kondensatoren C 2 und C 3 an den Anschlußpins 2 und 3.

Zur Anzeige der vielfältigen Funktionsmöglichkeiten dienen insgesamt 8 7-Segment-Anzeigen sowie weitere 37 LEDs. Letztere sind zu 6 Digits zusammengefaßt, so daß insgesamt 14 Digits zu treiben sind.

Die Ansteuerung der gemeinsamen Anoden dieser 14 Digits erfolgt über die Schalttransistoren T 3 bis T 16. Getrieben werden diese Transistoren in Verbindung mit den Vorwiderständen R 32 bis R 45. 4 davon (T 3, T 4, T 10, T 12) werden direkt von den Prozessorausgängen DB 0 bis DB 3 (Pin 12 bis Pin 15) angesteuert, während 10 weitere Transistoren über den Expander IC 5 gesteuert werden, der seine Informationen wiederum von den Ausgängen DB 4 bis DB 7 (Pins 16 bis 19) des IC 3 erhält. Auf diese Weise werden über 8 Prozessorausgänge 14 Transistoren nacheinander geschaltet.

Darüber hinaus können die Kollektoren dieser Digitalansteuerungen entkoppelt durch D 11 bis D 38 über eine der Tasten Ta 1 bis Ta 28 auf die Eingangsleitungen T 0 (Pin 39) bzw. T 1 (Pin 1) des IC 3 gegeben werden. Je nachdem, welche der Tasten betätigt wird, erkennt der Prozessor hieran die entsprechende Steuerinformation. Auf diese Weise werden nur 2 weitere Eingangsleitungen benötigt, um insgesamt 28 Tasten auszuodieren.

Die Segmenttreiber erfolgt über die Transistoren T 17 bis T 23 in Verbindung mit den Strombegrenzungswiderständen R 62 bis R 68. Auch hier übernimmt der Prozessor die Steuerung durch seine Ausgänge P 10 bis P 16 (Pins 27 bis 33).

Durch die im Multiplexverfahren betriebenen LED-Anzeigen werden insgesamt nur 8 (Digits) plus 7 (Segmente) entsprechend 15 Steuerleitungen zum Betrieb von insgesamt 93 anzusteuern LEDs (einschließlich der Segmente der Digitalanzeigen) benötigt. Nur 2 weitere Eingänge ermöglichen das Abfragen von 28 Tastern (in Verbindung mit der Digitsteuerung).

Doch kommen wir nun zur eigentlichen Ausgabe der Informationen für die Endstufen des Monolith 16.

Der Steuerausgang P 17 (Pin 34 des IC 3) übernimmt in Verbindung mit dem Gatter N 3 und dem Vorwiderstand R 101 die Steuerung der Endstufe zur Weichen- und Signalansteuerung. T 26 hat die Aufgabe der Pegelumsetzung und steuert über R 102 den Endstufen-Darlington-Leistungstran-

sistor T 27 an. Dieser arbeitet in Verbindung mit D 86 bis D 88 sowie R 103 als geschaltete Stromquelle. Liegt der Ausgangsstrom unter ca. 3 A, schaltet T 27 entsprechend der Steuerinformation des Prozessors vollständig durch bzw. er sperrt. Überschreitet der Ausgangsstrom den durch R 103 vorgegebenen Wert, erfolgt automatisch eine Strombegrenzung. Eine Zerstörung der Endstufe durch Kurzschlüsse oder sonstige Überlastungen ist somit ausgeschlossen.

Ein Dauerkurzschluß würde jedoch zu einer thermischen Überlastung der Endstufe führen können. Um auch dieses auszuschließen, wird der an R 103 auftretende Spannungsabfall über R 93 und R 94 auf den als Differenzverstärker arbeitenden OP 5 gegeben, der eine Umsetzung auf Massepotential bei einer Verstärkung von -20 dB vornimmt (letzteres ist erforderlich, um im Gleichaktbereich des mit 5 V betriebenen OP 5 zu bleiben). R 96 dient dazu, daß der Ausgang des OP 5 zuverlässig in dem sehr kleinen für den hier vorliegenden Betriebsfall erforderlichen Spannungsbereich arbeiten kann.

OP 6 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung einen Komparator mit geringer Hysterese (R 99) dar. Überschreitet der Endstufen-Ausgangsstrom den vorgegebenen Wert, erhöht sich der Spannungsabfall an R 103 so weit, daß die durch OP 5 mit Zusatzbeschaltung umgesetzte an R 96 anstehende Spannung die Schaltschwelle des OP 6 überschreitet. Dessen Ausgang wechselt vom Ruhezustand („high“) auf „low“ (ca. 0V), und das nachgeschaltete Gatter N 4 wird durchgesteuert. Dessen Ausgang nimmt „high“-Potential an, wodurch der Ausgang des Inverters N 2 auf „low“ wechselt. Über Pin 17 des IC 10 wird dieser Zustand vom Prozessor abgefragt, der daraufhin den Überstrom-Zustand erkennt und die Ansteuerimpulse über seinen Ausgang P 17 (Pin 34) sperrt.

Damit aber nicht bereits kurze Kurzschlußimpulse zum Abschalten des Systems führen, wartet der Prozessor ca. 0,5 Sekunden, ob der Kurzschluß nicht von selbst aufgehoben wird (dies wäre z. B. bei der identisch aufgebauten Fahrspannungsendstufe der Fall, wenn der Modellzug über eine Weiche fährt und seine Schleifer oder Kupplungen kurze impulsförmige Kurzschlüsse erzeugen). Wird der Kurzschluß innerhalb 0,5 Sekunden aufgehoben, ist dies für die Endstufe aufgrund der automatischen Strombegrenzung unkritisch, und der Prozessor greift nicht ein. Länger anhaltende Kurzschlüsse bewirken nach den bereits erwähnten 0,5 Sekunden ein Abschalten der Endstufe.

Innerhalb der nächsten 10 Sekunden nach dem Abschalten versucht der Prozessor pro Sekunde für einen sehr kurzen Moment die Endstufe wieder in Betrieb zu nehmen. Gelingt ihm dies, arbeitet das System wieder normal. Ist jedoch ein längeres Durchsteuern der Endstufe erforderlich (Modellzug läuft nur sehr schwer, d. h. mit erhöhter Stromaufnahme an), erfolgt erst nach Ablauf von 10 Sekunden ein Durchsteuern der Endstufe für 0,5 Sekunden. Ist der Kurz-

schluß behoben, arbeitet das System ab diesem Zeitpunkt wieder „normal“. Besteht der Kurzschluß weiterhin, beginnt der Abfragezyklus mit sehr kurzen „Tests“ für weitere 10 Sekunden innerhalb jeder Sekunde, um anschließend wieder 0,5 Sekunden mit größerer Leistung zu testen usw.

Durch dieses Testverfahren wird ein optimaler Schutz der Endstufe bei kürzest möglicher automatischer Wiedereinschaltung erreicht.

In gleicher Weise arbeitet die Endstufe für die Fahrspannung der Modellzüge (T 25) angesteuert über (T 24). Auch hier ist ein Gatter (N 1) mit nachgeschaltetem Strombegrenzungswiderstand (R 86) vorgeschaltet.

Da die Endstufe für die Modellbahnfahrspannung 100 mal pro Sekunde mit einer Auflösung von 8 Bit entsprechend 256 Stufen hinsichtlich der Impulsbreite eingestellt werden muß, ist hierfür eine teilweise hardwaremäßige Ansteuerung erforderlich. Der Prozessor selbst ist aufgrund der sehr feinen Zeitaufteilung nicht mehr in der Lage, diese Ansteuerung direkt vorzunehmen. Hierfür wurde mit den Zähler-ICs 6 bis 8 eine Steuerung aufgebaut, die es ermöglicht, solch präzise Impulse für die Endstufe zu generieren. Der Prozessor selbst nimmt über seine Ausgänge DB 0 bis DB 7 (Pins 12 bis 19) die Ansteuerung vor, wobei 100 mal pro Sekunde ein neuer Zählerstand zur Bereitstellung einer genau definierten Impulsbreite erzeugt wird.

Gleichzeitig wird über diese Prozessorausgänge der Tristate-Treiber IC 10 des Typs 74 LS 244 betrieben. Dieser Treiber dient in Verbindung mit einem Dezimal/BCD-Decoder (IC 11) der Bereitstellung von 10 Steuereingängen zur externen Fahrstraßeneinschaltung sowie für 2 weitere Eingänge, die zur externen Einschaltung der Zeitautomatik dienen.

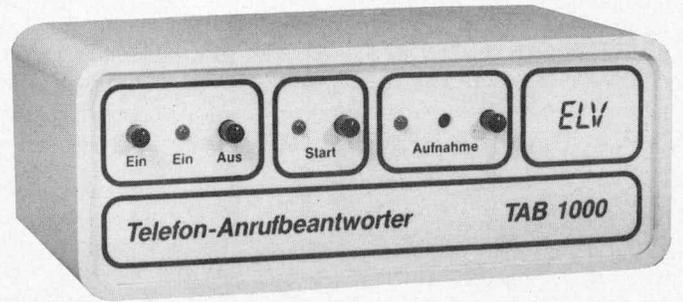
Über das IC 9 des Typs CD 4042 (Zwischenspeicher) werden vom Prozessor über T 28 und T 29 die beiden Relais Re 1 (Wechselspannungsumschaltung) und Re 2 (Gleichspannungsumschaltung) angesteuert.

Die beiden Relaiskontakte re 2 a, b nehmen für Gleichstrombahnen eine Umpolung der Fahrspannung vor, während die Relaiskontakte re 1 a, b einen Überspannungsimpuls erzeugen zur Umschaltung bei Wechselstrombahnen. Hierzu bleibt der Masseanschluß (Platinenanschlußpunkt „j“) permanent am Gleiskörper anliegen, während re 1 a den Minuspol des Kondensators C 17 an die positive Fahrspannung legt und re 1 b den Fahrspannungsanschluß mit dem positiven Kondensatorpol verbindet. Hierdurch addiert sich die Kondensatorspannung zur Fahrspannung, wodurch sich der Überspannungsimpuls ergibt. In Relaisruhestellung lädt sich C 17 über R 90, R 91 wieder auf.

Damit ist die Beschreibung des Hauptschaltbildes des Monolith 16 bereits beendet und wir wenden uns in der kommenden Ausgabe der Empfängerbeschreibung zur Weichen- und Signalsteuerung sowie dem Nachbau zu.

Telefon-Anrufbeantworter TAB 1000

Vollelektronischer
Anrufbeantworter mit
256 k-Digitalspeicher



Im formschönen Gehäuse der ELV-Serie micro-line stellen wir Ihnen einen in neuester Speichertechnik aufgebauten Telefon-Anrufbeantworter vor. Durch die Verwendung eines neuartigen Sprach-Verarbeitungs-IC ist es möglich, einen ca. 15 Sekunden langen Ansagetext vollkommen digital abzuspeichern und wieder auszulesen. Der Anschluß und die Bedienung dieses außerordentlich preiswert aufzubauenden Telefon-Anrufbeantworters sind denkbar einfach.

Allgemeines

Vorgesehen für den Anschluß an „normale“ Hausteleanlagen, die der Postnorm entsprechen, wurde im ELV Labor eine vollkommen neue Schaltung eines Telefon-Anrufbeantworters entwickelt.

Das Gerät besitzt eine rein digitale Sprachaufzeichnung, d. h. es wird keine Tonbandkassette benötigt, und es sind außer den 4 Bedientasten auch keinerlei sonstige mechanische Verschleißteile eingesetzt.

Auch für die Ankopplung an die Telefonanlage wurde eine neue Schaltung entwickelt, die ohne einen Ausgangsübertrager arbeitet. Hierdurch ergibt sich eine besonders gute Signalausgabe bei voller Bandbreite.

Aus vorstehenden Gründen ist es derzeit jedoch nicht möglich, eine Postzulassung und damit eine FTZ-Nummer für das Gerät zu bekommen. Zwar ist der Anschluß des ELV-Telefon-Anrufbeantworters TAB 1000 ans Postnetz direkt parallel zu einem Posttelefon an die Anschlußklemmen „a“ und „b“ von der funktions-technischen Seite her gesehen ohne weiteres möglich. Die Post hat jedoch etwas dagegen. Wir weisen daher an dieser Stelle nochmals ausdrücklich auf die Einhaltung der postalischen und sonstigen Bestimmungen hin. So bleibt denn der Anschluß an private Telefonanlagen.

Bedienung und Funktion

Der Anschluß des TAB 1000 erfolgt auf einfache Weise direkt parallel zu einem bestehenden Telefonapparat an die Klemmen „a“ und „b“ (manchmal auch mit La und Lb bezeichnet). Die Anschlußpunkte auf der Platine des TAB 1000 sind entsprechend bezeichnet, wobei die Polarität keine Rolle spielt, d. h. „a“ und „b“ können auch miteinander vertauscht werden. Dies ist aufgrund des eingebauten Brückengleichrichters möglich.

Die Versorgung erfolgt über ein kleines 12 V Gleichspannungs-Steckernetzteil, des-

sen Belastbarkeit bei mindestens 100 mA liegen sollte.

Links auf der Frontplatte des ELV-Telefon-Anrufbeantworters TAB 1000 sind die Tasten zum Ein- und Ausschalten mit der zugehörigen Kontroll-LED zu finden. Durch kurze Betätigung wird das Gerät in den gewünschten Zustand gebracht.

Arbeitet die Stromversorgung über das Steckernetzteil einwandfrei, so leuchtet unmittelbar nach dem Einschalten die LED „Ein“ mit normaler Helligkeit auf. Damit der Digitalspeicher seine Informationen nicht vergißt, und das Gerät auch bei Netzausfall arbeiten kann, wurde ein 9 V-Blockakku vorgesehen, der beim Netzausfall die Versorgung übernimmt. Als Kennzeichnung dafür leuchtet die Kontroll-LED „Ein“, jedoch mit stark verminderter Helligkeit. Sinkt die Akku-Spannung unter ca. 7,5 V ab, schaltet das Gerät automatisch aus. Bei wiederkehrender Netzspannung wird zwar der Akku automatisch geladen, jedoch bleibt der TAB 1000 deaktiviert. Dies ist sinnvoll, da der digital gespeicherte Ansagetext durch Ausfall der Versorgungsspannung gelöscht wurde. Durch Betätigen des „Ein“-Tasters erfolgt die Aktivierung genau wie beim ersten Einschalten.

Zur Aufnahme des Ansagetextes ist die Taste „Aufnahme“ kurz zu drücken. Unmittelbar darauf leuchtet die zugehörige Kontroll-LED zur Kennzeichnung des Aufnahmebeginns. Nach einer Pause von 1 bis 2 Sekunden wird der Ansagetext aufgenommen. Hierzu besitzt der TAB 1000 ein eingebautes Elektret-Kondensator-Mikrofon, das sich zwischen der Aufnahmetaste und der Kontroll-LED befindet. Der Abstand zwischen Sprecher und Mikrofon sollte ca. 0,2 bis 0,5 Meter betragen. Eine Aussteuerautomatik sorgt hierbei in einem gewissen Rahmen für die optimale Pegel-einstellung.

Die kurze Pause am Textanfang ist zwar technisch nicht erforderlich, jedoch für den

Anrufenden angenehm, da auch im Normalfall, wenn der angerufene Teilnehmer den Hörer abnimmt, eine kurze Zeitspanne bis zum Gesprächsbeginn verstreicht.

Die gesamte Aufzeichnungskapazität des TAB 1000 liegt bei ca. 15 Sekunden. Man glaubt zunächst gar nicht, wieviel Text in 15 Sekunden zu sprechen ist (ohne, daß man sich dabei zum Schnellsprecher entwickeln müßte).

Um sich von der guten Sprachverständlichkeit der digitalen Aufzeichnung und Wiedergabe zu überzeugen, kann der interessierte Leser außerhalb der Geschäftszeiten bei ELV anrufen und folgenden Text in Originalqualität hören (vom 1. Dezember 1987 bis zum 31. Januar 1988):

„Hier ELV – guten Tag.“

Unser Telefon ist zur Zeit nicht besetzt. Sie erreichen uns montags bis freitags von 8 Uhr bis 16 Uhr 30 – ich wiederhole: von 8 Uhr bis 16 Uhr 30.

Wir bedanken uns für Ihren Anruf.

Ende der Mitteilung.“

Vorstehender Text mit einer Länge von knapp 15 Sekunden wurde über den TAB 1000 aufgezeichnet und anschließend im Wiedergabemodus auf einen besonders hochwertigen, postalisch zugelassenen Anrufbeantworter überspielt, so daß auf diese Weise jeder persönlich die Qualität beurteilen kann.

Durch Abheben des parallel angeschlossenen Telefonapparates kann jederzeit der aufgesprochene Text zu Kontrollzwecken mitgehört werden. Während einer Aufnahme sollte der Telefonhörer jedoch aufhören.

In der Frontplattenmitte ist eine weitere Kontroll-LED angeordnet, die aufleuchtet, wenn der gespeicherte Text abgerufen wird. Entweder kann hierzu die daneben angeordnete Taste („Aktiv“) betätigt werden oder aber die Auslösung erfolgt automatisch durch einen ankommenden Anruf.

Während der TAB 1000 aktiviert ist, kann zwar durch Abnehmen des parallel ange-

schlossenen Telefons der ausgegebene Text mitgehört werden, jedoch ist keine Signalübertragung vom oder zum anrufenden Teilnehmer möglich. Durch die dominierende, hochwertige Signaleinprägung der Endstufe des TAB 1000 auf die Telefonleitung ergibt sich eine ausgezeichnete Stör- unterdrückung, wobei jedes Fremdsignal weitgehend ausgegletzt wird (also auch die Signale vom eigenen oder fremden Telefon).

Durch Betätigen des „Aus“-Tasters kann der TAB 1000 zu jedem Zeitpunkt, also auch während einer Signalausgabe, deaktiviert werden. Dabei wird allerdings auch der digital abgespeicherte Text gelöscht.

Ein neuer Text kann beliebig oft durch Betätigen der Aufnahme-Taste abgesprochen werden. Der ursprünglich abgespeicherte Text wird automatisch gelöscht. Insgesamt eine sehr einfache Handhabung.

Zur Schaltung

Beginnen wir gleich mit der Erläuterung der digitalen Sprachsignalaufzeichnung.

Das vom Elektret-Kondensator-Mikrofon kommende NF-Sprachsignal gelangt über C 7 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 6) des Vorverstärkers OP 1, in dessen Rückkopplungsweig zur Verstärkungseinstellung der Widerstand R 11 liegt. Der Ausgang (Pin 7) ist auf den Komparator-Eingang (Pin 29) des IC 1 geschaltet. Der hier anliegende, im IC 1 integrierte Komparator stellt die erste Stufe der verhältnismäßig komplexen Signalverarbeitung im IC 1 dar.

Die gesamte Signal-Umsetz- und Speicherschaltung arbeitet nach dem Prinzip der „Adaptiven Delta Modulation“ (ADM). Die grundsätzliche Funktionsweise ist verhältnismäßig einfach.

Ein Vergleich (Komparator) prüft, ob der Momentanwert des analogen Eingangssignals größer oder kleiner ist als der bis zu diesem Zeitpunkt intern aufsummierte Bezugswert. Entsprechend wird eine „0“ oder „1“ im Speicher abgelegt. Im nächsten Schritt erfolgt erneut ein Vergleich von jetzt aktuellem Analog-Eingangssignal und neuem Bezugswert. Als Ergebnis wird wieder eine „0“ oder „1“ abgespeichert.

Die Digital/Analog-Wandlung erfolgt in umgekehrter Weise durch stromgesteuerte Integration der Digitalinformation. Hierzu werden die abgespeicherten Werte seriell ausgelesen. Steht im Speicher eine „1“, so erhöht sich die Ausgangsamplitude während der Integration, steht im Speicher hingegen eine „0“, wird die Ausgangsamplitude reduziert.

Die komplette A/D- sowie D/A-Wandlung einschließlich der Speicheradressierung erfolgt über das IC 1 des Typs HKA 5003 M in Verbindung mit einem Vierfach-OP und wenigen externen passiven Komponenten. Auf die Beschreibung der im IC 1 ablaufenden, recht komplexen Vorgänge wollen wir an dieser Stelle nicht näher eingehen, da dies den Rahmen unseres Artikels verläßt.

Im Speicher-IC 2 des Typs 41256 können 262 144 Bit (0 oder 1) abgespeichert wer-

den. Für eine 15sekündige Sprach-Speicherzeit bedeutet dies 17 476 Werte pro Sekunde. Bei einer Eingangs-NF-Frequenz von 3000 Hz stehen somit knapp 6 Bits zur Verfügung. Dies ist für eine qualitativ zufriedenstellende Aufzeichnung und Wiedergabe zuwenig. Deshalb besitzt das IC 1 zur Dynamikerhöhung eine steuerbare Stromquelle zur Anpassung der Quantisierungsstufen mittels eines 4-Bit-Schieberegisters. Die Quantisierungsstufen der Stromquelle werden erhöht, sofern sich im Schieberegister nur „Einsen“ oder nur „Nullen“ befinden. Bei kleinen Eingangssignalen bzw. bei niedrigen Frequenzen wird die Quantisierung der Stromquelle auf den niedrigsten Wert gesenkt. Hierdurch wird auch das Grundrauschen reduziert. Dieses „Kompander-Verhalten“ ist auch als „Koinzidenzverfahren“ bekannt. Die Qualität der abgespeicherten und wiedergegebenen Signale läßt im Sprachübertragungsbereich bis 3000 Hz somit eine zufriedenstellende Qualität erreichen.

Damit auch preisgünstige dynamische RAMs, sog. DRAMs eingesetzt werden können, besitzt das IC 1 einen integrierten Refresh-Zähler, wodurch sich der Schaltungsaufbau im Bereich des Speicherbausteins sehr vereinfacht.

Die Signalausgabe erfolgt, wie bereits angesprochen, in serieller Form, wobei innerhalb der Ausgabzeit von ca. 15 Sekunden die gesamten 262 144 Bits ausgelesen werden. Das entsprechende Signal steht an Pin 37 des IC 1 zur Verfügung und gelangt über R 42 auf den Kondensator C 19 (Integrierstufe). Über C 20 erfolgt die Ankopplung an die Ausgangsverstärkerstufe bestehend aus OP 8, T 6 mit Zusatzbeschaltung.

Der Ausgang (Pin 14) des OP 8 steuert über R 49, R 50 die Basis des Endstufentransistors T 6 an. Die Kollektorspannung von T 6 wird sich so einstellen, daß die Spannung am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 12) des OP 8 den gleichen Wert annimmt, wie die Spannung am invertierenden (-) Eingang (Pin 13). Letztere ist durch den Spannungsteiler R 43, R 44 auf ca. 0,6 V vorgegeben. In Verbindung mit dem Übersetzungsfaktor (R 47/R 48) wird sich am Kollektor von T 6 eine Spannung von ca. 5 V einstellen. Dies natürlich nur dann, wenn das Gerät an der speisenden Telefonanlage betrieben wird.

Die Referenzspannung von 0,6 V (Verbindungspunkt von C 20, R 43 bis R 45) wird jetzt mit dem NF-Signal moduliert, das in verstärkter Form der Gleichspannung am Kollektor von T 6 überlagert wird, wodurch sich die Einspeisung in die Telefonanlage ergibt.

Vorstehend beschriebener Betriebsfall besteht allerdings nur während der Sprachsignalausgabe. In der übrigen Zeit ist T 5 durchgesteuert, wodurch der nicht invertierende (+) Eingang (Pin 12) des OP 8 niedrigeres Spannungspotential führt als der invertierende (-) Eingang. Der Ausgang (Pin 14) liegt auf ca. 0 V und T 6 ist gesperrt. Dieser Zustand entspricht einem aufgelegten Telefonhörer, und an den Klemmen „a“ und „b“ ist die Leerlaufspannung der Telefonanlage entsprechend ca. 50 V bis 60 V zu finden.

Erscheint ein Klingelsignal, so wird dies über C 21, R 46 auf den mit OP 7 mit Zusatzbeschaltung aufgebauten Bandfilter geleitet. Liegen Signalhöhe und Frequenz im üblichen Rahmen, erscheint am Ausgang (Pin 8) des OP 7 ein entsprechendes Wechselspannungssignal. Dieses gelangt über R 39 und D 7 in gleichgerichteter Form auf C 16/R 34. Nach kurzer Zeit überschreitet die Spannung an C 16 und damit am invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des OP 6 die Vergleichsspannung, die am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) ansteht. Der Ausgang (Pin 1) wechselt von „high“ auf „low“ (ca. 0 V), und T 5 wird über R 35 gesperrt. Hierdurch erfolgt die Freigabe der Endstufe an Pin 12 des OP 8. T 6 steuert so weit durch, daß sich am Kollektor eine Spannung von ca. 5 V einstellt, wodurch der angeschlossenen Telefonanlage die Einschaltung signalisiert wird (entsprechend dem Abheben des Telefonhörers).

Zusätzlich erfolgt über C 14 die dynamische Ansteuerung des OP 5, dessen Ausgang (Pin 7) von „low“ (ca. 0 V) auf „high“ wechselt. Über C 15/R 30 wird ein Impuls auf die Basis des Schalttransistors T 4 gegeben, dessen Kollektor-Emitter-Strecke daraufhin durchsteuert. An Pin 6 („Start“) des IC 1 erscheint ein negativer Impuls, der den Auslesevorgang startet. Da der Gleichspannungspegel am Ausgang (Pin 37) des IC 1 während der Signalausgabe von ca. 0,5 V auf ca. 2 V angehoben wird, ergibt sich über R 28 eine Selbsthaltung des als Komparator geschalteten OP 5. Über D 6 wird C 16 weiter aufgeladen, so daß auch ohne Anliegen eines Klingelsignals der Ausgang des OP 6 (Pin 1) auf „low“-Potential bleibt (T 5 sperrt weiterhin).

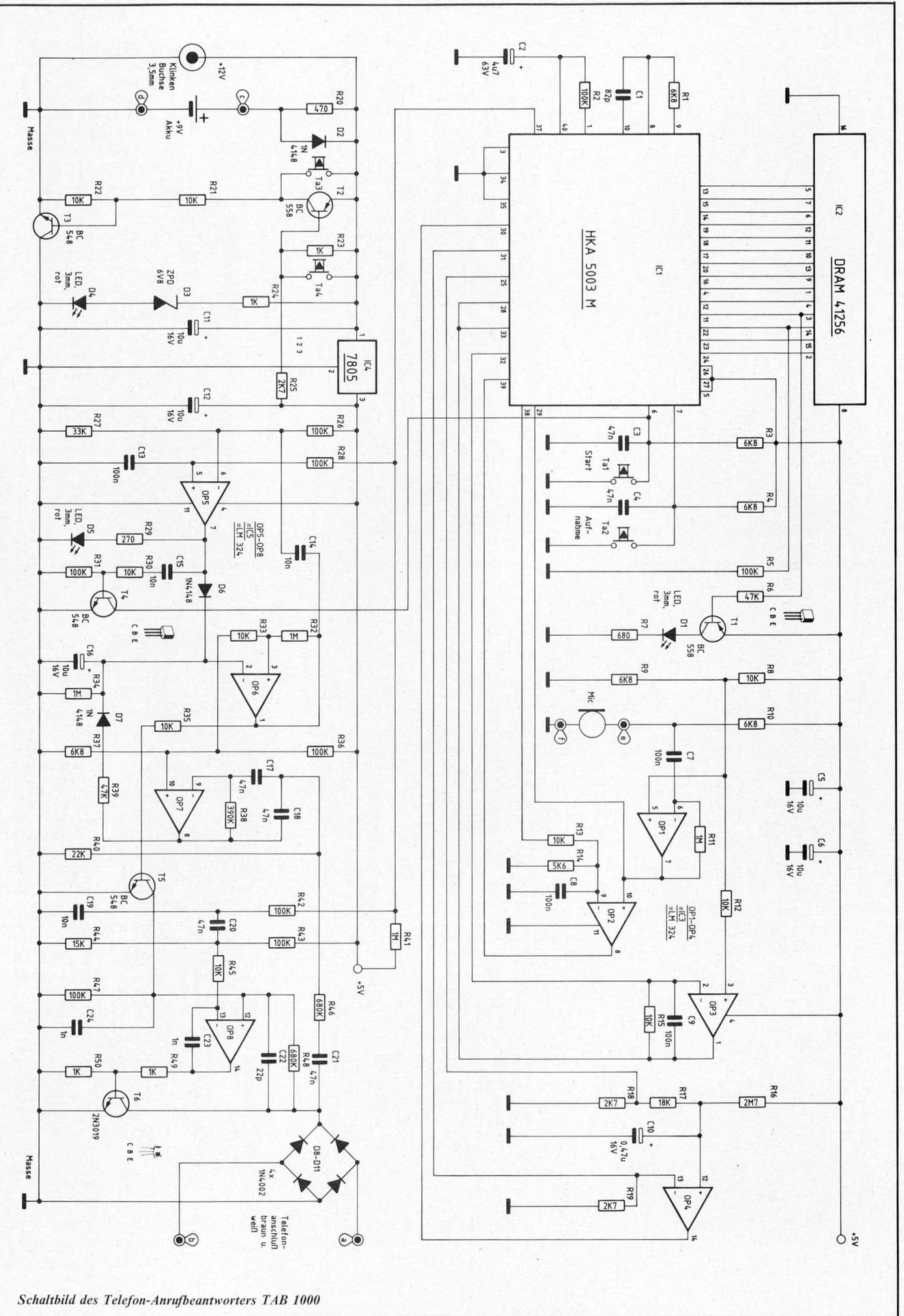
Nachdem die Sprachausgabe abgeschlossen ist, sinkt das Potential an Pin 37 auf ca. 0,5 V ab, und der Ausgang des OP 5 (Pin 7) wechselt auf „low“. C 16 entlädt sich langsam. Nach einigen Sekunden unterschreitet das Potential an Pin 2 des OP 6 die an Pin 3 anliegende Referenzspannung, und der Ausgang (Pin 1) nimmt „high“-Potential an. Über R 35 wird T 5 durchgesteuert, so daß über OP 8 der Ausgangstransistor T 6 sperrt. Der Telefon-Anrufbeantworter ist von der Telefonanlage abgekoppelt. Dieser Zustand entspricht einem aufgelegten Telefonhörer.

Nachdem wir die wesentlichen Merkmale der Schaltung besprochen haben, wollen wir auf die Stromversorgung der Schaltung, die einige Besonderheiten aufweist, eingehen.

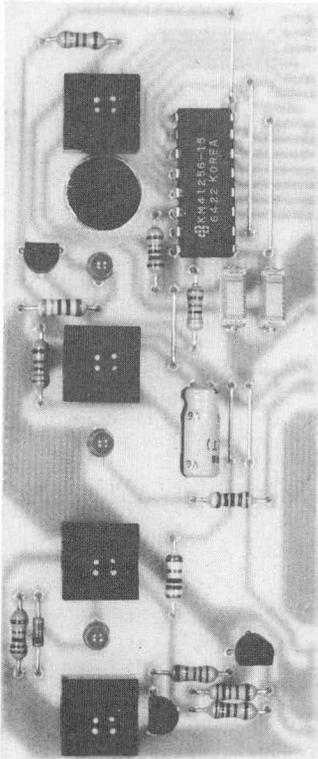
Die von einem Steckernetzteil kommende Versorgungsspannung von 12 V wird aufgrund der geringen Strombelastung bei ca. 14 V liegen (13 V bis 15 V). Über R 20 erfolgt eine stetige geringe Ladung des 9 V-Block-Akkus.

Die Kontroll-LED D 4 erhält ihren Betriebsstrom durch den Vorwiderstand R 24 und die Z-Diode D 3. Sie leuchtet mit ihrer normalen Helligkeit.

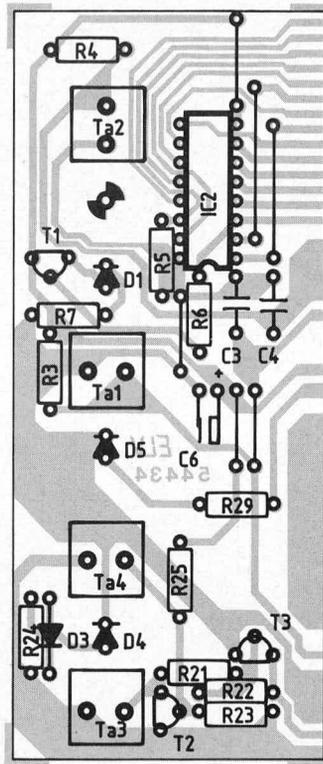
Durch Betätigen des Tasters Ta 3 („Ein“) wird T 3 über R 21 durchgesteuert und die gesamte Schaltung mit Strom versorgt. Bei einer Eingangsspannung von ca. 14 V besteht zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Festspannungsreglers IC 4 (Pin 1/



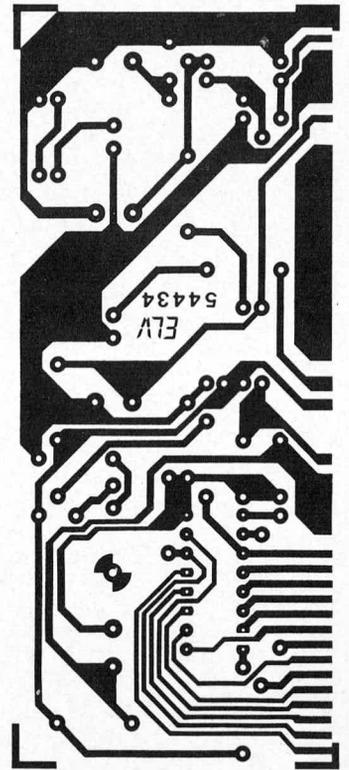
Schaltbild des Telefon-Anrufbeantworters TAB 1000



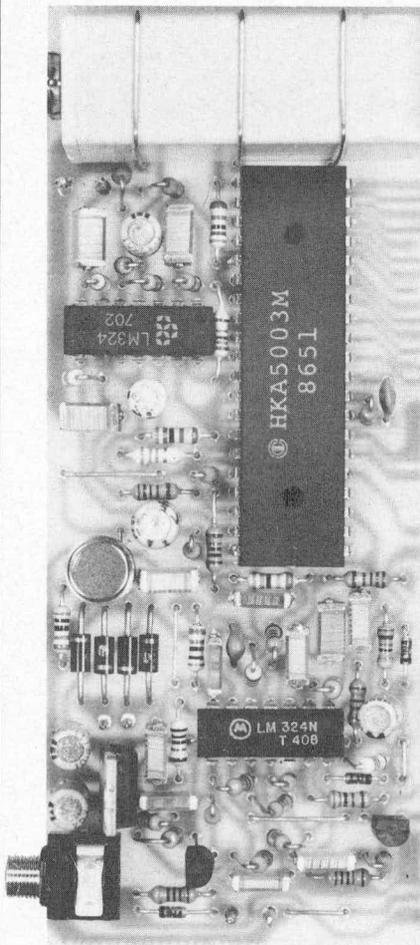
Ansicht der fertig bestückten Tastenplatte



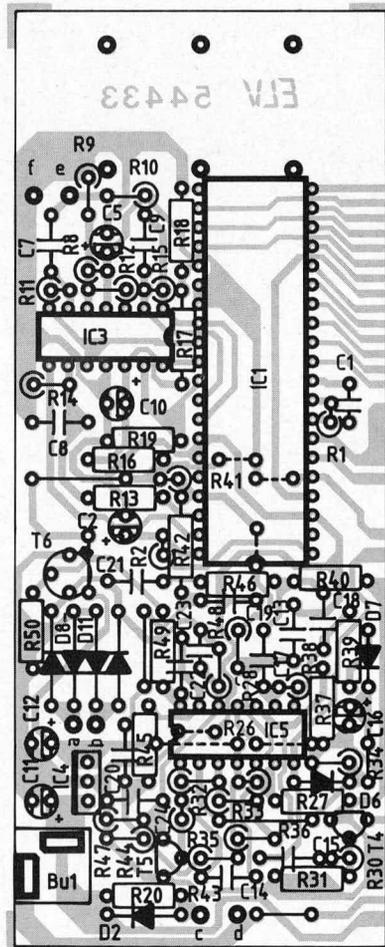
Bestückungsseite der Tastenplatte



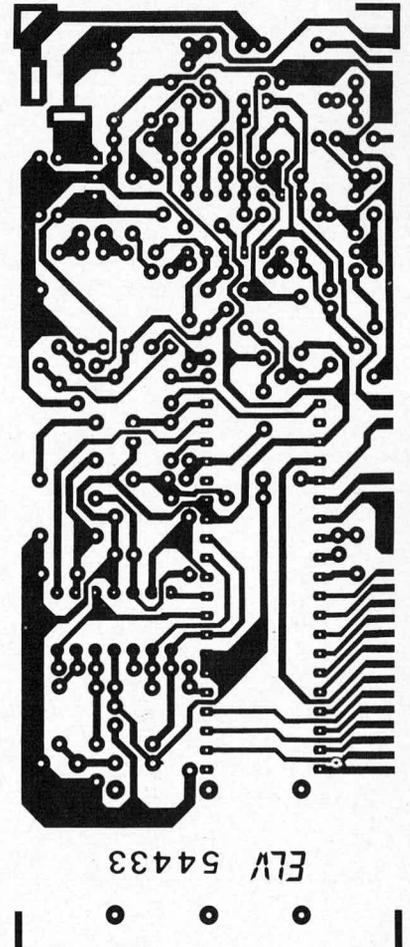
Leiterbahnseite der Tastenplatte



Ansicht der fertig bestückten Basisplatte



Bestückungsseite der Basisplatte



Leiterbahnseite der Basisplatte

Pin 3) eine Spannungsdifferenz von ca. 9 V ($14\text{ V} - 5\text{ V} = 9$). Hierdurch wird T 2 über den Spannungsteiler R 23/R 25 durchgesteuert, so daß auch nach Loslassen der Taste Ta 3 ein Strom über R 21 und die Basis von T 3 fließen kann, d. h. die Schaltung bleibt aktiviert.

Der Festspannungsregler IC 4 des Typs 7805 stabilisiert die Betriebsspannung der gesamten Schaltung auf 5 V.

Fällt die Versorgungsspannung durch das Steckernetzteil aus, schaltet D 2 durch, und der 9 V-Blockakku übernimmt die Speisung. Hierdurch sinkt die Eingangsspannung am Spannungsregler auf ca. 8 V ab. T 2 bleibt jedoch weiterhin durchgesteuert und das Gerät eingeschaltet.

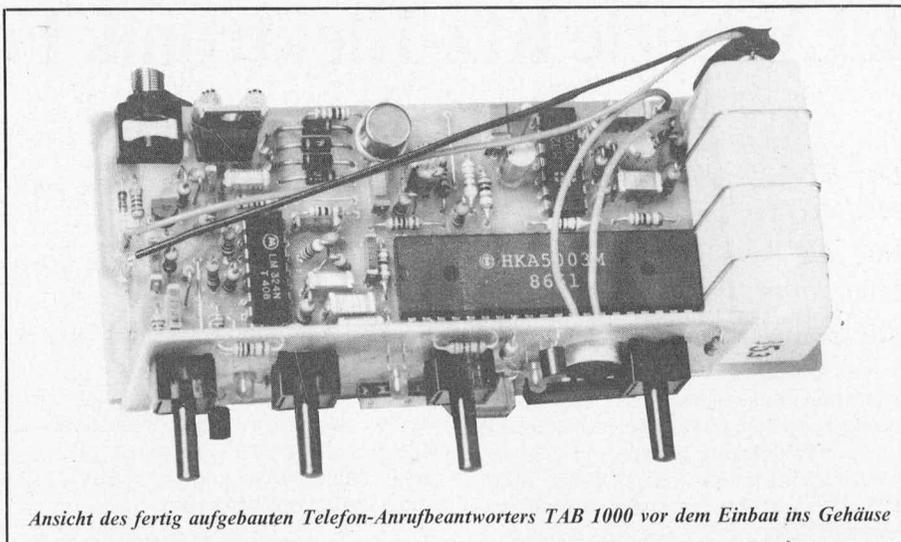
Gleichzeitig wird der Netzspannungsausfall bedingt durch das Absinken der Versorgungsspannung durch ein stark vermindertes Leuchten der Kontroll-LED D 4 signalisiert.

Ist der Pufferakku weitgehend entladen, sinkt dessen Spannung auf 8 V und weniger ab. Hierdurch sinkt die Differenzspannung zwischen Eingang und Ausgang des IC 4 auf Werte ab, die T 2 sperren lassen (unterhalb einer Differenzspannung von ca. 2,5 V). Dadurch sperrt auch T 3, und die gesamte Schaltung wird stromlos. Die Kontroll-LED D 4 erlischt.

Auch wenn die Netzspannung wiederkehrt, wird zwar der Akku wieder automatisch geladen, jedoch bleibt die Schaltung deaktiviert. Erst nachdem die Taste Ta 3 („Ein“) erneut betätigt wird, nimmt das Gerät seinen Betrieb auf. Zunächst ist jetzt der gewünschte Ansagetext aufzusprechen, da dieser während des Stromausfalls gelöscht wurde. Im allgemeinen reicht jedoch die Kapazität des 9 V-Blockakkus aus, um evtl. Netzspannungsausfälle zu überbrücken, und das Gerät behält nicht nur den gespeicherten Text, sondern arbeitet auch in allen übrigen Funktionen während des Netzspannungsausfalls einwandfrei, d. h. bei eingehenden Anrufen wird der Ansagetext wunschgemäß ausgegeben. Dies ist ein weiterer Vorteil der hier vorgestellten Schaltung.

Anschließend wollen wir noch kurz auf die Möglichkeit eingehen, die Länge des Ansagetextes zu verändern.

Aufgrund des beschriebenen Speicherverfahrens ist leicht ersichtlich, daß eine Erhöhung der Abtasterate eine Verkürzung des Ansagetextes und umgekehrt bewirkt. Durch Verändern der Oszillatorfrequenz des im IC 1 integrierten Taktoszillators kann somit sowohl die Qualität als auch die Aufzeichnungsdauer variiert werden. Zuständig sind hierfür die externen Bauelemente R 1 und C 1. In der angegebenen Dimensionierung ergibt sich die eingangs bereits erwähnte Aufzeichnungsdauer von ca. 16 s. Grundsätzlich kann R 1 im Bereich zwischen 3,3 k Ω und 15 k Ω verändert werden. Bei kleineren Werten für R 1 erhöht sich die Qualität des Ausgangssignals bei einer Verkürzung der Aufzeichnungsdauer, während die Erhöhung des Widerstandwertes von R 1 eine Verlängerung bewirkt. Veränderungen im Bereich zwischen 10 s und 20 s sind ohne weiteres möglich.



Ansicht des fertig aufgebauten Telefon-Anrufbeantworters TAB 1000 vor dem Einbau ins Gehäuse

Zum Nachbau

Anhand der beiden Bestückungspläne ist der Aufbau in gewohnter Weise leicht durchführbar. Zuerst werden die 17 Brücken, anschließend die passiven, dann die aktiven Bauelemente auf die Platinen gesetzt und verlötet.

Das Layout ist so ausgelegt, daß die Schaltung in ein Gehäuse der ELV Serie micro-line eingebaut werden kann.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und noch einmal sorgfältig überprüft wurde, können die beiden Platinen miteinander verlötet werden. Hierbei ist die Basisplatine im rechten Winkel an die Frontplatine zu löten, und zwar so, daß die Frontplatine ca. 1,5 mm unterhalb der Basisplatine hervorsteht. Besonders darauf zu achten ist in diesem Zusammenhang, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen an den Verbindungsstellen bilden.

Bei selbst erstellten Leiterplatten passiert es leicht, daß sich sehr feine Verbindungen an den Platinenrändern bilden, die mit dem Auge kaum sichtbar sind, jedoch die Funktion beeinträchtigen können. Dies ist vor dem Zusammenlöten der Platinen noch einmal sorgfältig zu prüfen.

In die Gehäuserückwand ist eine 3,5 mm-Klinkenbuchse zur 12 V-Stromversorgung über ein Steckernetzteil einzubauen und mit flexiblen Leitungen mit den entsprechenden Punkten mit der Basisplatine zu verbinden. Der Anschluß an die Telefonanlage kann entweder direkt über eine 2adrig, flexible isolierte Zuleitung erfolgen oder ebenfalls über eine vorher in die Gehäuserückwand einzubauende 3,5 mm-Klinkenbuchse.

Sollten versehentlich einmal beide Klinkenstecker vertauscht werden, so wird hierdurch im allgemeinen kein Schaden entstehen, sofern unmittelbar darauf der Fehler erkannt und behoben wurde.

Aufgrund der ausgereiften Schaltungstechnik konnte auf einen Abgleich vollkommen verzichtet werden, d. h. gleich, nachdem die Endmontage erfolgt ist und die Platinen ins Gehäuse gesetzt wurden, kann der ELV-Telefon-Anrufbeantworter TAB 1000 seinen Dienst aufnehmen.

Stückliste: Telefon-Anrufbeantworter TAB 1000

Widerstände

270 Ω	R 29
470 Ω	R 20
680 Ω	R 7
1 k Ω	R 23, R 24, R 49, R 50
2,7 k Ω	R 18, R 19, R 25
5,6 k Ω	R 14
6,8 k Ω	R 1, R 3, R 4, R 9, R 10, R 37
10 k Ω	R 8, R 12, R 13, R 15, R 21, R 22, R 30, R 33, R 35, R 45
15 k Ω	R 44
18 k Ω	R 17
22 k Ω	R 40
33 k Ω	R 27
47 k Ω	R 6, R 39
100 k Ω	R 2, R 5, R 26, R 28, R 31, R 36, R 42, R 43, R 47
390 k Ω	R 38
680 k Ω	R 46, R 48
1 M Ω	R 11, R 32, R 34, R 41
2,7 M Ω	R 16

Kondensatoren

22 pF	C 22
82 pF	C 1
1 nF	C 23, C 24
10 nF	C 14, C 15, C 19
47 nF	C 3, C 4, C 17, C 18, C 20, C 21
100 nF	C 7, C 8, C 9, C 13
0,47 μ F/16 V	C 10
4,7 μ F/63 V	C 2
10 μ F/16 V	C 5, C 6, C 11, C 12, C 16

Halbleiter

LM 324	IC 3, IC 5
HKA 5003 M	IC 1
7805	IC 4
DRAM 41256	IC 2
BC 548	T 3, T 4, T 5
BC 558	T 1, T 2
2N3019	T 6
1N4002	D 8-D 11
1N4148	D 2, D 6, D 7
ZPD 6,8 V	D 3
LED, 3 mm, rot	D 1, D 4, D 5

Sonstiges

4 Printraster	Ta 1-Ta 4
1 Elektretmikrofon	
1 9 V-Batterieclip	
1 Klinkenbuchse, 3,5 mm	
6 Lötstifte	
10 cm Schaltdraht	
20 cm flexible Leitung	

ELV-Serie Kfz-Elektronik Fernlichtdimmer

Der ELV-Kfz-Fernlichtdimmer verbessert die Sichtverhältnisse während der Umschaltphase von Fern- auf Abblendlicht.

Wie mit geringem Aufwand diese Schaltung aufgebaut werden kann, zeigt dieser Artikel.

Allgemeines

Beim Umschalten von Fern- auf Abblendlicht braucht das menschliche Auge einige wenige Sekunden, um sich an die veränderten Sichtverhältnisse anzupassen. Die gebräuchliche abrupte Umschaltung führt dazu, daß man für kurze Zeit nahezu „im dunkeln“ steht.

Mit Hilfe moderner Elektronik ist es ohne großen Aufwand möglich, beim Umschalten von Fern- auf Abblendlicht das Fernlicht nicht abrupt, sondern langsam abzuschalten – der Umgewöhnungscharakteristik des menschlichen Auges angepaßt.

Der Dimmvorgang des Fernlichts (langsame Ausschaltphase) ist so gewählt, daß unmittelbar nach dem Ausschalten zunächst ein plötzlicher, jedoch nicht zu großer Helligkeitssprung und anschließend eine kontinuierliche weitere Absenkung innerhalb von ca. 3 Sekunden eingeleitet wird. Beim Erreichen von ungefähr der halben Betriebsleistung der Scheinwerferlampen wird ganz abgeschaltet. Bild 2 zeigt den entsprechenden Kurvenverlauf.

Innerhalb dieser Dimmzeit von ca. 3 Sekunden hat das menschliche Auge die Möglichkeit, sich den geänderten Helligkeitsverhältnissen anzupassen. Diese Zeitwerte sind in der Praxis erprobt und dürften in den meisten Fällen ein Optimum zwischen Verzögerung und Sichtverhältnisse darstellen.

Zur Schaltung

In Bild 1 wird das Blockschaltbild mit dem Anschlußschema des ELV-Kfz-Fernlichtdimmers gezeigt.

Wie daraus zu ersehen ist, besitzt die Schaltung lediglich 4 Anschlußpunkte. 2 davon, „a“ und „d“, liegen direkt parallel zum Fernlichtkontakt. Über diese Anschlüsse fließt später während des Dimmvorgangs der volle Lampenstrom der Fernscheinwerfer. Die Zuleitungen sind daher kurz zu halten bei einem minimalen Leitungsquerschnitt von 1,5 mm².

Der dritte Anschluß „b“ wird mit der Kfz-Masse verbunden, und der vierte Anschluß „c“ liegt über den Einschalter S 1 ebenfalls an der Kfz-Masse. Da über die beiden letztgenannten Zuleitungen („b“ und „c“) nur geringe Steuerströme fließen, spielt deren Länge eine untergeordnete Rolle und als Querschnitt reichen 0,4 mm² aus.

Beim Kippschalter S 1 handelt es sich um den Hauptschalter des Fernlichtdimmers, der an geeigneter Stelle im Armaturenbrett o. ä. einzubauen ist. Wird S 1 geschlossen, schließt der Relaiskontakt re 1, und die eigentliche Steuerelektronik wird mit Span-

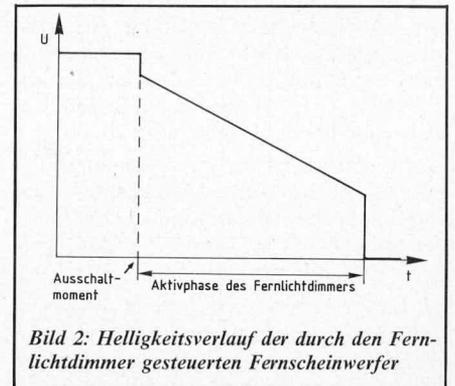
nung versorgt – der Fernlichtdimmer ist betriebsbereit.

Eine weitere Voraussetzung zum Betrieb ist selbstverständlich das Einschalten des Lichtschalters, d. h. zwischen den Anschlußpunkten „a“ und „b“ (Masse) steht die Kfz-Bordspannung an.

Durch Betätigen des Fernlichtschalters schließt der entsprechende Kontakt und die Fernscheinwerfer leuchten auf. Dies ist die übliche Funktion, wie sie standardmäßig im Automobilbau verwandt wird.

Ist der ELV-Kfz-Fernlichtdimmer eingebaut, so überwacht die interne Ablaufsteuerung über den Platinenanschlußpunkt „d“ die Lampenspannung der Fernscheinwerfer.

Im selben Moment, in dem der Fernlichtrelaiskontakt re öffnet, d. h. die Fernscheinwerfer ausgeschaltet werden, tritt am Platinenanschlußpunkt „d“ ein negativer Spannungssprung auf. Dies wird von der Ablaufsteuerung erkannt, die daraufhin den Endstufen-Leistungs-Schalttransistor so ansteuert, daß die Fernscheinwerfer weiterhin Spannung zugeführt bekommen, jedoch mit abfallender Tendenz, entsprechend der in Bild 2 dargestellten Kurve. Genau genommen handelt es sich hierbei jedoch um eine geschaltete Spannung mit einer Frequenz von ca. 500 Hz, bei der sich das Tastverhältnis (Puls/Pausen) verändert. Hierdurch kann die zu verarbeitende Verlustleistung sehr niedrig gehalten werden bei kleinen Abmessungen der Schaltung. Das Auge nimmt den Helligkeitsverlauf entsprechend Bild 2 wahr. Sobald die

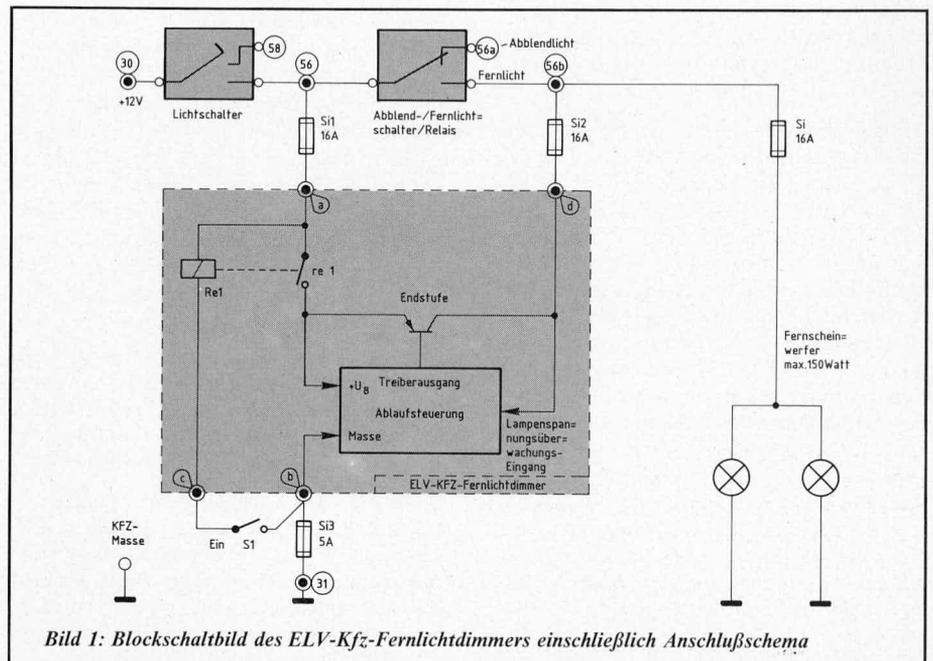


Lampenspannung auf ca. 40% ihres Nennwertes abgefallen ist, erfolgt automatisch die Endabschaltung.

Bild 3 zeigt die Schaltung des ELV-Kfz-Fernlichtdimmers im Detail.

Wird S 1 geschlossen, zieht Re 1 an, und die Spannungsversorgung erfolgt über re 1 sowie L 1 und D 4.

Soll das Fernlicht ausgeschaltet werden, d. h. der automatische Dimmvorgang beginnen, öffnet der Fernlichtkontakt, und am Platinenanschlußpunkt „d“ tritt ein negativer Spannungssprung auf (Wechsel von ca. + 12 V auf 0 V). Dieser Spannungssprung wird über R 26 und C 6 auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 5) des als Komparator arbeitenden OP 3 gegeben und erscheint dort am Ausgang (Pin 7). Das Speicher-Flip-Flop, bestehend aus den Gattern N 2/N 3 wird gesetzt, und der Ausgang (Pin 11 von N 3) wechselt von „high“ auf „low“ (ca. 0 V). Hierdurch wer-



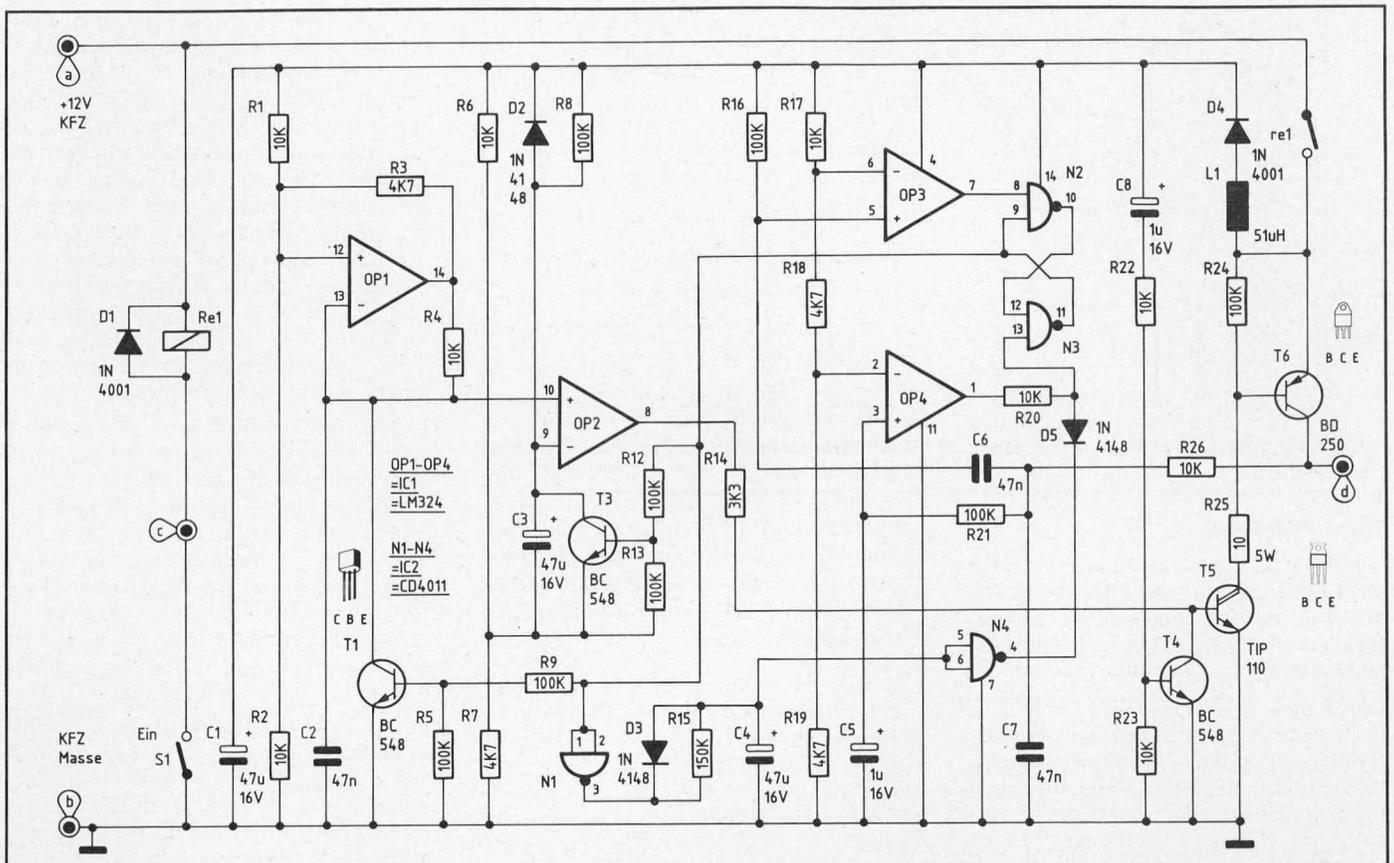


Bild 3: Schaltung des ELV-Kfz-Fernlichtdimmers

den T 1 und T 3 gesperrt, d. h. der mit OP 1 aufgebaute Oszillator wird freigegeben, wie auch der nachgeschaltete mit OP 2 aufgebaute Komparator. Der für den 3sekündigen Ablauf des Dimmvorgangs verantwortliche zeitbestimmende Kondensator C 3 kann über R 10 aufgeladen werden.

Am nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 10) des OP 2 steht die dreieckförmige Oszillatorspannung des mit OP 1 und Zusatzbeschaltung aufgebauten Frequenzgenerators an, während am invertierenden (-) Eingang (Pin 9) die Schaltschwelle des als Komparator arbeitenden OP 2 langsam durch das Aufladen von C 3 nach oben verschoben wird. Hierdurch verändert sich das Puls/Pausenverhältnis der Ausgangs-Rechteckspannung an Pin 8 des OP 2, entsprechend der in Bild 4 dargestellten Kurvenform. Es ist zu sehen, daß mit steigender Spannung an Pin 9 des OP 2 die Zeitspannen, in denen das Ausgangssignal an Pin 8 „high“-Potential führt, kürzer werden, d. h. die Einschaltzeiten der Fernscheinwerferlampen werden gleichfalls kürzer – die Helligkeit sinkt.

Da die Ansteuerfrequenz bei ca. 500 Hz liegt, ist sowohl die Lampenträgheit als auch die Empfindlichkeit des menschlichen Auges höher, so daß eine vollkommen flackerfreie Steuerung vorliegt.

Die Regelvorgänge innerhalb der Schaltung laufen so schnell ab, daß unmittelbar nachdem der Fernlichtkontakt geöffnet hat, der Endstufentransistor T 6 über den Treiber T 5 mit der an Pin 8 des OP 2 anliegenden Rechteckspannung angesteuert wird, und die Fernscheinwerfer kontinuierlich mit abnehmender Helligkeit weiterleuchten, selbstverständlich ohne einen

Helligkeitseinbruch durch den Ausschaltvorgang.

Gewünscht ist allerdings ein geringfügiges, abruptes Abfallen der Helligkeit unmittelbar im Ausschaltmoment, damit das menschliche Auge sofort eine hinreichende Veranlassung hat, sich auf abnehmende Helligkeitsverhältnisse einzustellen. Es folgt eine ca. 3sekündige Phase kontinuierlich weiter abnehmender Helligkeit, die durch einen weiteren abrupten Ausschaltvorgang abgebrochen wird. Bis zu diesem Zeitpunkt hat sich das menschliche Auge an die neuen Lichtverhältnisse weitgehend angepaßt.

Durch Verkleinern des Widerstandes R 7 auf z. B. 3,3 kΩ kann der zu Beginn der Dimmphase auftretende Helligkeitssprung verkleinert werden. Dies ist im allgemeinen jedoch nicht sinnvoll, da ein nahezu kontinuierlich beginnender Dimmvorgang den Umgewöhnungsprozeß des menschlichen Auges an die geänderten Sichtverhältnisse unnötig verzögert.

Die Beendigung des Dimmvorgangs, d. h. das endgültige Ausschalten der Fernscheinwerfer, geschieht wie folgt:

Über R 21 und C 5 wird die an den Lampen anliegende Rechteckspannung integriert und auf den nicht invertierenden (+) Eingang (Pin 3) des als Komparator arbeitenden OP 4 gegeben. Dieser vergleicht die Spannung mit einer Referenzspannung, die an Pin 2 über R 18, R 19 ansteht. Sobald die Spannung an Pin 3 den Wert des an Pin 2 anstehenden Potentials unterschreitet, wechselt der Ausgang (Pin 1 des OP 4) von „high“ auf „low“, und der Speicher N 2/N 3 wird über R 20 an Pin 13 (von N 3) zurückgesetzt. Der Ausgang (Pin 11 von N 3) wechselt von „low“ (ca. 0 V) auf „high“. T 1

und T 3 steuern durch, der Oszillator stoppt und C 3 wird wieder entladen. Da die Spannung an Pin 10 des OP 2 jetzt niedriger ist als an Pin 9, geht der Ausgang (Pin 8) des OP 2 statisch auf „low“, und T 5 und damit der Endstufentransistor T 6 sind gesperrt – die Fernscheinwerfer sind erloschen.

Aus Sicherheitsgründen ist eine weitere Zeitsteuerung eingebaut, die nach ca. 5 bis 10 Sekunden aktiv wird, sofern der Komparator OP 4 keinen Rücksetzimpuls über R 20 auf N 3 gegeben hat. Die Funktion ist wie folgt:

Beim Beginn des Dimmvorgangs wechselt das Potential am Ausgang (Pin 11) des Gatters N 3 von „high“ auf „low“ und damit auch am Eingang (Pin 1, 2) des Gatters N 1. Der Ausgang dieses Gatters (Pin 3) nimmt „high“-Potential an, so daß C 4 über R 15 aufgeladen werden kann. Nach ca. 5 bis 10 Sekunden wird die Schaltschwelle des Gatters N 4 erreicht, dessen Ausgang (Pin 4) über D 5 den Eingang Pin 13 des Speichers N 2/N 3 auf „low“ zieht und damit die Endabschaltung herbeiführt.

Diese zusätzliche Schaltungseinheit wird im allgemeinen jedoch nicht benötigt, da vor Ablauf der entsprechenden Zeitspanne über OP 4 und R 20 ein definiertes Rücksetzen erfolgt.

Aus Sicherheitsgründen wurde ein weiterer Schutz in Form des Relais Re 1 eingebaut. Sollte die Schaltung einen störenden Defekt aufweisen, kann durch Öffnen des Kippschalters S 1 das Relais abgeschaltet werden. Hierdurch öffnet der Kontakt re 1, und die gesamte Schaltung einschließlich des Leistungsstrompfades über den Endstufentransistor T 6 ist stromlos.

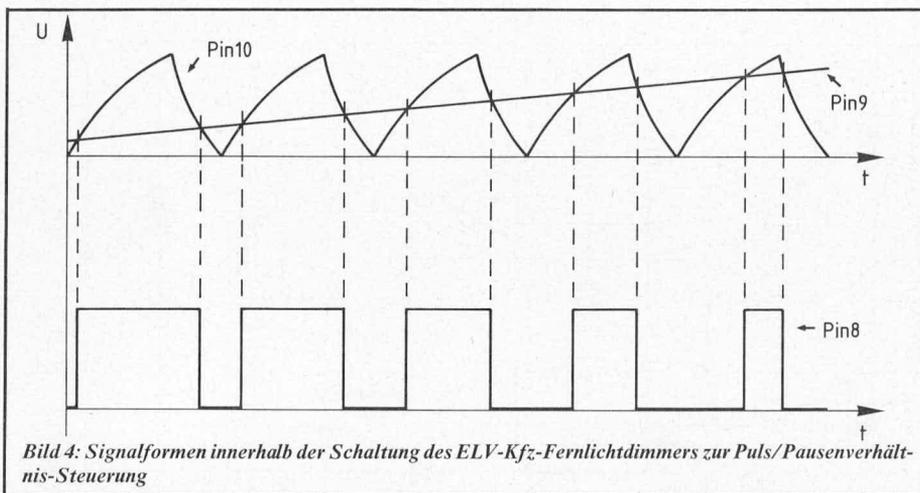


Bild 4: Signalformen innerhalb der Schaltung des ELV-Kfz-Fernlichtdimmers zur Puls/Pausenverhältnis-Steuerung

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente finden auf einer kleinen Platine Platz. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet.

Die fertige Schaltung kann, muß aber nicht, in ein Gehäuse gesetzt werden. Wichtig ist lediglich, daß sie vor Kurzschlüssen, mechanischer Beanspruchung und Feuchtigkeit geschützt ist.

Nachdem die Platine in gewohnter Weise bestückt wurde, sind von der Bestückungsseite 4 Schrauben M 3 x 16 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 4 Kfz-Flachstecker mit 3 mm Bohrungen von der Gehäuseaußenseite auf die durchgeführten Schrauben gelegt und mit 4 Muttern M 3 fest mit der Schaltung verbunden (Bild 5).

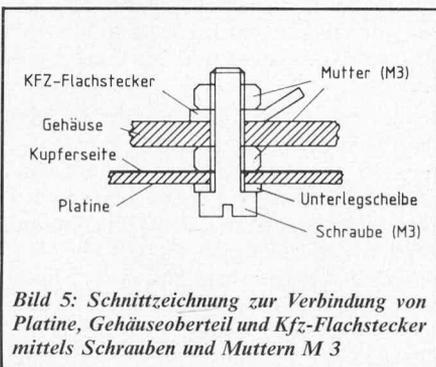


Bild 5: Schnittzeichnung zur Verbindung von Platine, Gehäuseoberteil und Kfz-Flachstecker mittels Schrauben und Muttern M 3

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

Zum Anschluß

Bevor die Schaltung ins Kfz eingebaut wird, ist das Massekabel (-) von der Batterie abzuklemmen, um unnötige Kurzschlüsse zu vermeiden.

Der Anschluß selbst erfolgt entsprechend Abbildung 1, wobei in die Zuleitungen Kfz-Sicherungen einzufügen sind. Ausgelegt ist

die Schaltung für Fahrzeuge, bei denen die Lampen fest an der negativen Betriebsspannung, die am Fahrzeugchassis anliegt, angeschlossen sind. Die Stromzufuhr erfolgt somit über die positive Versorgungsspannungsleitung. Dies ist bei den meisten europäischen Fahrzeugen der Fall, während japanische Fahrzeuge überwiegend die Lampen fest an der positiven Versorgungsspannung angeklemt haben, um nach Masse zu schalten. Hierfür kann der ELV-Kfz-Fernlichtdimmer nicht eingesetzt werden.

Das in Bild 1 dargestellte Anschlußschema zeigt einschließlich der aufgeführten Klemmenbezeichnungen eine häufig gebräuchliche Stromlaufskizze. Hierauf basierend wollen wir nachfolgend den Anschluß ausführlich beschreiben und auf einige Abwandlungen eingehen.

Über eine möglichst kurze flexible isolierte Zuleitung mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm², in die eine 16 A Kfz-Sicherung eingefügt wurde, wird der Platinenanschlußpunkt „a“ mit der Klemme „56“ hinter dem Lichtschalter bzw. vor dem Abblend-/Fernlichtschalter angeschlossen. Es gibt auch Lichtschalter-Abblendschalter-Kombinationen, bei denen die Klemme „56“ nicht separat zugänglich ist. In diesen Fällen kann der Anschluß direkt an Klemme „30“ erfolgen.

Ist die Klemme „30“ nicht oder nur schwer zugänglich, kann der Anschluß wiederum ersatzweise direkt am Pluspol des Kfz-Akkus vorgenommen werden.

Da in den allermeisten Fällen im Bereich der Scheinwerferverkabelung keine Absicherung durch Schmelzsicherungen besteht, sondern erst nach dem letzten in Reihe liegenden Schalter eine Sicherung eingebaut ist, muß unbedingt der ELV-Kfz-Fernlichtdimmer umfassend mit Schmelzsicherungen geschützt werden. Dies weniger zum Schutz des Gerätes als zum Schutz des Fahrzeugs. Tritt ein Kurzschluß am Fernlichtdimmer auf, würde ohne Absicherung ein Kabelbrand die Folge sein. Wir weisen daher an dieser Stelle nochmals ausdrücklich auf die erforderliche Absicherung entsprechend Bild 1 hin.

Als nächstes wird der Platinenanschlußpunkt „d“ über eine möglichst kurze flexible isolierte Zuleitung mit einem Querschnitt von mindestens 1,5 mm², in die

ebenfalls eine 16 A Kfz-Sicherung einzufügen ist, an die Klemme „56 b“ angeschlossen. Diese Klemme befindet sich im allgemeinen direkt hinter bzw. an dem Abblend-Fernlichtschalter/Relais. Ist diese Klemme nicht oder nur schwer zugänglich, kann ersatzweise dieser Anschluß direkt an einem der beiden Fernscheinwerfer erfolgen und hier vorzugsweise am linken, da der zweite Scheinwerfer bei dieser Anschlußart ganz geringfügig dunkler leuchtet (selbstverständlich nur während des Dimmvorgangs – aufgrund des größeren Spannungsabfalls durch die Zuleitungen, die beide Scheinwerfer miteinander verbinden).

Der Platinenanschlußpunkt „b“ wird über eine flexible isolierte Zuleitung mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm², deren Länge eine untergeordnete Rolle spielt, an die Kfz-Masse angeschlossen. Auch hier wird eine Kfz-Schmelzsicherung eingefügt, die mit 5 A zu bemessen ist. Ist die Klemme „31“ nicht oder nur schwer zugänglich, kann die Verbindung direkt am Fahrzeugchassis erfolgen, das mit dem Minuspol des Kfz-Akkus in Verbindung steht.

Der Kippschalter S 1 wird über 2 flexible isolierte Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm² an die Platinenanschlußpunkte „c“ und „b“ angeschlossen. Zweckmäßigerweise wird er an einer geeigneten Stelle im Kfz-Armaturrenbrett o.ä. platziert.

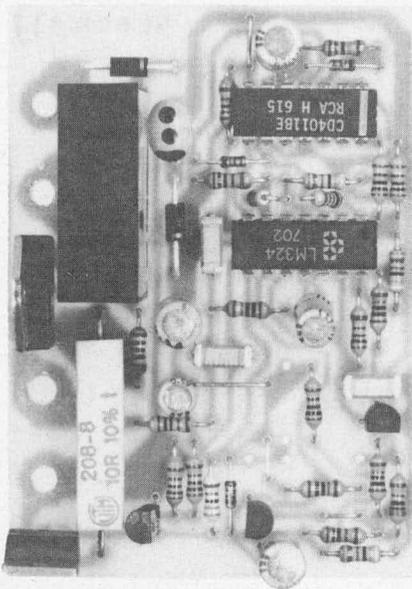
Abschließend sei noch erwähnt, daß bei den meisten für den Anschluß des ELV-Kfz-Fernlichtdimmers geeigneten Fahrzeugen die Grundfarbe der Lampenzuleitungen weiß ist, evtl. mit farbigen Ringen. Diese Kenntnis ist beim Auffinden der entsprechenden Anschlußpunkte in den meisten Fällen hilfreich.

Damit ist der Einbau dieser nützlichen und interessanten Zusatzschaltung bereits beendet und dem Einsatz steht nach erfolgreichem Funktionstest nichts mehr im Wege.

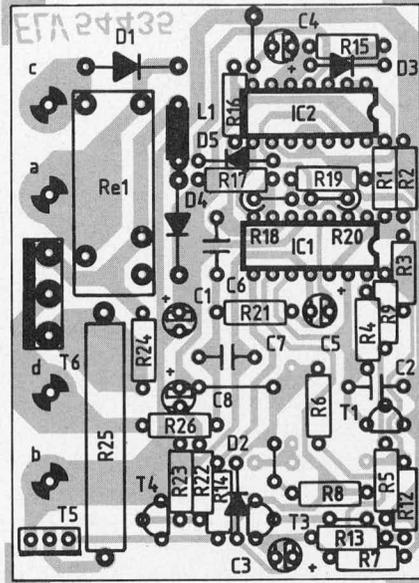
Abschließend noch ein Hinweis zur Stromaufnahme:

Wird der Platinenanschlußpunkt „a“ an Klemme 56 angeschlossen (hinter dem Lichtschalter), nimmt die Schaltung nur Strom auf bei eingeschaltetem Lichtschalter. Erfolgt der Anschluß jedoch an Klemme 30 (oder direkt am Pluspol des Akkus) ist folgendes zu beachten:

Bei ausgeschaltetem Fernlichtdimmer (S 1 offen) nimmt der ELV-Kfz-Fernlichtdimmer keinen Strom auf. Bei eingeschaltetem Kippschalter S 1 ist das Relais Re 1 aktiviert, das gleichzeitig im Stand-by-Betrieb den größten Stromverbraucher von 30 bis 40 mA darstellt. Es empfiehlt sich daher, bei längeren Fahrzeugstandzeiten (mehr als eine Woche) die Schaltung zu deaktivieren (S 1 offen), da sonst pro Tag ca. 1 Ah dem Akku durch die Schaltung entnommen wird. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, in Reihe zu S 1 einen Relaiskontakt zu schalten, der über die Kfz-Zündung automatisch ein- und wieder ausgeschaltet wird (Zündung aus: Kontakt offen). In diesem Fall dient S 1 lediglich zur Sicherheit, damit auch in einem evtl. Störfall des Fernlichtdimmers die Fernscheinwerfer durch Öffnen von S 1 auszuschalten sind.



Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV-Kfz-Fernlichtdimmers



Bestückungsseite der Platine des ELV-Kfz-Fernlichtdimmers

Stückliste:
Kfz-Fernlichtdimmer

Widerstände

10 Ω 5 W	R 25
3,3 kΩ	R 14
4,7 kΩ	R 3, R 7, R 18, R 19
10 kΩ	R 1, R 2, R 4, R 6, R 17, R 20, R 22, R 23, R 26
100 kΩ	R 5, R 8, R 9, R 12, R 13, R 16, R 21, R 24
150 kΩ	R 15

Kondensatoren

47 nF	C 2, C 6, C 7
1 μF/16 V	C 5, C 8
47 μF/16 V	C 1, C 3, C 4

Halbleiter

LM 324	IC 1
CD 4011	IC 2
TIP 110	T 5
BD 250	T 6
BC 548	T 1, T 3, T 4
1N4001	D 1, D 4
1N4148	D 2, D 3, D 5

Sonstiges

Schalter 1 x um	S 1
Spule 51 μH	L 1
Siemens Kartenrelais, stehend, 12 V/8 A	Re 1
4 Schrauben M 3 x 16 mm	
8 Mutter M 3	
8 Unterlegscheiben	
4 Kfz-Flachstecker	

Funkuhrensystem für C 64/128 und IBM-PC-XT/AT

Damit die amtliche Zeit für die Bundesrepublik Deutschland auch den Computern zugänglich wird, wurden im ELV-Labor Schaltungen entwickelt, die auf einfache und besonders preiswerte Weise die Möglichkeit bieten, die Signale des DCF-77-Senders zu empfangen, zu decodieren und für den C 64/128 sowie IBM-PC-XT/AT und Kompatible zur Verfügung zu stellen. Die Rechenkapazität der Computer selbst wird hierbei nur minimal belastet, da die gesamte Decodierung und Signalaufbereitung über einen zentralen Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor in der Schaltung erfolgt.

Allgemeines

Die Vorteile eines Funkuhrensystems, das vom Sender DCF 77 aus Mainflingen bei Frankfurt seine Zeitinformation erhält, sind unbestritten. So ist auch die zunehmende weite Verbreitung entsprechender Uhrensysteme, die an die amtliche Uhrzeit für die Bundesrepublik Deutschland angebunden sind zu erklären.

Im ELV-Labor wurden 2 Schaltungen entwickelt, von denen die eine für den C 64/128 und die andere für IBM-PC-XT/AT und Kompatible konzipiert wurde. Mit Hilfe dieser Schaltungen wird der Empfang sowie die Decodierung und Aufbereitung in einem zentralen Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor möglich, der anschließend über einen Bus-Treiber mit TRISTATE-Ausgängen die Zeitinformationen dem Computer zur Verfügung stellt.

Wesentlich ist in diesem Zusammenhang,

daß beim C 64/128 nicht der Userport blockiert wird, sondern lediglich eine Adresse am Expansionsport belegt wird.

Auch beim IBM-PC-XT/AT wird keine Schnittstelle belegt, sondern die auf einer Leiterplattenkarte angeordnete Schaltung wird direkt durch Einstecken in einen Slot im Gehäuse des Rechners angeschlossen. Auch die Stromaufnahme erfolgt direkt aus diesem Rechner (mit der Bezeichnung „Rechner“ ist auch im weiteren Verlauf dieses Artikels jeweils der C 64/128 bzw. der IBM-PC-XT/AT gemeint).

Durch die eigene Notstromversorgung der Schaltung arbeitet das Funkuhrensystem auch bei ausgeschaltetem Rechner weiter, jedoch ohne DCF-77-Empfang. Hierfür besitzt der zentrale Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor eine integrierte Software-Quarzuhr, die bei ausgeschaltetem Empfänger quarzgenau mit sehr geringer Stromaufnahme weiterarbeitet. So kann das

System für ca. 4 Wochen ohne externe Speisung aus den Notstrom-NC-Akkus versorgt werden. Sobald der Rechner wieder eingeschaltet wird, erfolgt ein automatisches Nachladen dieser Akkus. Innerhalb von weniger als 10 Stunden sind mehr als 50 % der Akkukapazität nachgeladen.

Auch beim Ausfall des DCF-77-Senders übernimmt die interne Quarzuhr die Zeitfortschreibung.

Auf diese Weise ist es möglich, daß unmittelbar nach dem Einschalten des Rechners die aktuelle, quarzgenaue Uhrzeit in den Rechner eingeladen werden kann. Wenige Minuten später erfolgt bei einwandfreiem DCF-77-Empfang automatisch die Synchronisation der Quarzuhr mit der amtlichen vom DCF-77-Sender ausgestrahlten Uhrzeit.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, durch umfangreiche zur Verfügung stehen-

de Software auf dem Bildschirm des Rechners die aktuelle Uhrzeit in verschiedenen Darstellungsformen abzubilden, auf die wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher eingehen werden.

Zunächst soll an dieser Stelle die Schaltungsbeschreibung folgen.

Zur Schaltung

Im ersten Teil dieses Artikels wird derjenige Schaltungsabschnitt beschrieben, der für beide Rechnersysteme identisch ist. Im zweiten Teil folgt dann die Darstellung der Anpaßschaltung, unterschieden nach C 64/128 und IBM-PC-XT/AT und Kompatiblen. Bereits an dieser Stelle sei angemerkt, daß die Anpaßschaltungen verhältnismäßig einfach gehalten werden konnten.

In Bild 1 ist das erstgenannte Teilschaltbild, das für beide Rechnersysteme gleich ist, abgebildet.

Das von der Aktivantenne kommende Empfangssignal gelangt über eine 3 kurze Silberschaltldrähte auf den Eingang des Empfängers, der mit dem IC 1201 des Typs TCA 440 aufgebaut wurde. Es schließt sich ein Bandpaßfilter (OP 1, 2 mit Zusatzbeschaltung) an, dessen Ausgang (Pin 14) über R 1214, C 1217, C 1216 auf den Eingang des ebenfalls im IC 1201 integrierten Zwischenfrequenzverstärkers (Pin 12) arbeitet. Am Ausgang (Pin 7 des IC 1201) steht das aufbereitete Empfangssignal an. Über die als Komparatoren geschalteten OPs 3 und 4 mit Zusatzbeschaltung erfolgt die Auscodierung der Sekundenimpulse. An Pin 7 des OP 4 steht das zur Weiterverarbeitung vom Prozessor geeignete Sekundensignal an (100 msec bzw. 200 msec einer jeden Sekunde).

Auf die detaillierte Beschreibung sowohl der Aktivantenne als auch der Empfänger-schaltung wollen wir an dieser Stelle nicht näher eingehen, da beide Schaltungseinheiten im Verlauf des Artikels „Funkuhren-Schaltssystem DCF 7000“ („ELV journal“ 48 bis 53) bereits ausführlich dargelegt wurden.

Die Verbindung des Empfängers mit der Basisplatine, auf der sich der eigentliche Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor befindet, wird über 2 parallel verlaufende ladri-ge abgeschirmte Zuleitungen vorgenommen. Die Mittelader der ersten Leitung führt die 76,8 kHz-Impulse vom Prozessor zum Empfänger, während die Abschirmung die 1-Hz-Impulse vom Empfänger zum Prozessor leitet. Die Mittelader der zweiten Leitung führt die positive Spannung und die Abschirmung die Schaltungsmasse zum Empfänger und weiter zur Aktivantenne.

Die Gesamtlänge der Verbindungsleitungen kann ohne weiteres mehrere Meter betragen.

Die vom Empfänger kommenden DCF-77-Sekundenimpulse gelangen über R 314 auf das zu Schutzzwecken dienende Gatter N 304 und von dort auf den Eingang Pin 11 (T 1) des IC 303.

Hierbei handelt es sich um einen kundenspezifischen maskenprogrammierten Sin-

gle-Chip-CMOS-Mikroprozessor, der von der Firma VALVO exklusiv für ELV produziert wird und bei dem die gesamten Programminformationen bereits implementiert sind.

Dieser noch recht neue, einer jungen Generation Mikrocomputer angehörende Prozessor zeichnet sich u. a. durch einen weiten Versorgungsspannungsbereich von 3 V bis 6 V sowie eine geringe Stromaufnahme aus. So kann ohne einen zusätzlichen Hardware-Uhrenbaustein dieser Prozessor im Notstrombetrieb die Quarzuhrenfunktion mit übernehmen.

Der interne Quarzoszillator arbeitet mit nur einem externen Bauelement — dem Quarz —, der an die Anschlußbeinchen 12 und 13 angeschlossen wird. Die Frequenz beträgt 2,4576 MHz.

Am Ausgang des Oszillators (Pin 13) wird zusätzlich die Frequenz ausgekoppelt und auf den Binärteiler IC 304 des Typs CD 4020 gegeben (Pin 10). Am Ausgang Q 5 (Pin 5) steht die durch 32 geteilte Frequenz von 76,800 kHz an, die über C 304, R 1204 auf den Mischereingang des Empfänger-ICs geführt wird. Diese Frequenz dient zur Erzeugung der Zwischenfrequenz von 700 Hz (77,500 kHz Empfangsfrequenz — 76,8 kHz Mischerfrequenz = 700 Hz Zwischenfrequenz).

Am Ausgang Q 13 (Pin 2) des IC 2 wird die durch 8192 geteilte Quarzfrequenz von 300 Hz auf Pin 9 (INT/TO) gegeben. Sie dient zur internen Ablaufsteuerung des Prozessors.

Die Ausgänge P 00 bis P 06 (Pin 1 bis Pin 7) steuern den Bus-Treiber mit TRISTATE-Ausgängen des Typs 74 LS 244 (IC 302) mit den aktuellen Zeitinformationen direkt an. Dessen Ausgänge arbeiten auf den Datenbus des angeschlossenen Rechners (C 64/128 bzw. IBM PC-XT/AT oder Kompatible). Die genaue Ablaufsteuerung arbeitet wie folgt:

Das an dem Schaltungspunkt „d“ vom Rechner kommende Chip-Select-Signal wird „low“ (aktiv), wenn ein Lesezugriff auf das Funkuhrensystem stattfindet. Hierzu muß die korrekte Adresse anliegen, und die Read-Leitung ist aktiv (C 64/128: aktiv-high — IBM PC-XT/AT: aktiv-low). Zusätzlich muß beim C 64/128 der Ausgang $\Phi 2 =$ „high“- und beim IBM PC-XT/AT der Ausgang „AEN“ = „low“-Pegel annehmen.

Hierdurch wird der TRISTATE-Treiber (IC 302) des Typs 74 LS 244 aktiv und gibt seine Daten (Zeitinformationen) auf den Rechner-Datenbus.

Der Rechner liest die Informationen ein. Wenn das Chip-Select-Signal (\overline{CS}) wieder abgeschaltet wird, d. h. „high“-Pegel annimmt, erfolgt über das IC 301 des Typs 74 LS 74 sowie die nachgeschalteten Gatter N 301, N 302 ein Rücksetzen des „D 7“-Eingangs des IC 302. Daraufhin geht der entsprechende Ausgang (D 7) auf „low“-Potential (ca. 0 V).

Dies ist für den angeschlossenen Rechner ein Zeichen dafür, daß noch keine neuen Daten für den nächsten Lesezyklus bereitstehen und daß er abwarten muß, bis „D 7“ wieder „high“-Potential annimmt.

Das Rücksetzen des IC 301 erfolgt über Pin 8 des Prozessors (IC 303), wenn an Pin 19 des IC 303 vom IC 301 kommend ein „low“-Pegel erkannt wurde. Dies ist ein Zeichen dafür, daß der angeschlossene Rechner die ihm angebotene Information am Datenbus gelesen hat und die weitere Übertragung erfolgen kann. Der „D 7“-Ausgang des IC 302 liegt beim Lesen auf „high“, wenn neue Daten zur Verfügung stehen.

Durch vorstehend beschriebenen, teilweise hardwaremäßig bestimmten Ablauf ist sichergestellt, daß sowohl langsame (min. 16 Abfragen pro Sekunde) als auch sehr schnelle Rechner bedient werden können, ohne daß Fehlinformationen die Übertragung beeinträchtigen können. An Pin 17 des IC 303 liegt „high“-Pegel, wenn der Prozessor den gültigen DCF-Empfang detektiert hat. Über den Emitterfolger T 301 und den Widerstand R 312 wird die LED 302 angesteuert.

Vorstehend beschriebene Datenübergabe setzt einen selbsttätigen Zugriff des Rechners auf die DCF 77-Leseroutine durch das gerade ablaufende Programm voraus. Hierfür steht selbstverständlich eine entsprechende, einfach zu handhabende Softwareunterstützung zur Verfügung.

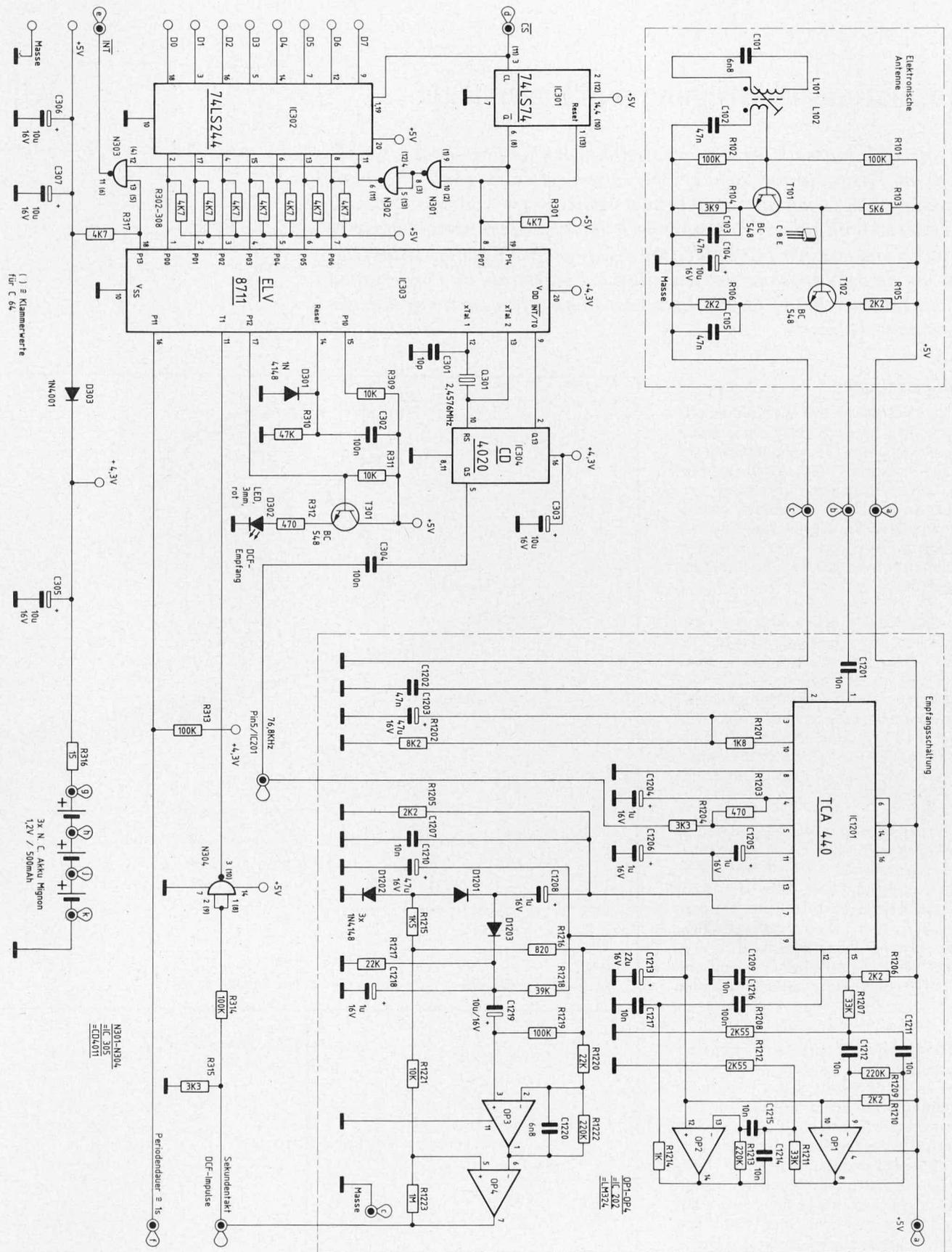
Für Anwendungen, in denen das Hauptprogramm des Rechners (ein beliebiges Anwenderprogramm) nicht selbsttätig auf die DCF 77-Leseroutine zugreift, besteht die Möglichkeit, daß vom Funkuhrensystem Interrupt-Impulse abgegeben werden (am Schaltungspunkt „b“ = Int). Hierdurch wird der Rechner veranlaßt eine Interrupt-Serviceroutine anzuspringen, die wiederum die DCF 77-Zeit ausliest, in einen String schreibt, oder direkt auf den Bildschirm bringt.

An Pin 16 steht als zusätzliches Feature eine hochgenaue 1-Hz-Rechteckfrequenz an. Diese kann zur Steuerung von Nebenuhren mit Sekundentakt oder nach weiterer externer Teilung durch 60 auch zur Steuerung von Nebenuhren mit Minutentakt eingesetzt werden.

Über den Eingang Pin 15 des IC 303 wird die Versorgungsspannung des angeschlossenen Rechners überwacht. Sobald der Rechner ausgeschaltet wurde und diese Spannung zusammenbricht, deaktiviert der Prozessor (IC 303) alle nicht unbedingt zur Aufrechterhaltung des Betriebes notwendigen Ausgänge, um auf diese Weise in einen möglichst stromsparenden Betriebsmodus zu gelangen. Da hierbei auch der DCF-Empfänger stromlos ist, arbeitet das System in diesem Fall als Quarzuhr.

Sobald die Versorgungsspannung wiederkehrt, stehen im selben Moment die aktuellen quartzgenauen Zeitinformationen zur Übernahme in den angeschlossenen Rechner zur Verfügung. Die Synchronisierung mit der DCF 77-Zeitinformation erfolgt nach Empfang der entsprechenden Signale innerhalb von wenigen Minuten.

Im zweiten Teil dieses Artikels fahren wir mit der Beschreibung der Ankopplung an die entsprechenden Rechnersysteme fort.



Basisschaltbild des Funkuhrensystems für C 64/128 und IBM-PC-XT/AT

Laser-Signal-Übertragung

Informationsübertragung per Laserstrahl

Teil 1

Die im „ELV journal“ Nr. 52 vorgestellten Artikel über Laser-Grundlagen und Laser-Hardware haben bei unseren Lesern große Resonanz hervorgerufen. In der hier beginnenden Artikelserie wollen wir uns mit der Lasertechnik auf vielfachen Wunsch hin noch detaillierter befassen. Im ersten und zweiten Teil werden die theoretischen Kenntnisse im Hinblick auf die Informationsübertragung per Laserstrahl im Vordergrund stehen. Im dritten Teil folgen dann besonders interessante praktische Anwendungsbeispiele.

Gernot Stoffel
Bonn

Grundsätzliches

Die Signalübertragung über modulierte Lichtstrahlen hat gegenüber herkömmlichen, „elektrischen“ Übertragungsarten den prinzipiellen Vorteil, daß ungleich mehr Information per Zeiteinheit übertragen werden kann. Der Faktor gegenüber Mikrowellen beträgt etwa 100 000; hauptsächlich aus diesem Grund erlebt die Lichtleitertechnik seit einigen Jahren eine stürmische Entwicklung.

Es ist theoretisch möglich, über einen einzigen Helium-Neon-Laserstrahl (Frequenz: $4,74 \times 10^{14}$ Hz) gut 10^{14} bit/sekunde (Einheit: Baud) zu übertragen; groben Eindruck dieser riesigen Zahl erhält man vielleicht, wenn man sich einen massiven Kubus von 13 m Kantenlänge vorstellt, bestehend aus dicht vollgedrucktem Computerpapier. Und zwar beidseitig und, wohl gemerkt, pro Sekunde.

Von derartigen Werten ist die Praxis derzeit jedoch noch weit entfernt. Solch eine ungeheure Datenrate will ja schließlich auch irgendwie aufgeprägt und später dann decodiert und weiterverarbeitet sein. Da man hier nach wie vor auf konventionelle elektrische Verfahren angewiesen ist, drängt sich der Vergleich mit einem Fluß auf, den man durch einen Wasserhahn kanalisieren will.

Mit dem Laser haben wir in der Tat die Herausforderung der „Informationsinstallateure“ in Händen; bei allen technischen Einschränkungen bleibt festzustellen, daß ein haardünnere (Glasfaser-) Lichtleiter dem schönsten, teuersten Koaxial-Kupferkabel um Größenordnungen überlegen ist. Nachteilig ist allenfalls, daß Sende- und Empfangseinrichtungen weniger einfach ausfallen und auf mechanische Oberflächlichkeit erheblich ungnädiger reagieren. Hierin liegt ein Großteil der Kosten für diese neuartige Technik.

Lichtleiter zur Datenübertragung werden heute nahezu ausschließlich über Leucht- oder Laserdioden angesteuert; hinsichtlich Lebensdauer, Größe, Wirkungsgrad und

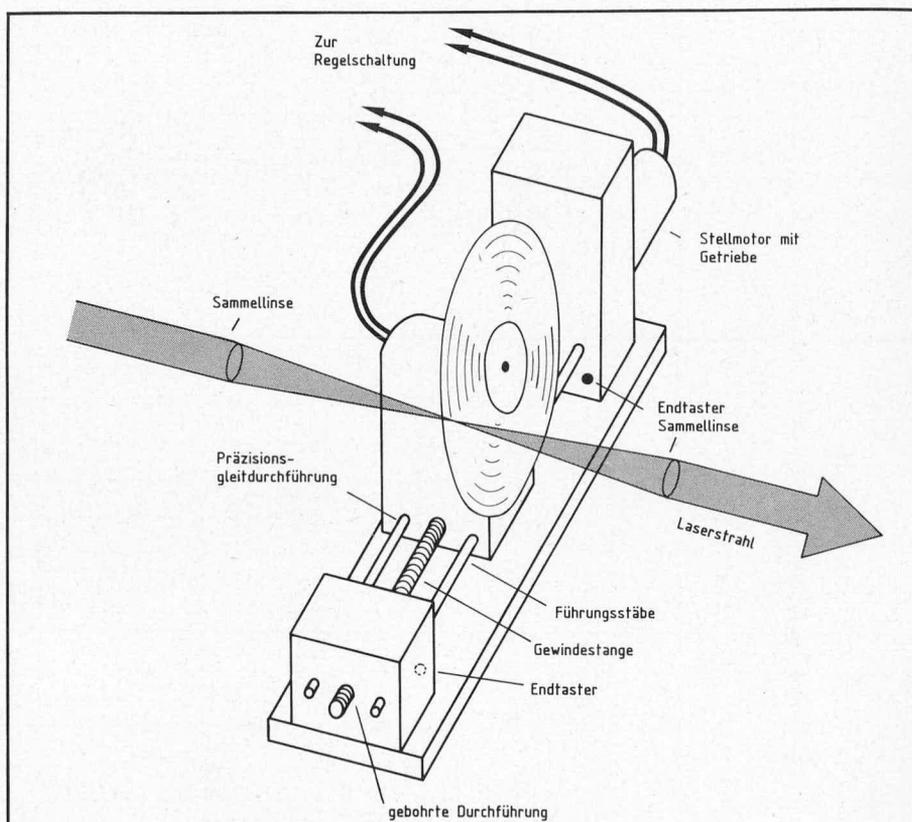
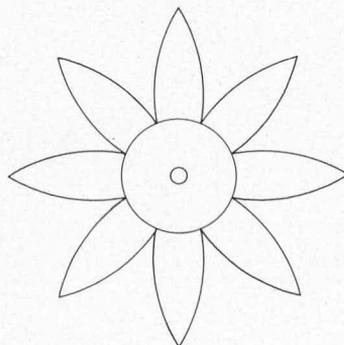
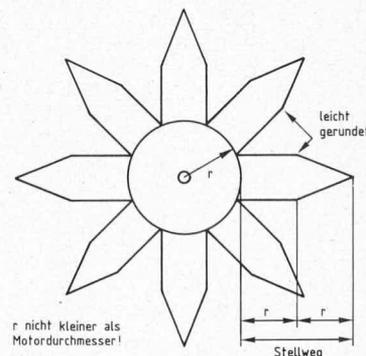


Bild 1: Prinzipielle Aufbauskiizze eines mechanischen Strahlzerhackers



$$\left(t_{\text{ein}} \text{ zu } t_{\text{aus}} = \frac{\text{geregelter Strecke}}{\text{Restregelstrecke}} \right)$$

Idealform der Rotorscheibe zur Verstellung des Puls-/Pausen-Verhältnisses



Achtung:
Gleichförmigkeit der Zerhackerscheibe (dünne Edelmetall-
Federstahlplatte!) sollte bei unter 1/10mm liegen.
Herstellung z.B. durch Ätztechnik.

Hinreichende Form der Rotorscheibe zur Verstellung des Puls-/Pausen-Verhältnisses

Ansteuerbarkeit besitzen sie gegenüber dem Gaslaser gewaltige Vorteile. Und die Lichtübertragung durch die freie Atmosphäre ist in gleicher Weise „out“, was knallharte professionelle Belange angeht; zu unsicher sind die Betriebsbedingungen, zu schwierig die Justierarbeiten. Immerhin gibt es heute schon Lichtleiter, deren Durchlässigkeit in bestimmten Spektralbereichen die der irdischen Lufthülle selbst unter Idealbedingungen weit übertrifft.

Dennoch will sich dieser Artikel gründlich mit optischer Signalübertragung via Gaslaser und Atmosphäre befassen; und dies ist nicht etwa steinzeitlich, sondern hat viel mit einer Sache zu tun, die bei „professioneller“ Lichtleitertechnik nahezu völlig auf der Strecke bleibt: mit Faszination und Experimentierfreude. Wie sich das für einen „Show-Laser“ auch gehört. Beethovens „NEUNTE“, die als mattschimmernder Lichtstrahl aus der lauen Nachtluft ins Zimmer strömt, über zwei Kilometer kalter Einöde hinweg, hat ja auch nichts mehr mit HiFi zu tun, wenn es plötzlich einen wilden Aussetzer gibt, weil sich irgendwo eine Eule zum Mäusefang entschlossen hat.

Die wichtigsten äußeren Modulationsverfahren

Will man einem Lichtstrahl Information aufbürden, muß man ihn modulieren, d. h. seine Intensität und/oder seine Laufrichtung variieren. Technisch gibt es hierzu eine ganze Reihe von Methoden. Ihr Einsatz für bestimmte Zwecke gehorcht den jeweiligen Vor- und Nachteilen.

1. Strahlzerhacker

Die zweifellos einfachste Art der Modulation wird durch eine steuerbare mechanische Blende, engl. „chopper“ (= Zerhacker) bewirkt. Man denke nur an das Lichtmorsen auf See, das per Scheinwerfer und (manueller) Klappblende bewerkstelligt wird.

Neben elektromechanischen Choppern ist vor allem die rotierende Loch- oder Flügelscheibe interessant, mit der sich aus dem kontinuierlichen Strahl eine gleichmäßige Folge von Pulsen oder Pulssequenzen erzeugen läßt. Einfachstes Beispiel: Der Laserstrahl wird durch die Flügel eines Ventilators zerhackt. Zur Datenübertragung ist diese Methode nahezu komplett ungeeignet. Man kann zwar die Rotordrehzahl

variieren, aber das dauert eben seine Zeit. Außerdem erfolgt die Austastung des Strahls, bedingt durch dessen Durchmesser, relativ unscharf. Zur Abhilfe kann man sich allerdings über 2 gleichartige Linsen einen Zwischenbrennpunkt erzeugen, der genau in der Zerhackerebene liegt (Bild 1).

Vorteilhaft ist, daß sich, etwa mittels genau gesteuerter Synchronmotoren, Pulsfrequenzen beliebiger Konstanz einprägen lassen. Das Verfahren eignet sich daher sehr gut zum Aufbau „überlistungssicherer“ Lichtschranken, bei denen der Empfänger genau auf Pulsfrequenz und -anordnung abgestimmt ist. Berücksichtigt man die Möglichkeit des Aufbaus ungleichförmiger Zerhackerscheiben, läßt sich der Einsatz beliebig komplexer Schlüssel-Schloß-Systeme, ja sogar hierarchischer Systeme denken. Phantasie und Bastlertrieb sind keine Grenzen gesetzt.

Elektromechanische Chopper finden ihre Anwendung vor allem in Bühnenlaseranlagen. Sie bieten zwar die Möglichkeit der diskontinuierlichen Steuerung, doch sind dem aufgrund der Systemträgheit enge Grenzen gesetzt (einige kHz). Nennenswer-

te Datenraten sind auf diese Weise nicht übertragbar. Zu erwähnen wäre noch ein relativ hoher Preis sowie der allen mechanischen Systemen anhaftende Hang zu Verschleiß, Vibrations- und Geräuschemission.

2. Kippspiegel

Das räumliche Gegenstück zum Strahlzerhacker ist der elektromechanisch getriebene Kippspiegel, allgemein „Scanner“ genannt. Er ist im Prinzip aufgebaut wie ein kräftiges Drehspulinstrument mit einem kleinen Spiegel anstatt der Nadel. Ein Scanner fächert den Laserstrahl somit zu einem rasch hin- und herlaufenden Lichtpunkt auf, der dem Auge bei Frequenzen ab etwa 10 Hz als ruhige Linie erscheint. Scanningfrequenz und -amplitude werden über spezielle, genau auf die Systemparameter abgestimmte unlineare Treiberschaltungen gesteuert.

Durch Hintereinanderschalten zweier Scanner „über Kreuz“ lassen sich zweidimensionale Muster zeichnen – im einfachsten Fall die altbekannten Lissajous'schen Figuren.

Es gibt mittlerweile extrem schnelle Scanner (zu entsprechend hohen Preisen), mit denen sich Frequenzen von einigen zig Kilohertz verarbeiten lassen. Da Spiegel und Drehspule unweigerlich Trägheit besitzen und Federresonanz absolut unerwünscht ist, kann man sich ausmalen, zu welchen Energieumwandlungsraten es hierbei kommt – der Nachteil der schwingenden gegenüber einer drehenden Bewegung.

Ausgefeilte Computerprogramme und Spannungssynthesizer können über ein genügend flinkes x/y-Scannerpaar auch komplizierte gegenständliche Figuren und Schriften projizieren. Die meisten großen Werbe- und Showlaseranlagen arbeiten nach diesem Prinzip. Die Trägheit respektive Qualität der verwendeten Scanner erkennt das geübte Auge an der Flimmerrate und den Überschwüngen bei scharfen Figurenkicks. Als Lichtquelle werden im allgemeinen leistungsstarke, wassergekühlte Argon- und Krypton-Ionen-Laser eingesetzt, die bei unsachgemäßem Gebrauch zu einer erheblichen Gefahr für das Augenlicht werden können.

(Für die Experten unter unseren Lesern sei noch angemerkt, daß man bei Scannern, ausgehend von glatten Wechselspannungen, 2 x/y-Paare benötigt, will man die Figuren des ELV-Show-Lasers nachbilden. Umgekehrt braucht man zur Erzeugung von Lissajous-Figuren per Drehspiegel ebenfalls zwei Paare von Motoren jeweils gleicher (gegenläufiger) Frequenz und Ablenkung.)

3. Ultraschallmodulator

Noch entfernt mit herkömmlicher Mechanik zu tun hat ein Modulationsprinzip, das in den meisten, wenn nicht allen Laserdruckern verwendet wird und den schönen Namen „akustooptischer Modulator“ trägt. Dies hat nichts zu tun mit einem Lautsprecher, dessen Membrane einen federnd befestigten Spiegel antreibt (gibt allerdings für Showeffekte viel her!), sondern ist High-Tech erster Güte.

Ein planparalleler Glasblock oder auch eine entsprechend geformte Flüssigkeitsküvette wird unter einem exakt definierten Winkel von einem Laserstrahl durchsetzt. Seitlich angebracht ist ein Wandler, der den Körper mit einer extrem hohen Ultraschallfrequenz beaufschlagt (40–500 MHz). Hierdurch entstehen im Medium periodische Dichteschwankungen, deren Abstand in der Größenordnung der Lichtwelle liegt – eine Art Gitterstruktur also. An ihr wird ein Teil des Laserlichts abgelenkt – fachkundig: gebeugt.

Diese Ablenkung wird auch in der Röntgenlicht-Kristallographie ausgenutzt (Laue-Diagramme) und ist als Bragg (sprich: Bräck)-Reflexion bekannt; je nach Schallintensität kann man nahezu die gesamte Strahlenergie in die neue Richtung umlenken.

Bedingt durch die hohe Frequenz des ablenkenden Ultraschallfeldes besitzt man also eine recht flinke Möglichkeit der Modulation des durchgelassenen oder, wichtiger, des abgelenkten Laserstrahls. Denn durch Verändern der Schallfrequenz ist auch der Ablenkwinkel variabel. Da dabei aber gleichzeitig auch der Eintrittswinkel des Strahls optimiert werden müßte, was technisch undurchführbar ist, lassen sich nur sehr geringe Winkeldifferenzen herbeiführen. Was aber andererseits, etwa für Laserdrucker, den Vorteil exzellenter Feinsteuerbarkeit bedeutet.

4. Kristalloptische Modulatoren

Eine Reihe von Methoden zur Intensitätsmodulation beruht auf Manipulationen an polarisiertem Licht. Bei linear polarisiertem Licht schwingt der E-Vektor nur in einer Schwingungsrichtung, z. B. der vertikalen Ebene, und nicht statistisch „kreuz und quer“.

Obwohl der Laserprozeß grundsätzlich keine Polarisationsrichtung begünstigt und Laser daher im allgemeinen unpolarisiert strahlen, erfolgt jede einzelne stimulierte Emission eines Lichtteilchens exakt in der Polarisationsrichtung des jeweils auslösenden Teilchens. Sorgt man also dafür, daß der Resonator des Lasers für eine bestimmte Polarisationsrichtung besonders geringe innere Verluste aufweist, stellt sich per Rückkopplung der gesamte Laserprozeß darauf ein, und es wird ein sehr hochgradig polarisiertes Licht emittiert.

Vor Jahren noch strahlten alle käuflichen Edelgaslaser/röhren ausschließlich polarisiertes Licht ab, da sich die Resonatorspiegel außerhalb der eigentlichen Röhre befanden und man zur verlustlosen Auskoppelung des Lichts einen optischen Trick namens Brewsterfenster anwenden mußte. Dieser begünstigt aber genau eine Polarisationsrichtung. Der Anwender hat hierdurch fast nur Vorteile, da er, etwa bei gekapselten Aufbauten, seine Ein- und Austrittsfenster ebenfalls verlustfrei (d. h. ohne Oberflächenreflexe) gestalten kann und somit teure Lichtenergie spart und Störlicht vermeidet.

Bei den heute üblichen Instant-HeNe-Laserröhren stehen die Resonationspiegel direkt mit dem Gas in Verbindung. Daher entfällt im allgemeinen die Polarisierung,

denn für Brewsterfenster besteht im Grunde kein Bedarf mehr. Wenn man also polarisiertes Licht benötigt, hat man die Wahl, entweder einen Filter vorzuschalten und daran 50 % des teuren Lichts zu verlieren, oder man legt sich – gegen oft saftigen Aufpreis – eine gleichartige Laserröhre mit integriertem Brewsterfenster zu.

Die Röhre des ELV-Lasers indes besitzt, trotz ihres sehr günstigen Preises, von vornherein ein solches Fenster und entbindet den Anwender von derartigen Überlegungen.

Die Modulation per Polarisation beruht, wie auch bei den altbekannten LCDs, stets darauf, daß die Polarisationssebene beim Lichtdurchgang durch bestimmte Medien (gesteuert) gedreht wird, so daß ein nachgeschalteter Polarisationsfilter (sogenannter Analysator) dann je nach Drehwinkel alles bis gar nichts mehr durchläßt.

Unterschiedlich sind hierbei die Verfahren, nach denen die Drehung bewirkt und gesteuert wird. Es gibt den quadratischen und linearen elektrooptischen Effekt (Kerr- bzw. Pockelszelle) sowie den auch für das Hobbylabor interessanten (da erschwinglichen) Faraday-Modulator. In Kerr- und Pockelszellen wird die Polarisationsrichtung durch Anlegen einer hohen elektrischen Spannung an 2 gegenüberliegende Elektroden des Mediums gesteuert. Bei den gängigen Kristallgrößen (Kantenlänge um 5 mm) sind einige bis einige zig kV nötig. Technisch wird vor allem die Pockelszelle benutzt. Es lassen sich Anstiegszeiten im Picosekundenbereich und damit immerhin Modulationsfrequenzen um 100 GHz erreichen. Nachteilig ist allenfalls, daß eine schlüsselfertige kristalloptische Modulationsanlage so teuer wie ein halbes Dutzend Kleinwagen ist und daher in Hobbykreisen wohl kaum angetroffen wird.

Anders beim Faraday-Effekt. Er besteht darin, daß bestimmte Glassorten bei Anlegen eines starken Magnetfeldes doppelbrechend werden und die Polarisationssebene von längs dieser Feldlinien durchfallendem Licht drehen. Ein Faraday-Modulator ist also ein beidseitig plangeschliffener Spezialglasstab im Inneren einer kräftigen elektrischen Spule. Was ihn für manche Demonstrationsanwendungen interessant macht, ist sein relativ günstiger Preis. Der Faraday-Effekt ist aber schwach, so daß zum Erreichen nennenswerter Modulationsgrade bereits beträchtliche Ströme fließen müssen. Die hierdurch bedingte hohe Induktivität der Spule begrenzt die theoretische Bandbreite auf etwa 100 kHz. Die erforderliche Leistung ist hoch und ein Dauerbetrieb ist daher in den seltensten Fällen möglich. (Beispiel aus der Praxis: Faradaymodulator der Fa. Spindler & Hoeyer, Göttingen, Ø 25 mm x 80 mm, Induktivität 1 mH, Gleichstromwiderstand 1,7 Ω, Frequenzbereich bis 3 kHz, max. Belastbarkeit 50 Watt für eine Minute, Drehwinkel ca. 1°/Ampère, Preis ca. 250,- DM.)

In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ werden die elektronischen Modulationsverfahren – die sog. „Direkte Modulation“ – ausführlich besprochen.

8-Kanal-Digital-Light-Processoren

DLP 1001, 1002 und 2000

Mikroprozessorgesteuerte digitale 8-Kanal-Lichtsteuergeräte

Bei den Digital-Light-Processoren DLP 1001, 1002 und 2000 handelt es sich um 3 mikroprozessorgesteuerte Lichteffektgeräte, die die Ansteuerung von 8 Lampen bzw. Lampengruppen mit einer nahezu unüberschaubaren Vielfalt von Lichtmustern ermöglichen.

Die Geräte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Ausstattungsvielfalt. So bietet das bereits komfortable Basisgerät DLP 1001 100 unterschiedliche Programme mit Programmautomatik-Fortschaltung bei 10 Geschwindigkeitsstufen. Beim Spitzengerät DLP 2000 können innerhalb der 100 Programme über 10 000 verschiedene Betriebsarten eingestellt werden, d. h. es ergeben sich mehr als eine Million (!) Variationsmöglichkeiten.

Nachfolgend die wesentlichen Daten der Geräte in Kürze:

- 8 voneinander unabhängige, triacgesteuerte 220 V Lampenausgänge mit einer Einzelbelastbarkeit von jeweils 400 W
- Gesamtausgangsleistung: maximal 2200 W
- 100 digital einstellbare und auf einem 2stelligen 7-Segment-Display angezeigte Programme mit jeweils 8 Schritten
- automatischer Programmwechselmodus möglich
- 10 digital einstellbare Speed-Werte zur Vorgabe der Schrittwechselgeschwindigkeit der Lampen. Die jeweilige Geschwindigkeitsstufe ist auf einem 7-Segment-Display ablesbar.

Die folgenden Features betreffen nur DLP 1002 und 2000

- Laufrichtungswechselsteuerung wahlweise manuell oder automatisch nach jedem ersten, zweiten, vierten, achten Durchlauf
- Invertierungssteuerung wahlweise manuell oder automatisch nach jedem ersten, zweiten, vierten, achten Durchlauf. Hierbei werden die Lampenfunktionen invertiert, d. h. alle Lampen, die ursprünglich eingeschaltet waren, sind jetzt erloschen und umgekehrt.

Die nachfolgenden Features betreffen nur DLP 2000

- 5 digital einstellbare Grundhelligkeitswerte zur Vorgabe der Lampenhelligkeit. Die Endstufen arbeiten hierbei im Phasenanschnittbereich. 4 weitere Betriebsarten ermöglichen das schrittweise Auf- und Abblenden der Lampen bis auf einen vorgewählten Wert zum quasi kontinuierlichen Auf- und Abblenden zwischen den einzelnen Programmschritten. Zusätzlich Stellung „0“ zum Ausschalten der Lampen. Die jeweils gewählte Stufe ist auf einem 7-Segment-Display ablesbar
- Automatikwechselmodus der Helligkeitsstufen möglich
- Umfangreiche geräteinterne Entstörmaßnahmen zum einwandfreien Betrieb der Phasenanschnittsteuerungen der 8 Endstufen
- Zusätzliche externe NF-Steuerung möglich. Hierbei wird z. B. ein Musiksinal an den entsprechenden Steuereingang des DLP 2000 angeschlossen. Über eine Wahltaste kann das Musiksinal zur Steuerung der Wechselgeschwindigkeit, der Lichtintensität oder einer Verknüpfung aus beiden Funktionen dienen. Ein Poti dient zur Anpassung der Eingangsempfindlichkeit.

Allgemeines

Lichtsteuergeräte gibt es schon seit vielen Jahren in den unterschiedlichsten Varianten. Aus heutiger Sicht kann man eine Klassifizierung in 4 Hauptgruppen vornehmen:

1. Die althergebrachte Lichtorgel. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß im Rhythmus der Musik eine oder mehrere angeschlossene Lampen aufleuchten. In den meisten Fällen wird diese Variante als 3-Kanal-Version ausgeführt, d.h. je eine Lampe ist den Bässen, Mitten und Höhen zugeordnet. Eine besonders günstig aufzubauende Version ist im „ELV journal“ Nr. 48 vorgestellt.
2. Das Lauflicht steuert mindestens 3, manchmal aber auch 4 oder mehr Lampen bzw. Lampengruppen an, die nacheinander abwechselnd eingeschaltet werden. Auf diese Weise kann der Eindruck einer sich fortbewegenden Lichterkette erweckt werden. Eine interessante Anwendung stellt hier der im „ELV journal“ Nr. 49 vorgestellte Lauflichtschlauch dar.
3. Programmgesteuerte Lichteffectgeräte steuern mehrere in Reihe oder in Form eines Quadrates angeordnete Lampen oder Lampengruppen mit unterschiedlichen Mustern an. Meist unter Verwendung eines EPROMs können eine Vielzahl von Programmen aufgerufen werden, die jedes für sich mehrere Steuerschritte beinhalten. So kann innerhalb eines Programmes z. B. ein Lichtpunkt von links nach rechts, von rechts nach links oder sich teilend aus der Mitte herauslaufen, um nur einige Beispiele zu nennen. Die Arbeitsweise läuft jedoch in einem starr begrenzten Rahmen ab, im allgemeinen ohne externe oder automatische Beeinflussungsmöglichkeiten.
4. Mikroprozessorgesteuerte Lichteffectgeräte, die eine neue Generation darstellen, besitzen eine nahezu unüberschaubare Vielfalt von Funktions- und Variationsmerkmalen. Neben allen unter Punkt 3 genannten Funktionen bieten die mikroprozessorgesteuerten Lichteffectgeräte darüber hinaus eine große Anzahl von zusätzlichen Möglichkeiten, wie z. B. automatischem Programmwechsel oder in anspruchsvolleren Versionen die Intensitäts- und Taktvariation im Rhythmus der Musik sowie eine Vielzahl von weiteren automatischen Variationsmöglichkeiten, um nur einige Beispiel zu nennen.

In diese letztgenannte Gruppe sind auch die ELV-8-Kanal-Digital-Light-Processoren DLP 1001, 1002 und 2000 einzuordnen, die alle mit einem Mikroprozessor als zentralem Stuelement arbeiten, wobei die Spitzenversion, das DLP 2000 auch im Hinblick auf professionelle Anwendungen wohl kaum Wünsche offen läßt. Nachfolgend wollen wir die wesentlichen Funktionsmerkmale dieser interessanten und vielseitigen Geräte im einzelnen näher vorstellen.

Bedienung und Funktion

Die nachfolgende Beschreibung ist so aufgebaut, daß zunächst mit den Merkmalen begonnen wird, die allen 3 Geräten gemeinsam zu eigen ist, um anschließend die weiteren Features der darauf aufbauenden Geräte darzustellen.

Nachdem der Netzstecker des Digital-Light-Processors mit der Netzspannung verbunden und der links auf der Frontplatte angeordnete Kippschalter (nur DLP 1002 und DLP 2000) eingeschaltet wurde, geht das System sofort in seinen Grundzustand, d. h. auf dem 7-Segment-Display erscheint als Anzeige „00 5“ (DLP 1001, 1002) bzw. „00 65“ (DLP 2000).

Die Anzeige der beiden linken Ziffern stellen den Programmstand von „00“ bis „99“ dar. Durch Betätigen der beiden darunter angeordneten Tasten können die Programme in Einer- bzw. Zehnerschritten hochgezählt werden. Wird eine Taste länger als eine Sekunde festgehalten, erfolgt ein schnelles fortlaufendes Hochzählen der Anzeige.

Der Automatik-Programmwechselmodus wird durch gleichzeitiges Betätigen beider Tasten eingeschaltet und beim weiteren Betätigen einer Taste wieder ausgeschaltet. Zur Kontrolle der Aktivierung dieses Betriebsmodus leuchtet die LED „Auto“ auf.

Das rechte Display („Speed“) dient zur Anzeige der eingestellten Wechselgeschwindigkeit innerhalb eines Programms. Es können 10 verschiedene Stufen über den darunter angeordneten Taster gewählt werden. Auch hier zählt die Anzeige schnell hoch, wenn der Taster länger als eine Sekunde festgehalten wird.

Auf der Geräterückseite sind 8 Eurobuchsen angeordnet, die von links nach rechts in aufsteigender Reihenfolge die Ausgänge der Kanäle 1 bis 8 darstellen. Jeder dieser Ausgänge kann maximal mit 400 VA belastet werden, wobei die Summe aller angeschlossenen Lasten der 8 Kanäle 2200 VA nicht überschreiten darf, d. h. bei gleichmäßiger Verteilung 275 VA pro Kanal. Bei ungleichmäßiger Lastverteilung können natürlich auch z. B. 4 Kanäle mit 400 VA, dann aber die restlichen 4 Kanäle mit lediglich 150 VA entsprechend einer Gesamtlast von 2200 VA belastet werden.

Jeder Ausgangskanal ist einzeln durch eine 2,5 A Schmelzsicherung abgesichert und zusätzlich wurde eine Gesamtabsicherung eingebaut in Form einer 10 A Schmelzsicherung.

Bis zu diesem Punkt trifft die Beschreibung auf alle 3 Gerätetypen gleichermaßen zu. Für das DLP 1001 ist sie damit gleichzeitig an dieser Stelle beendet. Erst im Kapitel der Schaltungsbeschreibung kommen wir auf dieses Gerät wieder zurück. Im weiteren Verlauf befassen wir uns nun mit dem DLP 1002 und DLP 2000.

Rechts neben der „Speed“-Anzeige sind 2 senkrecht angeordnete LED-Ketten, aus jeweils 6 Leuchtdioden bestehend, angeordnet.

Unmittelbar nach dem Einschalten leuchten die beiden oberen LEDs „Up“ und

„Normal“ zur Kennzeichnung des Standardbetriebes.

Durch Betätigen des Tasters unter der linken LED-Reihe wechselt die Anzeige auf „Down“. Dies bedeutet einen gegensinnigen Ablauf des gerade eingeschalteten Programms. Wäre z. B. das Programm Nr. „00“ eingeschaltet, läuft ein Lichtpunkt von links nach rechts in Stellung „Up“, während er in umgekehrter Richtung, also von rechts nach links läuft, in Stellung „Down“. Die Programme laufen also rückwärts ab.

Wird die zugehörige Taste ein weiteres Mal betätigt, wechselt die Anzeige auf „Change 1“ zur Kennzeichnung, daß nach jedem Durchlauf eines Programms die Laufrichtung automatisch wechselt. Welche Laufrichtung gerade aktiv ist, wird zusätzlich durch Aufleuchten der LED „Up“ oder „Down“ gekennzeichnet. Bei weiteren Betätigungen des Tasters können die Betriebszustände „Change 2“, „Change 4“ und „Change 8“ gewählt werden, bei denen nach jedem zweiten, vierten bzw. achten Durchlauf die Laufrichtung automatisch gewechselt wird. Bei erneuter Tasterbetätigung befindet sich diese Funktionseinheit wieder in ihrem Grundzustand „Up“.

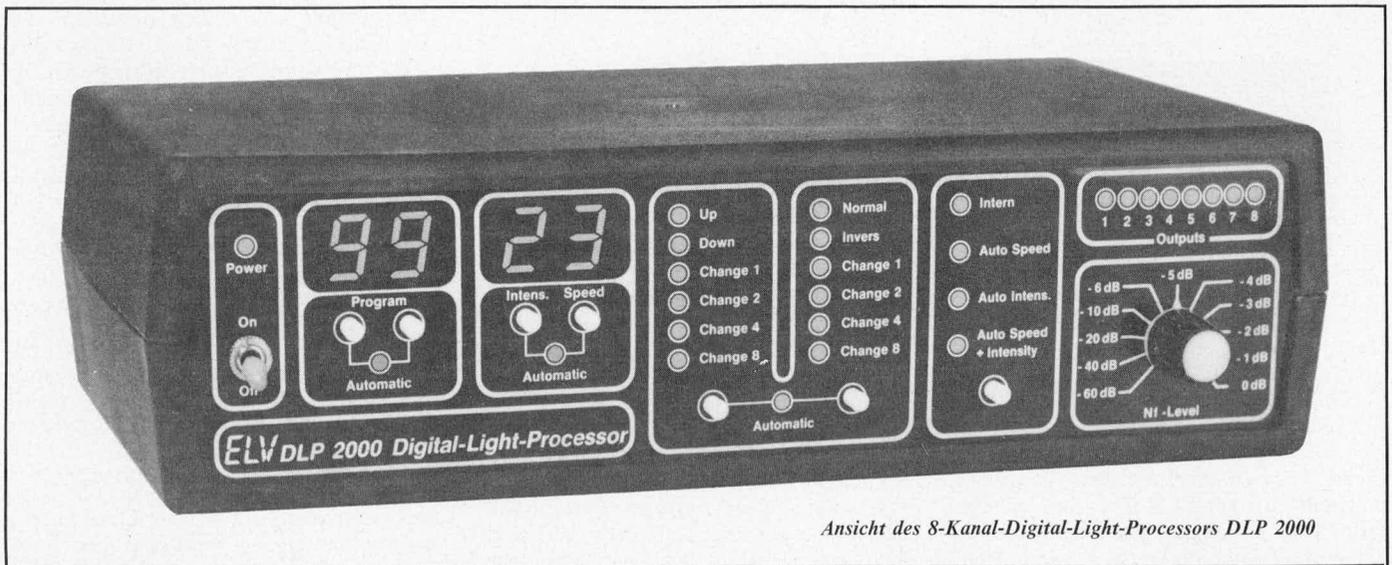
In gleicher Weise erfolgt die Anzeige und Umschaltung der rechten LED-Reihe, die im Grundzustand in Stellung „Normal“ arbeitet. Durch einmalige Betätigung des darunter angeordneten Tasters leuchtet jetzt die zweite LED „Invers“ zur Kennzeichnung einer invertierten Lampensteuerung. Dies bedeutet, daß bezogen auf den ursprünglichen Betrieb jetzt alle Lampen angesteuert werden, die vorher ausgeschaltet waren und umgekehrt. Wird der entsprechende Taster erneut betätigt, können die Funktionen „Change 1“, „Change 2“, „Change 4“ bzw. „Change 8“ gewählt werden, bei denen ein automatischer Wechsel nach jedem ersten, zweiten, vierten, achten Durchlauf von „Normal“ auf „Invers“ erfolgt. Zur Kennzeichnung, welche Funktion gerade aktiv ist, leuchtet zusätzlich die LED „Normal“ oder „Invers“.

Als weiteres Feature besitzen die Geräte auch für die letztgenannten Funktionen einen Automatik-Wechselmodus, der durch Betätigen beider Taster gleichzeitig eingeschaltet wird. Gekennzeichnet wird der Automatik-Wechselmodus durch Aufleuchten der LED „Automatik“. Jetzt wechseln die entsprechenden Betriebsarten in diesen Funktionen fortlaufend, wodurch sich in Zusammenhang mit einem automatischen Programmwechsel eine nahezu unüberschaubare Anzahl der unterschiedlichsten Variationsmöglichkeiten ergibt.

Mit der erneuten Betätigung eines der beiden Taster wird dieser Automatik-Wechselmodus unterbrochen.

Auf der rechten Seite der Frontplatte sind im oberen Bereich 8 Kontroll-Leuchtdioden angeordnet, die jeweils aufleuchten, wenn der betreffende Ausgang aktiviert ist.

Die vorstehend beschriebenen Merkmale betrafen sowohl das DLP 1002 als auch das DLP 2000, wobei die Beschreibung des DLP 1001 damit abgeschlossen ist. Nachfolgend sollen die weiteren Features, die



Ansicht des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 2000

nur das Spitzengerät aus dieser Serie betreffen, aufgeführt werden.

Zunächst ist auf eine vierte 7-Segment-Anzeige hinzuweisen, die zwischen dem Programm-Display und der Speed-Anzeige angeordnet ist. Hierbei handelt es sich um die Intensitäts-Anzeige zur digitalen Darstellung der Helligkeit. Der Digital-Light-Processor DLP 2000 besitzt als herausragendes Feature die Möglichkeit der Phasenanschnittsteuerung eines jeden Kanals. Auf diese Weise kann die Lampenhelligkeit individuellen Wünschen angepaßt bzw. auch automatisch gewechselt werden.

In der Grundstellung („6“) werden die Ausgänge mit voller, d. h. maximaler Helligkeit angesteuert. Hierbei erfolgt eine Vollwellensteuerung ohne Phasenanschnitt wie auch bei den beiden anderen Gerätetypen DLP 1001 und DLP 1002.

Wird die darunter angeordnete Taste „Intens.“ betätigt, läuft die Anzeige jeweils um eine Ziffer höher, wobei nach „9“, anschließend „0“ und danach „1“ usw. folgt.

In Stellung „0“ sind alle 8 Ausgänge deaktiviert. In Stellung „1“ erfolgt die Ansteuerung mit sehr geringer Helligkeit. Mit steigenden Anzeigeziffern erhöht sich die Helligkeit bis zur Stellung „6“ auf Maximum.

Die Stellungen „7“ bis „9“ bieten eine weitere Besonderheit. Hier erfolgt ein quasi kontinuierliches Auf- bzw. Abblenden zwischen den einzelnen Programmschritten. Wird ein Ausgang abgeschaltet, erfolgt dies nicht mehr abrupt, sondern in mehreren Stufen, um anschließend den folgenden Ausgang ebenfalls quasi kontinuierlich heller werden zu lassen, um ihn nach Ablauf der Ansteuerungsdauer wieder langsam abzublenken usw. „Langsam“ bedeutet hierbei innerhalb von ca. 0,3 Sekunden, da längere Übergangsphasen die maximal mögliche Wechselgeschwindigkeit zu stark reduzieren würden. Es ergibt sich ein ausgeprägter Effekt der „weichen Übergänge“. Zwischen den Intensitätsstufen „7“ bis „9“ besteht der Unterschied in der maximalen Helligkeit, d. h. in Stellung „7“ erfolgt das Auf- und Abblenden bis zu einer mittleren Gesamthelligkeit, während in Stellung „9“ bis zur maximalen Helligkeit auf- und wieder abgeblendet wird.

Durch gleichzeitiges Betätigen der beiden Taster „Intens.“ und „Speed“ wird ein Automatik-Wechselmodus eingeschaltet, der eine automatische Intensitätsstufenfortschaltung vornimmt. Zu Kontrollzwecken leuchtet die entsprechende LED „Automatik“ auf. Einfluß nimmt die Automatik ausschließlich auf die Helligkeit und nicht auf die Wechselgeschwindigkeit. Durch erneute Betätigung eines der Taster wird dieser Modus wieder unterbrochen.

Als weitere Besonderheit bietet das DLP 2000 die Möglichkeit der externen musik- bzw. sprachabhängigen Steuerung.

Hierzu wird der Lautsprecherausgang eines für die Ansteuerung herangezogenen Verstärkers mit einer Ausgangsleistung zwischen 0,5 W und 50 W an die entsprechende NF-Eingangsbuchse auf der Rückseite des DLP 2000 angeschlossen. Mit dem rechts auf der Frontplatte angeordneten „NF-Level-Regler“ kann eine Lautstärkeanpassung erfolgen.

Links daneben befinden sich 4 übereinander angeordnete LEDs sowie ein Wahltaster.

In der Grundstellung leuchtet die obere LED „Intern“ auf zur Kennzeichnung einer ausschließlich internen Ablaufsteuerung, d. h. das auf der Rückseite angekoppelte NF-Signal bleibt unberücksichtigt.

Durch Betätigen des zugehörigen Tasters wechselt die Anzeige, und die LED „Auto-speed“ leuchtet auf. Hierdurch wird signalisiert, daß jetzt das NF-Signal zur Steuerung der Wechselgeschwindigkeit herangezogen wird. Je nachdem, welche Grundgeschwindigkeit vorgewählt wurde, erhöht sich diese in Abhängigkeit von der anliegenden NF-Frequenz, und zwar wiederum in Abhängigkeit sowohl von der Frequenz als auch von der Lautstärke.

Darüber hinaus kann durch einen weiteren Tastendruck die Funktion „Auto Intens.“ gewählt werden. Hierbei dient das NF-Signal zur Beeinflussung der Lampenhelligkeit, d. h. je nach eingestellter Grundhelligkeit wird diese mehr oder weniger durch ein entsprechendes NF-Signal erhöht.

In der vierten Funktion „Autospeed + Intensity“ wirkt das NF-Signal sowohl auf die Wechselgeschwindigkeit als auch auf die Helligkeit in gleicher Weise, wodurch sich eine besondere Effektivvielfalt ergibt.

Bei erneuter Betätigung des entsprechenden Tasters geht die Funktion wieder in die Grundstellung „Intern“.

Die letztgenannten Funktionen, die eine wesentliche Bereicherung der Effektmöglichkeiten darstellen, sind nur in Verbindung mit einer Phasenschnittsteuerung realisierbar geworden. Wie der sachkundige Leser weiß, ergeben sich durch Phasenschnittsteuerungen zusätzliche Störungen, die möglichst zu unterdrücken sind. Hierzu besitzt das DLP 2000 eine aufwendige Filterschaltung, und zwar für jeden der 8 Ausgänge separat. Dies ist unbedingt erforderlich, um das DLP 2000 nicht zu einem „Störsender“ werden zu lassen. Beim DLP 1001 und DLP 1002 sind diese umfangreichen Maßnahmen der Störunterdrückung nicht erforderlich, da diese beiden Geräte ausschließlich mit voller Lampenhelligkeit arbeiten und die Ein- und Ausschaltungen jeweils im Nulldurchgang der Netzwechselspannung erfolgen.

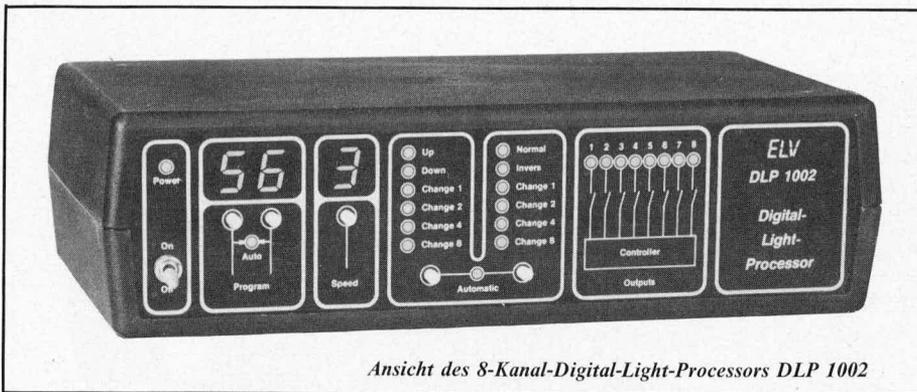
Nachdem wir die Bedienung und grundsätzliche Funktion der 3 Geräte ausführlich beschrieben haben, wollen wir uns im folgenden der Schaltung zuwenden.

Zu Schaltung

In Bild 1 ist die Komplettschaltung des DLP 1001, in Bild 2 die Komplettschaltung des DLP 1002 und in Bild 3 das Hauptschaltbild des DLP 2000 dargestellt. Zusätzlich zeigt Bild 4 die Teilschaltung zur NF-Ansteuerung des DLP 2000.

Für alle 3 Gerätetypen ist ein und derselbe zentrale Single-Chip-CMOS-Mikroprozessor des Typs „ELV 8710“ eingesetzt, der für die gesamte Ablaufsteuerung verantwortlich ist. Seine volle Leistungsfähigkeit entfaltet er im DLP 2000, während in den beiden anderen Gerätetypen einige Funktionen unbenutzt bleiben.

Die Aufteilung der in den Abbildungen 1 bis 3 gezeigten Schaltungen ist so vorge-



Ansicht des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1002

nommen, daß sämtliche Bauelemente, die gleiche Funktionen innerhalb dieser Schaltungen besitzen, auch mit denselben Bauteilnummern versehen sind. Aus diesem Grunde ist es möglich, daß die folgende Schaltungsbeschreibung sich namentlich nur mit dem DLP 2000 befaßt, jedoch gleichermaßen Gültigkeit für die Gerätetypen DLP 1001 und DLP 1002 hat, wobei dort die nicht benötigten Bauelemente ersatzlos entfallen sind.

Das Platinenlayout ist selbstverständlich auf jedes Gerät individuell abgestimmt. So konnten die Leiterplatten des DLP 1002 und besonders auch des DLP 1001 deutlich kleiner (und damit preiswerter) gehalten werden, als beim DLP 2000. Beim letztgenannten Gerät nimmt u. a. die Entstörung der 8 phasenanschnittgesteuerten Ausgänge einen nennenswerten Raum ein. Doch kommen wir nun zur Beschreibung des in Bild 3 dargestellten Hauptschaltbildes des ELV Digital-Light-Processors DLP 2000.

Zentrales Bauteil des DLP 2000 ist der Single-Chip-CMOS Mikroprozessor des Typs „ELV 8710“ (IC 1). Hierbei handelt es sich um einen maskenprogrammierten kundenspezifischen Mikroprozessor, der exklusiv von der Firma VALVO für ELV hergestellt wird. Sämtliche Programminformationen sowohl für die Ausführungsprogramme als auch für die gesamte Ablaufsteuerung sind in diesem IC bereits implementiert.

Warum muß es jedoch ein kundenspezifischer Baustein sein und nicht eine Lösung, die ohne ein solches Bauteil auskommt? Wir möchten an dieser Stelle dazu einige kurze Anmerkungen machen.

Ersatzweise zu dem hier vorgeschlagenen Prozessor könnte man eine EPROM-Version einsetzen, die in der CMOS-Ausführung, wenn überhaupt erhältlich, extrem teuer ist. NMOS-Versionen sind zwar vom Preis her erschwinglich, haben aufgrund ihres hohen Stromverbrauchs, der Wärmeentwicklung, des dadurch erforderlichen größeren Netzteils usw. nennenswerte Nachteile. Die dritte Alternative, einen CMOS-Prozessor mit externem EPROM einzusetzen, ist von den Bauteilekosten her eine der günstigsten Versionen. Hier besteht jedoch der Nachteil neben einem etwas erhöhten Platzbedarf, daß aufgrund der zahlreichen zusätzlichen Datenleitungen (zwischen Prozessor und EPROM sowie Expandern) in den allermeisten Fällen eine doppelseitige durchkontaktierte Leiterplatte erforderlich ist. Der sachkun-

dige Leser weiß, daß derartige Leiterplatten ganz erheblich teurer sind als die standardeinseitigen Versionen. So ist auch diese zuletzt aufgeführte, zunächst günstigste Alternative in der Praxis aufgrund der weiter hinzukommenden erheblichen Kosten in der Praxis keine echte Alternative zu einem maskenprogrammierten Single-Chip-CMOS-Prozessor, wie er auch in diesem Fall von ELV eingesetzt wurde. Wie auch in anderen Schaltungen, versuchen die Ingenieure des ELV-Teams immer ein Optimum zwischen Kosten und Leistung zu erreichen.

Doch kommen wir nun zu den weiteren Details der in Bild 3 gezeigten Schaltung.

Die Takterzeugung für die Ablaufsteuerung erfolgt beim IC 1 durch den internen Oszillator in Verbindung mit dem Quarz Q 1 sowie den beiden Kondensatoren C 2 und C 3 an den Anschlußpins 2 und 3.

Im Einschaltmoment erhält der Prozessor einen General-Reset über R 1/C 1 an Pin 4. D 1 dient nach dem Abschalten der Versorgungsspannung zum schnellen Entladen von C 1.

An die beiden Steuereingänge Pin 1 und Pin 39 werden beim DLP 2000 die Ausgänge der NF-Signalsteuerung angeschlossen. Beim DLP 1001 und DLP 1002 sind diese Eingänge unbeschaltet.

Über die Ausgänge Pin 21 bis 24 sowie 35 bis 38 werden die Transistoren T 15 bis T 22 in Verbindung mit den Pull-up-Widerständen R 32 bis R 39 angesteuert. Die Kollektoren dieser Transistoren steuern über D 29 bis D 36 sowie R 40 bis R 47 die Endstufen-Triacs Tic 1 bis Tic 8 an, wobei die Leuchtdioden gleichzeitig zur Anzeige der Ausgangszustände der Endstufen dienen. Die Gate-Ableitwiderstände R 48 bis R 55 bewirken ein sicheres Sperren der Triacs, sofern diese nicht angesteuert werden.

Für Phasenanschnittsteuerungen sind umfangreiche Entstörmaßnahmen erforderlich, die auch beim DLP 2000 Einsatz finden. Parallel zum Triac Tic 1 ist der Kondensator C 4 mit den 3 in Reihe liegenden Widerständen R 56 bis R 58 geschaltet. In Reihe zum Triac liegt die Drossel L 1, die eine Begrenzung der Stromanstiegs-geschwindigkeit bewirkt. Parallel zum Verbraucher ist ein weiterer Kondensator (C 12) geschaltet.

Vorstehend beschriebene Kombination, die für alle 8 Ausgänge gleichermaßen Einsatz findet, bewirkt in ihrer Gesamtheit eine gute Störunterdrückung der im Pha-

senanschnitt arbeitenden Endstufen. Da bei den Gerätetypen DLP 1001 und DLP 1002 nur Vollwellenbetrieb (volle Helligkeit) möglich ist und die Ansteuerung jeweils im Nulldurchgang der Netzwechselspannung erfolgt, sind vorstehend beschriebene Entstörmaßnahmen dort nicht erforderlich.

In Reihe zu jedem Ausgang liegt eine 2,5 A-Sicherung (Si 3 bis Si 10).

Die Absicherung der Gesamtlast erfolgt durch eine weitere 10 A-Sicherung (Si 2).

Der 3 VA-Transformator zur Versorgung der Elektronik ist über eine weitere Sicherung (Si 1) mit einem Nennwert von 0,1 A abgesichert.

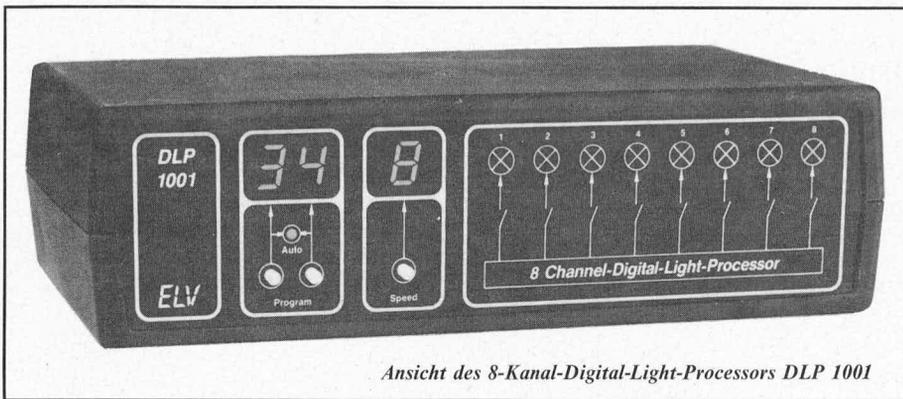
Zur Erkennung der Phasenlage der Netzwechselspannung bzw. zur Detektierung der Nulldurchgänge wird dem Schalttransistor T 23 über den Spannungsteiler R 83 bis R 86 eine Teilspannung der Netzwechselspannung zugeführt. Die positiven Halbwellen werden hierbei durch D 41 kurzgeschlossen. Jeweils während der negativen Halbwellen steuert T 23 durch und gibt auf den Eingang Pin 6 des IC 1 ein „high“-Signal. Dieses dient dem Mikroprozessor zur Erkennung der Phasenlage und damit der Netzwechselspannungsnulldurchgänge – die Ansteuerung der Triac-Endstufen erfolgt somit in genau festgelegter Phasenlage zur Netzwechselspannung.

Die Anzeige der vielfältigen Funktionsmöglichkeiten erfolgt auf einem 4stelligen 7-Segment-Display sowie weiteren 19 Leuchtdioden, deren Ansteuerung im Multiplexverfahren abläuft. Eine 20. Leuchtdiode (D 28) dient zur „Power on“-Anzeige.

Die Ansteuerung der gemeinsamen Anoden der 7 Digits (D 9 bis D 27 sind zu insgesamt 3 Digits zusammengefaßt) erfolgt über die Schalttransistoren T 8 bis T 14. Getrieben werden diese Transistoren in Verbindung mit den Vorwiderständen R 16 bis R 22 durch die Ausgänge Pin 13 bis Pin 19 des IC 1. Darüber hinaus können die Kollektoren dieser Digansteuerungen entkoppelt durch D 2 bis D 8 über eine der Tasten Ta 1 bis Ta 7 auf die Eingangsleitung Pin 34 des IC 1 gegeben werden. Je nach dem, welche der Tasten betätigt wird, erkennt der Prozessor hieran die entsprechende Steuerinformation. Auf diese Weise wird nur eine weitere Eingangsleitung benötigt, um 7 Tasten auszu-codieren.

Die Segmenttreibung erfolgt über die Transistoren T 1 bis T 7 in Verbindung mit den Strombegrenzungsvorwiderständen R 9 bis R 15. Auch hier übernimmt das IC 1 die Steuerung durch seine Ausgänge Pin 27 bis Pin 33.

Die Stromversorgung der Elektronik erfolgt aus einem 9 V/3 VA-Transformator (Tr 1) in Verbindung mit den in Brücke geschalteten Gleichrichterioden D 37 bis D 40 sowie dem Pufferkondensator C 22. Ein nachgeschalteter 5 V Festspannungsregler (IC 2) sorgt für die erforderliche Stabilisierung. C 21 und C 23 sorgen zusätzlich zur Schwingneigungs- und Störunterdrückung.



Ansicht des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1001

In diesem Zusammenhang wollen wir noch auf eine wichtige Tatsache hinweisen:

Obwohl in der Schaltung ein Transformator eingesetzt wird, liegt an der gesamten Spannung einschließlich der 5 V Versorgungsspannung die volle Netzwechselspannung. Das Gerät darf daher ausschließlich an die Netzspannung angeschlossen werden, wenn sich die Schaltung in einem ordnungsgemäß geschlossenen, absolut berührungssicheren, elektrisch isolierten Gehäuse befindet.

Damit ist die Beschreibung des Hauptschaltbildes bereits beendet. Im folgenden wenden wir uns der in Bild 4 dargestellten Teilschaltung zur NF-Signalansteuerung zu, die ausschließlich für das DLP 2000 eingesetzt wird.

Das vom Ausgang eines geeigneten Leistungsverstärkers (0,5 W bis 50 W) kommende NF-Signal gelangt über eine auf der Gehäuserückseite angeordnete Buchse auf die Platinenanschlußpunkte „v“ und „w“. Von dort wird das Signal über den Spannungsteiler R 88/R 89 auf die Primärwicklung des Trenn-Übertragers Tr2 geführt. Hier erfolgt eine galvanische Trennung und eine Untersetzung von 4:1. Das NF-Ansteuersignal ist somit von der Netzwechselspannung, die an der gesamten Elektronik anliegt, galvanisch getrennt. Der Übertrager muß selbstverständlich eine ausreichende Spannungsfestigkeit besitzen.

Von der Sekundärwicklung dieses Übertragers ausgehend wird das Signal über R 92 bis R 94 auf die Basis des Emittierfol-

gers T 24 geführt. In Verbindung mit C 25 und C 26 ist diese Teilschaltung als Tiefpaßfilter zweiter Ordnung geschaltet.

Am Emittor von T 24 gelangt das so aufbereitete Signal auf das Einstellpoti R 95. R 90, R 91 und C 24 dienen zur Festlegung des Gleichspannungspunktes der Vorstufen. Mit D 42, 43 wird eine Begrenzung bei zu großen Eingangsspannungen vorgenommen.

Über C 27 und R 96 gelangt das NF-Signal auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des OP 1. Durch das Widerstandsverhältnis R 96/R 97 wird das Signal um 40 dB (100fach) verstärkt.

In Verbindung mit D 44, R 98, R 99 und C 28 erfolgt eine Spitzenwertgleichrichtung mit einer Anstiegszeitkonstanten von ca. 100 msec und einer Abfallzeitkonstanten von ca. 1 Sekunde.

Die an C 28 anstehende Spannung gelangt auf die 3 invertierenden (-) Eingänge der als Komparatoren geschalteten OPs 2 bis 4. Die Widerstände R 104 bis R 109 dienen zur Erzeugung einer geringen Hysterese.

Mit dem Spannungsteiler R 100 bis R 103 werden 3 Referenzspannungen erzeugt, die die Schaltschwellen der 3 Komparatoren in bezug auf die Höhe des gleichgerichteten NF-Ansteuersignals festlegen.

Die Ausgänge (Pin 7, 8, 14) der Komparatoren steuern eine mit dem IC 4 aufgebaute Logikschaltung bestehend aus 4 Gattern. Hier erfolgt eine Umsetzung der Lautstärkeinformation in ein 2-Bit-Wort, d. h. 4 lo-

relative Höhe des Eingangssignals (mit R 95 einstellbar)	Ausgänge	
	Pin 11/N 1	Pin 10/N 4
kein bzw. ein sehr geringes Eingangssignal	0 V	0 V
kleines Eingangssignal	0 V	5 V
mittleres Eingangssignal	5 V	0 V
großes Eingangssignal	5 V	5 V

gische Zustände sind möglich. In Tabelle I ist die Zuordnung der Ausgänge (Pin 11) von N 1 bzw. Pin 10 von N 4) dargestellt. Diese Informationen werden direkt auf Pin 1 bzw. Pin 39 des IC 1 gegeben und werden dort entsprechend der auf der Frontplatte eingestellten Betriebszustände weiterverarbeitet.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung bereits beendet, und wir wenden uns dem Nachbau zu.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente mit Ausnahme der 8-Euro-Einbaubuchsen und des Netzschalters (nur beim DLP 1002 und 2000) sind auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten untergebracht. Dies trägt wesentlich zum übersichtlichen und einfachen Nachbau bei. Auch hier wollen wir uns mit der Beschreibung am Spitzengerät, dem DLP 2000, orientieren, während bei den anderen Geräten einige Bauelemente ersatzlos entfallen.

Für jeden der 3 Gerätetypen sind 2 speziell darauf abgestimmte Bestückungspläne abgebildet.

Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente entsprechend der beiden Bestückungspläne auf die Platinen gesetzt und verlötet. Begonnen wird zweckmäßigerweise mit dem Einsetzen der Brücken, wobei unter dem IC 1 beim DLP 1002 und DLP 2000 3 Brücken zu setzen sind.

Über einige Leiterbahnabschnitte, die bereits breiter ausgeführt wurden, fließen Leistungsströme bis zu 10 A. Damit die Leiterbahnseiten in vertretbaren Grenzen gehalten werden konnten, ist es erforderlich, in diesen Bereichen eine zusätzliche Verstärkung vorzunehmen.

Diejenigen Leiterbahnabschnitte, die in den Bestückungsplänen durch eine breite gestrichelte Linie gekennzeichnet sind, müssen mit Hilfe eines Silberschalt drahtes entlang des Leiterbahnverlaufes verstärkt werden. Dieser Silberschalt draht wird mit reichlich Lötzinn auf der Leiterbahnseite aufgebracht. Zu beachten ist hierbei, daß die Löt kolbenleistung zwar ausreichend ist, jedoch keine unnötige Überhitzung der Leiterbahnen erfolgt, damit sich diese beim Löt vorgang nicht ablösen.

Die vorstehend beschriebene Querschnittverstärkung der leistungsführenden Leitungen ist wichtig, da sonst bei voller Belastung unverstärkte Leiterbahnen im Leistungsbereich abschmelzen können.

Nachdem die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert wurde,

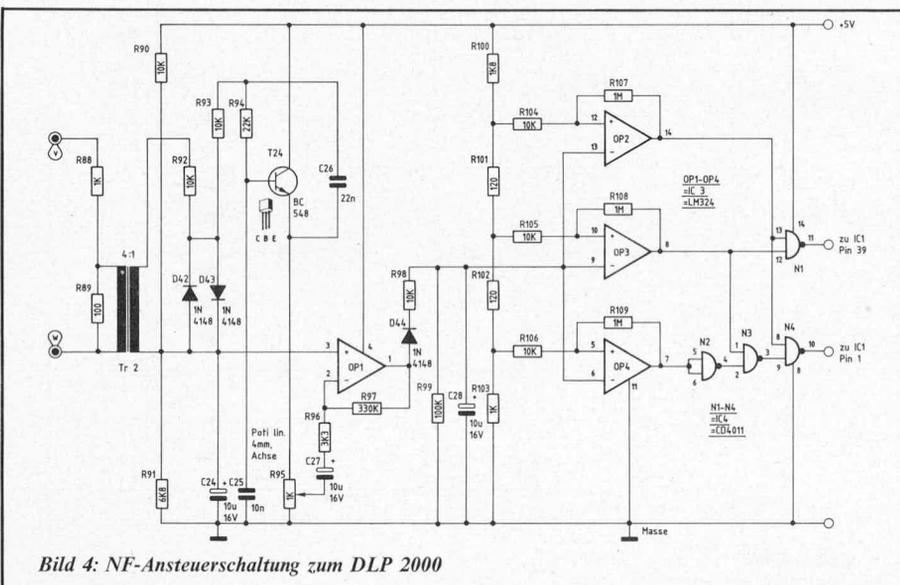


Bild 4: NF-Ansteuerschaltung zum DLP 2000

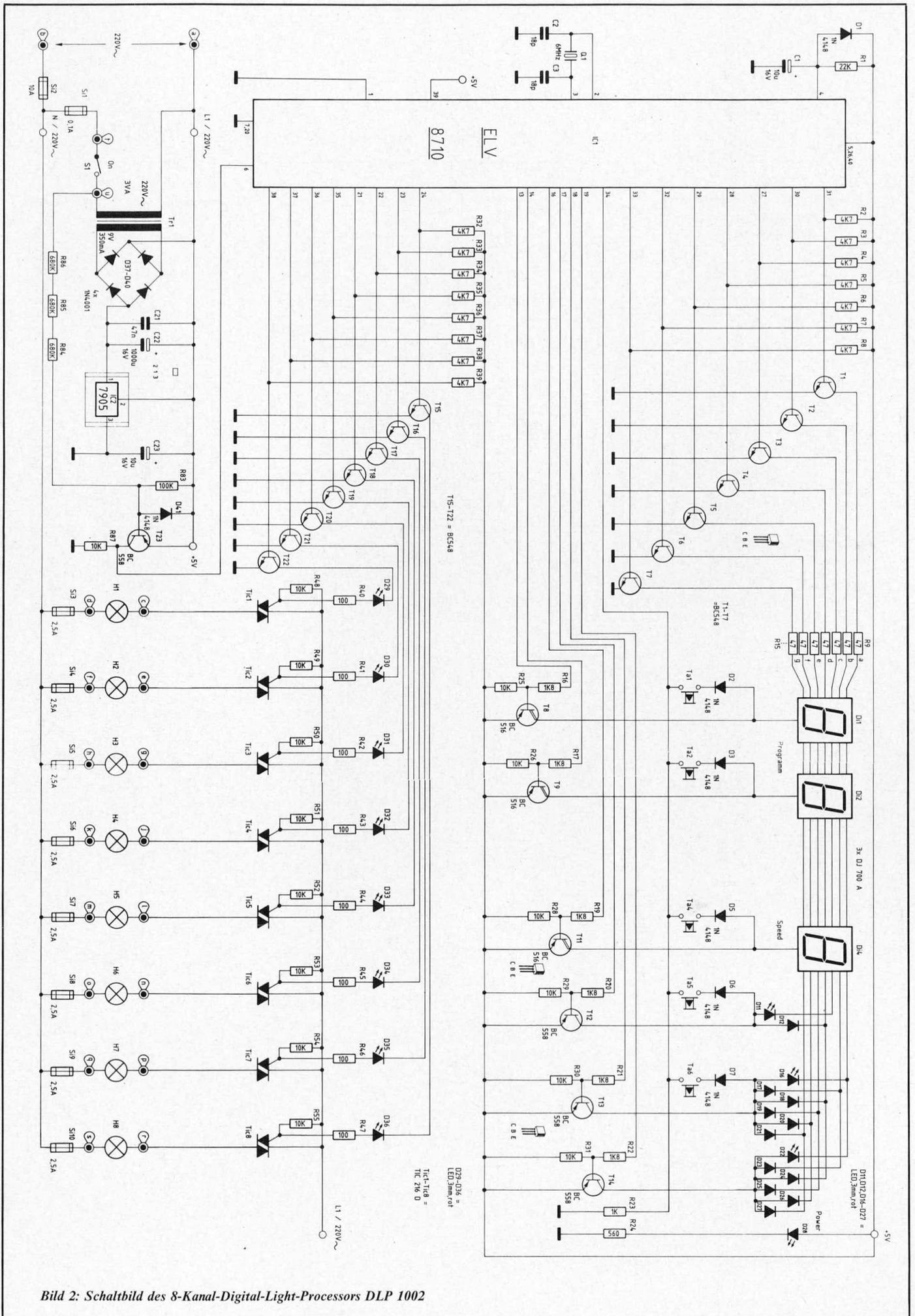


Bild 2: Schaltbild des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1002

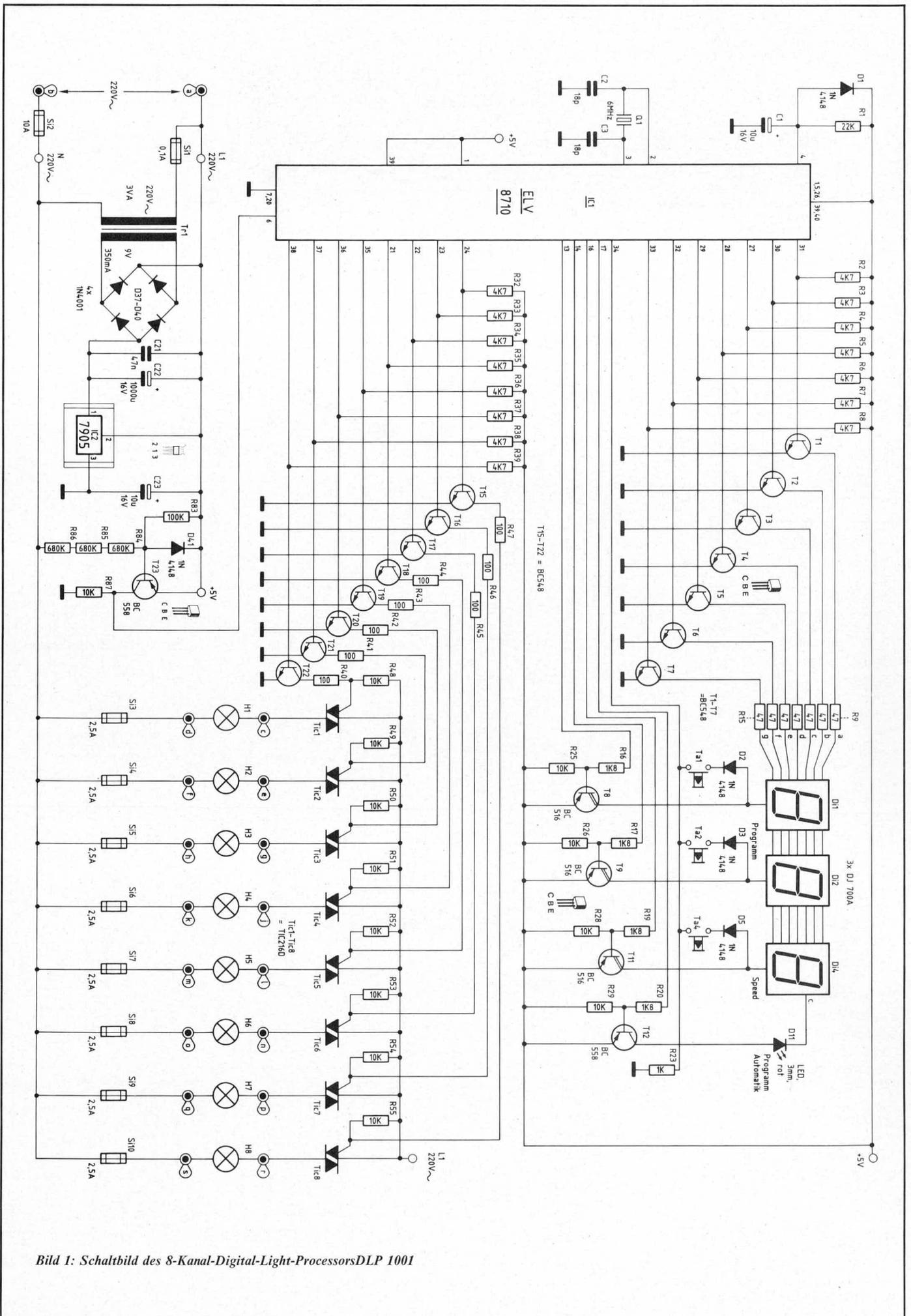
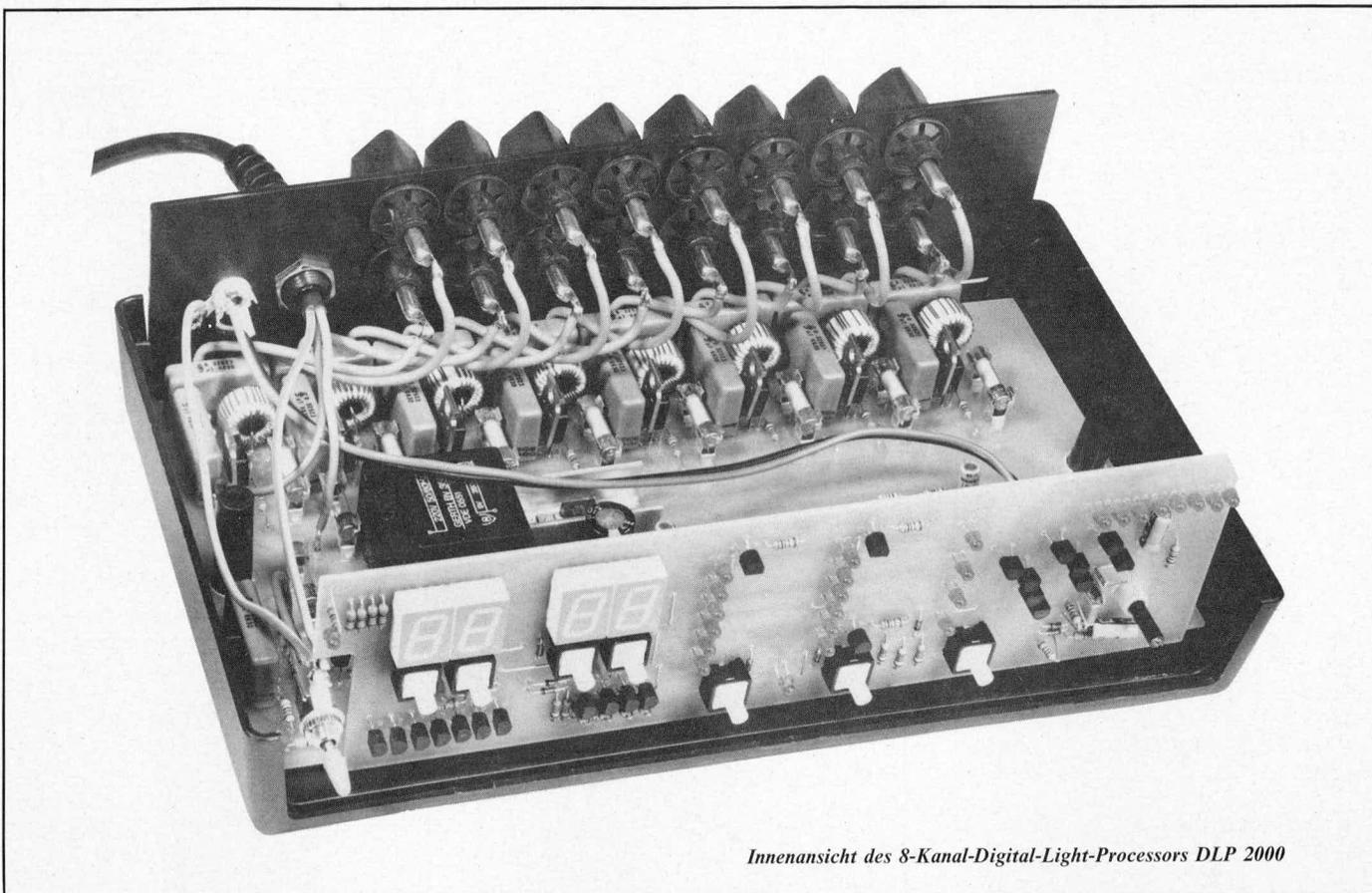


Bild 1: Schaltbild des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1001



Innenansicht des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 2000

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.

Anschließend kann der fertige Baustein in die Unterhalbschale des Kunststoffgehäuses gesetzt werden, wobei gleichzeitig die zuvor angesetzte Frontplatte in die entsprechende Gehäusenut der Unterhalbschale geführt wird.

Die 3adrige Netzzuleitung wird durch die in die Gehäuserückwand eingeschraubte Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung und Knickschutzülle geführt und an die Platinenanschlußpunkte „a“ und „b“ gelötet. Anschließend wird die Zugentlastung festgeschraubt, damit die Netzzuleitung nicht mehr aus dem Gehäuse herausgezogen werden kann.

Der Schutzleiter wird an alle von außen berührbaren metallisch leitenden Teile angeschlossen. Beim DLP 2000 ist dies die NF-Eingangsbuchse und der Kippshalter (auch beim DLP 1002), während beim DLP 1001 eine 2adrige Netzzuleitung ausreicht. Zu beachten ist jedoch, daß auch diese Netzzuleitung für einen Strom von 10/16 A ausgelegt sein muß, d. h. die Verwendung eines Euro-Steckers, dessen Belastbarkeit üblicherweise nur bei 2,5 A liegt, ist nicht möglich.

Beim DLP 1002 und DLP 2000 wird der Netzschalter über eine kurze flexible isolierte 2adrige Leitung mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm² an die Platinenanschlußpunkte „t“ und „u“ angeschlossen. Dieser Schalter dient lediglich

zur Unterbrechung der Versorgung für die Ansterelektronik und stellt keinen Hauptschalter dar. Ist die Elektronik stromlos, erfolgt automatisch keine Ansteuerung der 8 Ausgänge, so daß diese ebenfalls deaktiviert sind. Trotzdem können die Ausgänge Spannung führen, da die Abschaltung durch die Triacs nur einpolig erfolgt, d. h. der zweite Anschlußkontakt der Eurobuchsen bleibt mit der Netzspannung verbunden.

Die 8 Euro-Einbaubuchsen werden von der Gehäuserückseite durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt. Von der Gehäuseinnenseite werden jetzt auf jeden der beiden Anschlüsse der Euro-Buchsen ein Befestigungsring aufgesetzt und fest bis an die Gehäuserückwand herangepreßt, und zwar so weit, daß die Euro-Einbaubuchsen unverrückbar fixiert sind.

Der untere Anschluß jeder der 8 Euro-Buchsen wird jetzt mit dem zur zugehörigen Sicherung hinweisenden Platinenanschlußpunkt verbunden. Es sind die die Punkte „d, f, h, k, m, o, q, s“.

Die oberen Anschlüsse der Euro-Buchsen werden von links nach rechts mit den Platinenanschlußpunkten „c, e, g, j, l, n, p, r“ verbunden, d. h. der obere Anschluß der linken Euro-Einbaubuchse (von der Gehäuseinnenseite aus gesehen) wird mit dem Platinenanschlußpunkt „c“ verbunden, die danebenliegende mit dem Platinenanschlußpunkt „e“ bis hin zum rechten Euro-Einbaubuchse, deren oberer Anschluß an den Platinenanschlußpunkt „r“ gelegt wird.

Für sämtliche Verbindungen werden flexible isolierte Zuleitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,75 mm² verwendet.

Abschließend wird auch die Rückplatte in die entsprechende Nut der Gehäuseunterhalbschale gesetzt, die Oberhalbschale darübergeführt und von der Gehäuseunterseite aus verschraubt.

Achtung!!!

Die Schaltung darf nur in Betrieb genommen werden, wenn sie sich in einem berührungssicheren isolierten Kunststoffgehäuse befindet.

Da die gesamte Schaltung lebensgefährliche 220 V-Netzwechselspannung führt, darf sie nur von Profis aufgebaut und in Betrieb genommen werden, die aufgrund ihrer Ausbildung mit den einschlägigen Sicherheits- und VDE-Bestimmungen vertraut sind.

Tabelle 2

Zuordnung zwischen Tastern, Leuchtdioden und deren Funktionen

D 9	Auto Speed + Intensity
D 10	Auto Intensity
D 11	Automatic Program
D 12	Automatic (Up / Down)
D 13	Automatic (Intensity / Speed)
D 14	Auto Speed
D 15	Invert
D 16	Ch 2 (Normal / Invert)
D 17	Ch 1 (Normal / Invert)
D 18	Ch 8 (Normal / Invert)
D 19	Ch 4 (Normal / Invert)
D 20	Invert
D 21	Normal
D 22	Ch 2 (Up / Down)
D 23	Ch 1 (Up / Down)
D 24	Ch 8 (Up / Down)
D 25	Ch 4 (Up / Down)
D 26	Down
D 27	Up

**Stückliste:
Digital-Light-Processor
DLP 2000**

Widerstände

33 Ω	.....	R 56-R 79
47 Ω	.....	R 9-R 15
68 Ω	.....	R 80-R 82
100 Ω	.....	R 40-R 47, R 89
120 Ω	.....	R 101, R 102
560 Ω	.....	R 24
1 kΩ	.....	R 23, R 88, R 103
1,8 kΩ	.....	R 16-R 22, R 100
3,3 kΩ	.....	R 96
4,7 kΩ	.....	R 2-R 8, R 32-R 39
6,8 kΩ	.....	R 91
10 kΩ	.....	R 25-R 31, R 48-R 55, R 87, R 90, R 92, R 93, R 98, R 104-R 106
22 kΩ	.....	R 1, R 94
100 kΩ	.....	R 83, R 99
330 kΩ	.....	R 97
680 kΩ	.....	R 84-R 86
1 kΩ, Poti, 4 mm Achse	....	R 95
1 MΩ	.....	R 107-R 109

Kondensatoren

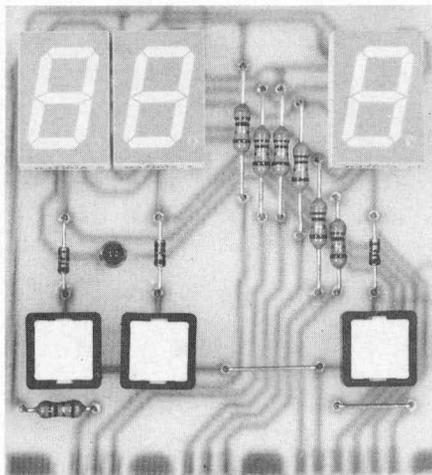
18 pF	.....	C 2, C 3
10 nF	.....	C 25
22 nF	.....	C 26
47 nF	.....	C 21
0,1 µF/250 V ~	.....	C 4-C 20
10 µF/16 V	.....	C 1, C 23, C 24, C 27, C 28
1000 µF/16 V	.....	C 22

Halbleiter

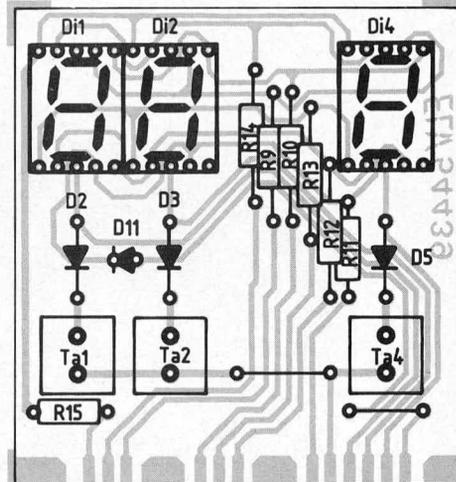
LM 324	.....	IC 3
CD 4011	.....	IC 4
7905	.....	IC 2
ELV 8710	.....	IC 1
BC 548	.....	T 1-T 7, T 15-T 22, T 24
BC 516	.....	T 8-T 11
BC 558	.....	T 12-T 14, T 23
TIC 216 D	.....	Tic 1-Tic 8
1N4001	.....	D 37-D 40
1N4148	.....	D 1-D 8, D 41-D 44
LED, 3 mm, rot	.....	D 9-D 36
DJ 700 A	.....	Di 1-Di 4

Sonstiges

220 V/3 VA	.....	Tr 1
9 V/350 mA	.....	Tr 2
NF-Übertrager 4:1	.....	Tr 2
6 MHz Quarz	.....	Q 1
Sicherung 0,1 A	.....	Si 1
Sicherung 2,5 A	.....	Si 3-Si 10
Sicherung 10 A	.....	Si 2
8 Spulen 45 µH	.....	L 1-L 8
Printtaster	.....	Ta 1-Ta 7
20 Lötstifte	.....
10 Platinensicherungshalter	.....
1 U-Kühlkörper SK 13	.....
1 Schraube M 3 x 6 mm	.....
1 Mutter M 3	.....
160 cm flexible Leitung, 0,75 mm ²	.....
10 cm Schaltdraht	.....



Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine des DLP 1001



Bestückungsseite der Anzeigenplatine des DLP 1001

**Stückliste:
Digital-Light-Processor
DLP 1002**

Widerstände

47 Ω	.....	R 9-R 15
100 Ω	.....	R 40-R 47
560 Ω	.....	R 24
1 kΩ	.....	R 23
1,8 kΩ	.....	R 16, R 17, R 19-R 22
4,7 kΩ	.....	R 2-R 8, R 32-R 39
10 kΩ	.....	R 25, R 26, R 28-R 31, R 48-R 55, R 87
22 kΩ	.....	R 1
100 kΩ	.....	R 83
680 kΩ	.....	R 84-R 86

Kondensatoren

18 pF	.....	C 2, C 3
47 nF	.....	C 21
10 µF/16 V	.....	C 1, C 23
1000 µF/16 V	.....	C 22

Halbleiter

7905	.....	IC 2
ELV 8710	.....	IC 1
BC 516	.....	T 8, T 9, T 11
BC 548	.....	T 1-T 7, T 15-T 22
BC 558	.....	T 12-T 14, T 23
Tic 216 D	.....	Tic 1-Tic 8
1N4001	.....	D 37-D 40
1N4148	.....	D 1-D 3, D 5-D 7, D 41
LED, 3 mm, rot	.....	D 11, D 12, D 16-D 36
DJ 700 A	.....	Di 1, Di 2, Di 4

Sonstiges

220 V/3 VA	.....	Tr 1
9 V/350 mA	.....	Tr 2
6 MHz Quarz	.....	Q 1
Sicherung 0,1 A	.....	Si 1
Sicherung 2,5 A	.....	Si 3-Si 10
Sicherung 10 A	.....	Si 2
Printtaster	.....	Ta 1, Ta 2, Ta 4-Ta 6
20 Lötstifte	.....
10 Platinensicherungshalter	.....
1 U-Kühlkörper SK 13	.....
1 Schraube M 3 x 6 mm	.....
1 Mutter M 3	.....
160 cm flexible Leitung 0,75 mm ²	.....
10 cm Schaltdraht	.....

**Stückliste:
Digital-Light-Processor
DLP 1001**

Widerstände

47 Ω	.....	R 9-R 15
100 Ω	.....	R 40-R 47
1 kΩ	.....	R 23
1,8 kΩ	.....	R 16, R 17, R 19, R 20
4,7 kΩ	.....	R 2-R 8, R 32-R 39
10 kΩ	.....	R 25, R 26, R 28, R 29, R 48-R 55, R 87
22 kΩ	.....	R 1
100 kΩ	.....	R 83
680 kΩ	.....	R 84-R 86

Kondensatoren

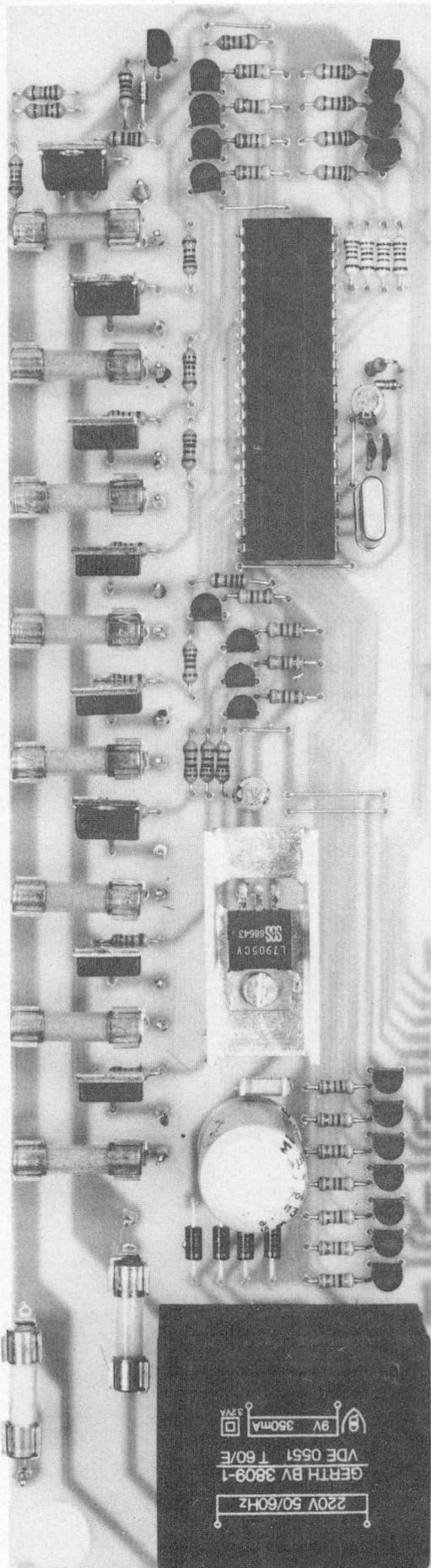
18 pF	.....	C 2, C 3
47 nF	.....	C 21
10 µF/16 V	.....	C 1, C 23
1000 µF/16 V	.....	C 22

Halbleiter

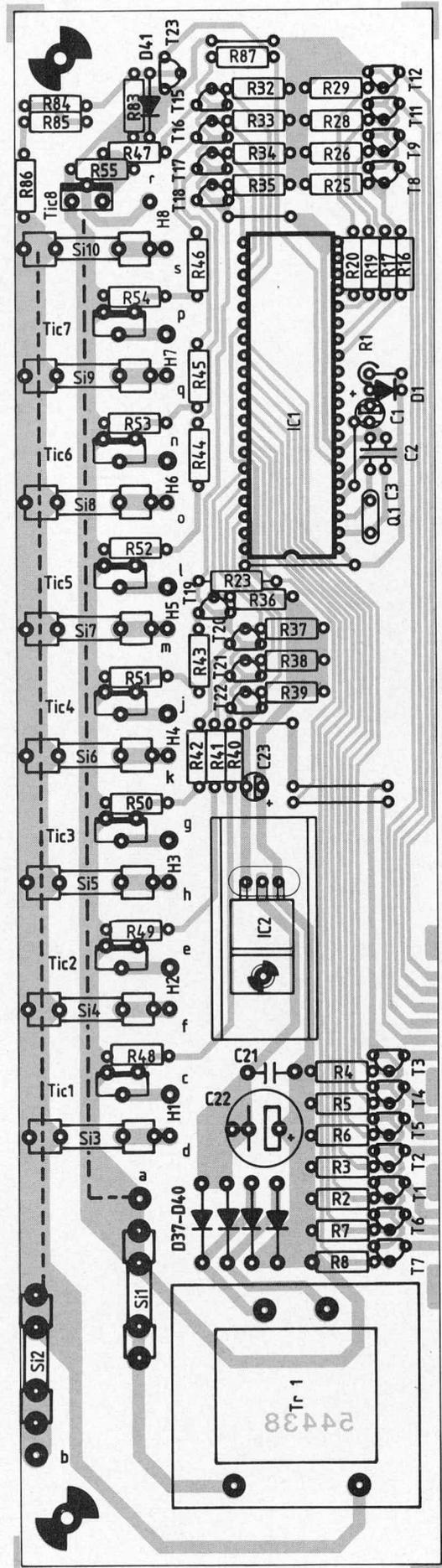
7905	.....	IC 2
ELV 8710	.....	IC 1
BC 516	.....	T 8, T 9, T 11
BC 548	.....	T 1-T 7, T 15-T 22
BC 558	.....	T 12, T 23
TIC 216 D	.....	Tic 1-Tic 8
1N4001	.....	D 37-D 40
1N4148	.....	D 1-D 3, D 5, D 41
LED, 3 mm, rot	.....	D 11
DJ 700 A	.....	Di 1, Di 2, Di 4

Sonstiges

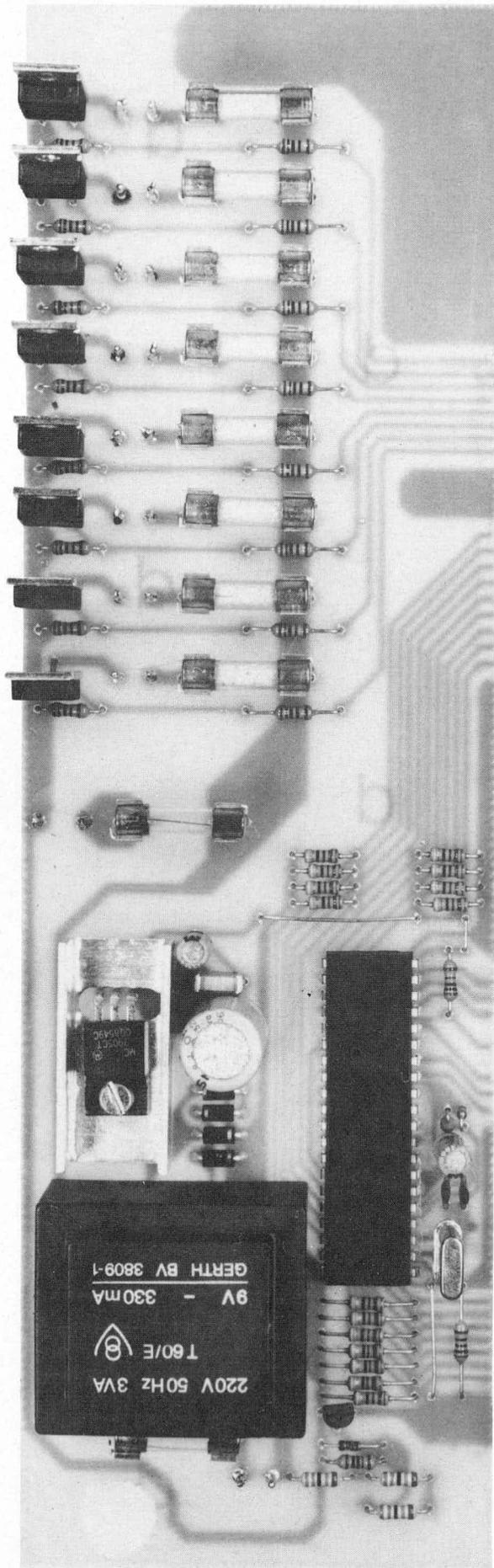
220 V/3 VA	.....	Tr 1
9 V/350 mA	.....	Tr 2
6 MHz Quarz	.....	Q 1
Sicherung 0,1 A	.....	Si 1
Sicherung 2,5 A	.....	Si 3-Si 10
Sicherung 10 A	.....	Si 2
Printtaster	.....	Ta 1, Ta 2, Ta 4
18 Lötstifte	.....
10 Platinensicherungshalter	.....
1 U-Kühlkörper SK 13	.....
1 Schraube M 3 x 6 mm	.....
1 Mutter M 3	.....
160 cm flexible Leitung 0,75 mm ²	.....
10 cm Schaltdraht	.....



Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatte des DLP 1001

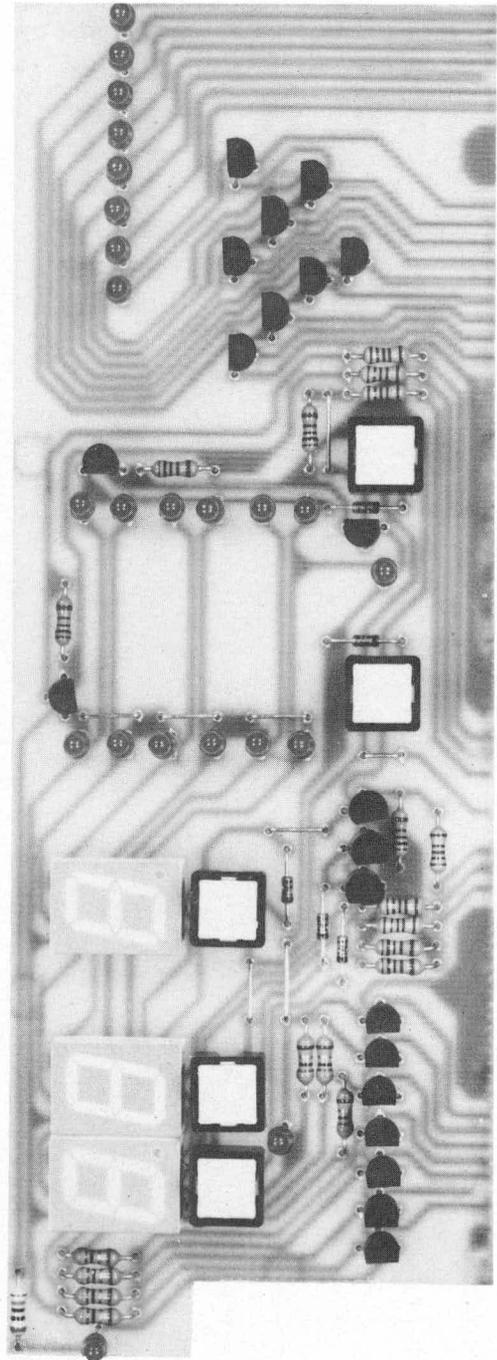


Bestückungsseite der Basisplatte des DLP 1001

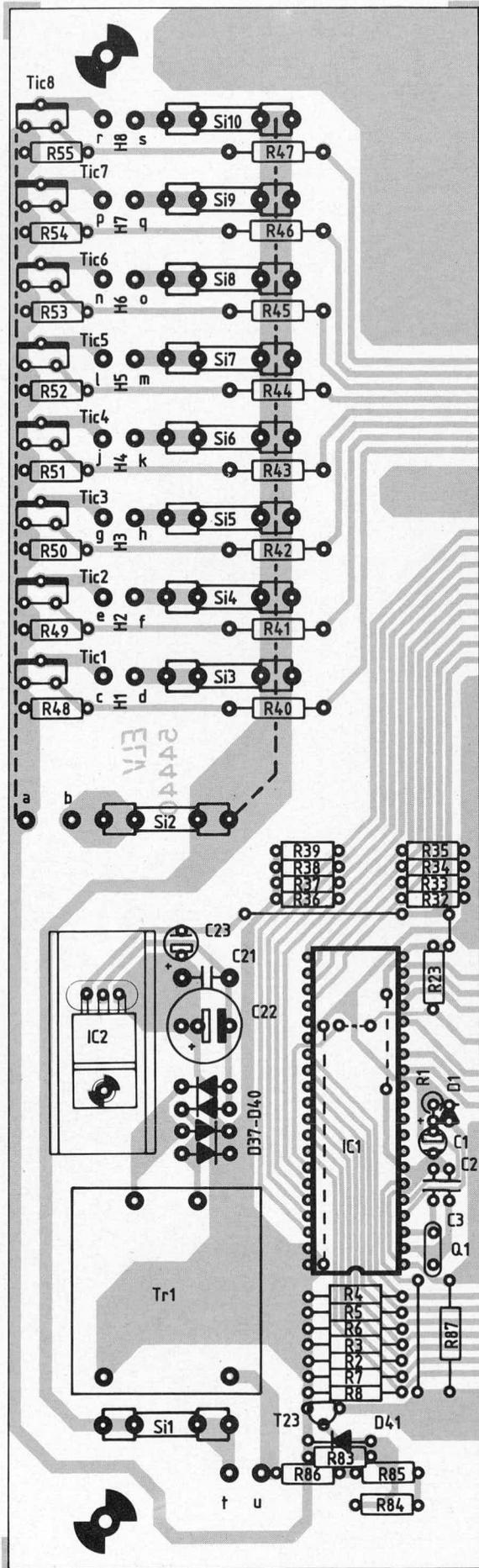


Links: Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatine des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1002

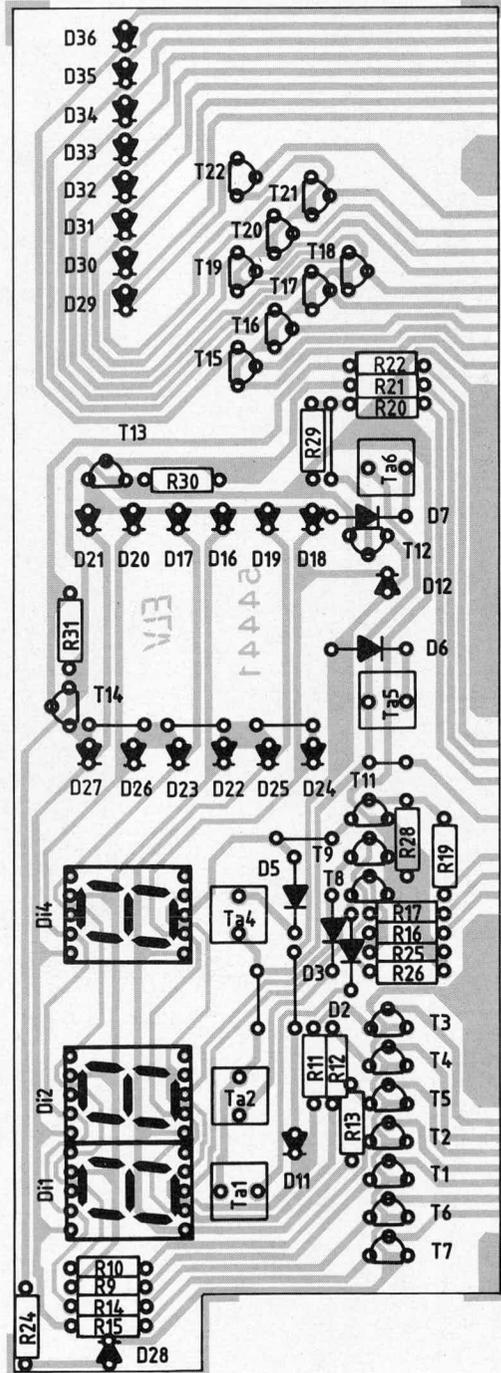
Unten: Ansicht der fertig aufgebauten Anzeigenplatine des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1002

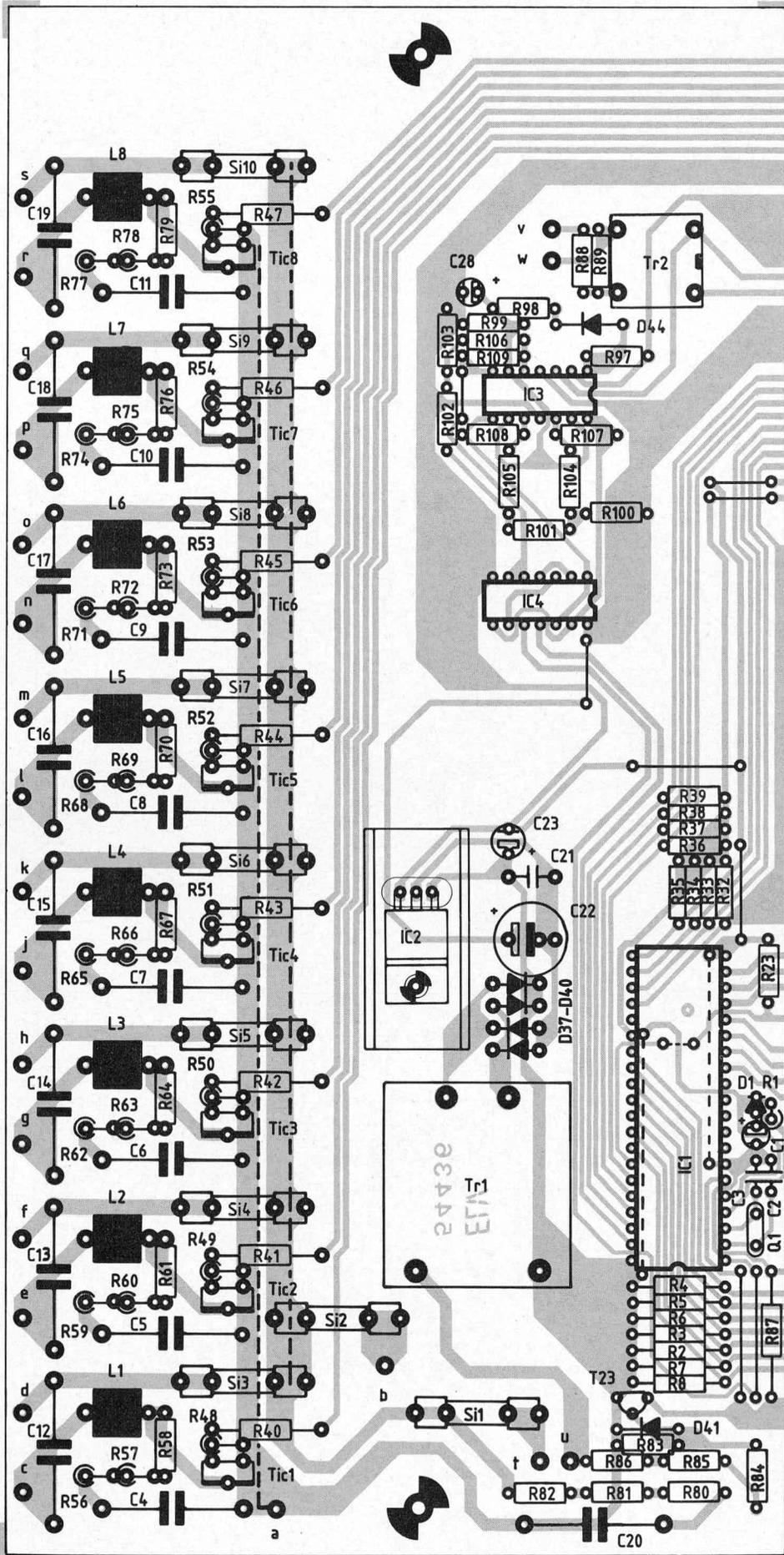


Links: Bestückungsseite der Basisplatte des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1002

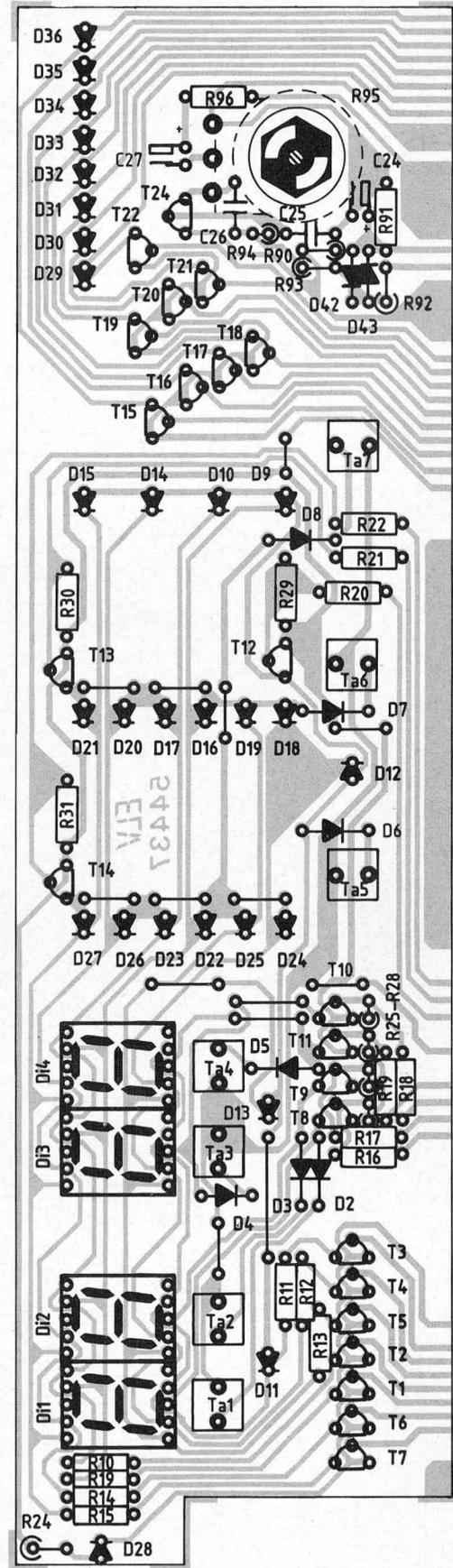


Unten: Bestückungsseite der Anzeigenplatte des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 1002





Bestückungsseite der Basisplatte des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 2000



Bestückungsseite der Anzeigenplatte des 8-Kanal-Digital-Light-Processors DLP 2000

Die Ansichten (Fotos) der fertig bestückten Platine des DLP 2000 finden Sie auf der Seite 64 in dieser Ausgabe.