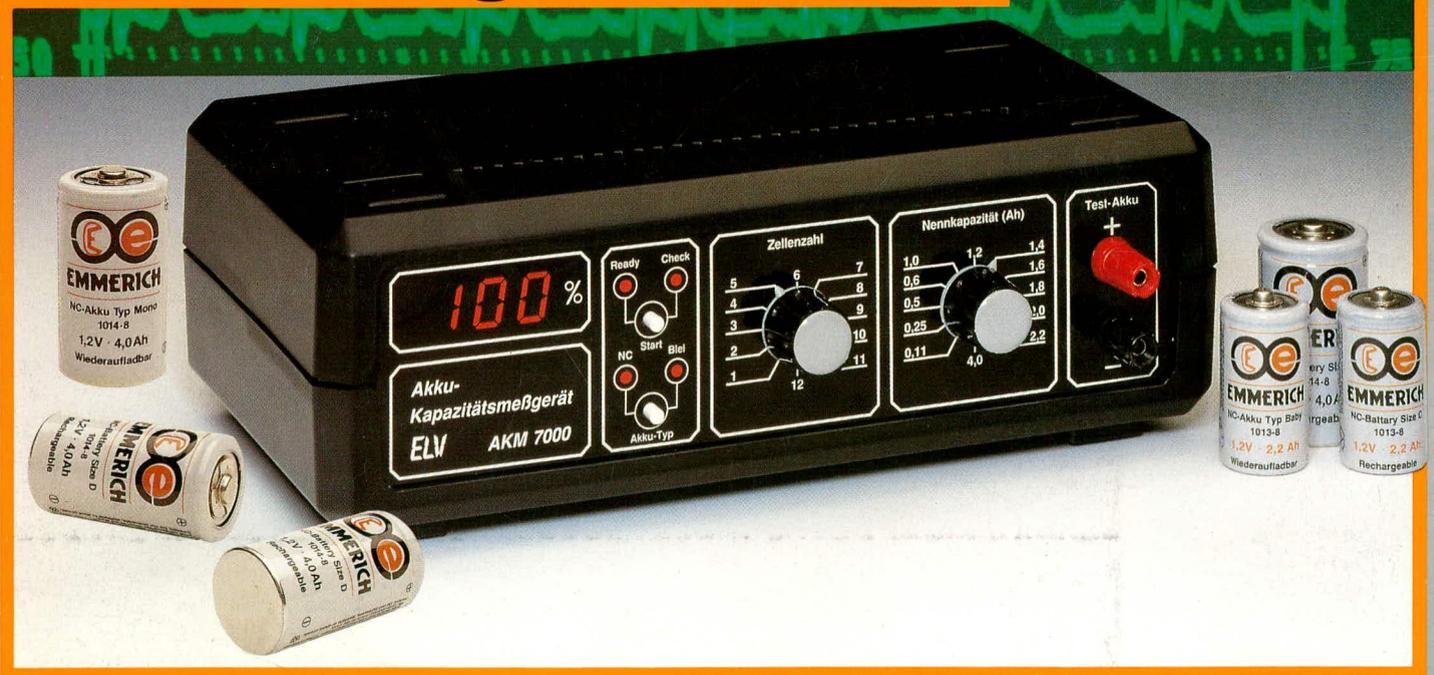


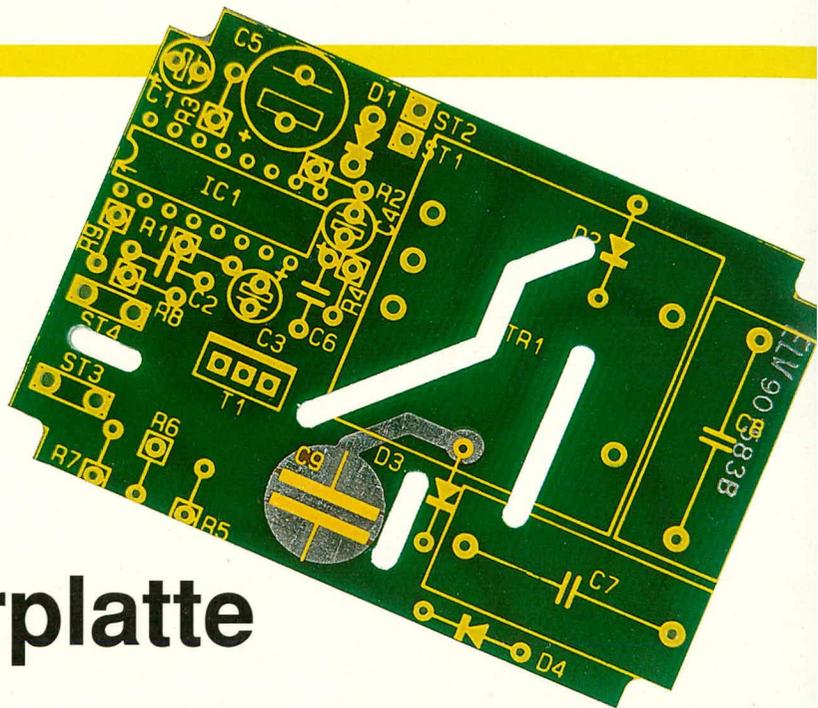
AKM 7000

Der Energie-Tester



- Akku-Kapazitäts-Meßgerät
- Videotext auf PC
- Prozessor-Telefon-Zentrale
- PC-Karten-Tester
- Laser-Linear-Ablenkeinheit LA 90
- LED-Schmuck
- Mini-Signalverfolger
- Laser-Linear-Steuergerät
- HiFi-Stereo-Pegelregler
- HiFi-Mikrofon-Verstärker
- RGB-BAS-Konverter
- Prozessor-Frequenzzähler
- Light Letters
- Von der Vorlage zur Leiterplatte

Von der Vorlage zur fertigen Leiterplatte



Jeder Leser des „ELV journal“ kennt sie: Die Leiterplatten als Basis eines jeden elektronischen Gerätes. Die meisten Elektroniker werden sich schon die eine oder andere Platine selbst geätzt haben. Komfortabler ist es, besonders auch bei doppelseitigen, durchkontaktierten Platinen, diese direkt zu beziehen. Woher aber kommen die ELV-Leiterplatten? Der regelmäßige ELV-Leser wird es vielleicht schon wissen: In einer industriellen Serienproduktion werden sämtliche Leiterplatten von ELV selbst hergestellt. Wie das funktioniert und welche Ausstattung dafür bereitsteht, erfahren Sie im folgenden Bericht.

Allgemeines

Die Leiterplatte entstand vor ca. 40 Jahren aus der Forderung der Technik nach kleineren Geräten mit hohem elektronischen Leistungsvermögen, die vor allem günstig in Serie zu produzieren sein sollten. Die ersten Schaltungen, bei denen Bauteile nicht über Drähte miteinander verbunden waren, sondern die elektrischen Verbindungen durch Ätzen von Kupferfolien auf einem Basismaterial entstanden, waren einseitige Leiterplatten. Die voranschreitende Halbleitertechnik und die damit verknüpfte Miniaturisierung führten schon sehr schnell zu Leiterplatten mit höherer Lagenzahl. Es entstanden zunächst die doppelseitigen (2lagigen), durchkontaktierten (durchmetallisierten) Leiterplatten und etwas später auch Mehrlagenschaltungen, die sogenannten Multilayer, mit mehr als 2 bis heutzutage über 40 Lagen.

Für die ELV-Geräte werden bevorzugt einseitige Leiterplatten eingesetzt, da diese in Verbindung mit der ELV-Platinenfolie leicht vom Elektroniker selbst hergestellt werden können. Ein wesentlicher Teil der

ELV-Leiterplattenfertigung ist daher auf die Herstellung dieser Platinen zugeschnitten. Darüber hinaus werden doppelseitige, durchkontaktierte Platinen unter anderem auch für die SMD-Technik produziert sowie weitere Spezialtechniken angewandt: Die ELV-Leiterplattenfertigung ist sehr flexibel.

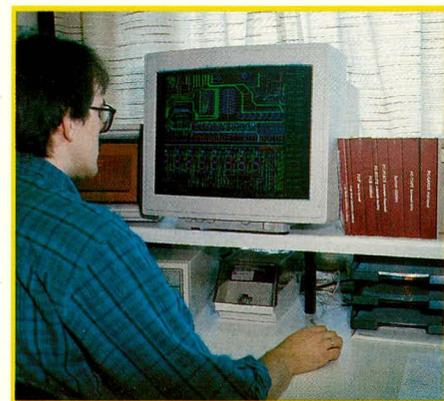
Das Basismaterial

Hierbei handelt es sich um Kombinationsmaterialien, die aus einem Isolierstoff und einer Metallfolie - vornehmlich Kupferfolie - bestehen. Für das Herstellen von Leiterplatten haben sich im wesentlichen Trägermaterialien aus verschiedenartigen Papieren und Glasseidengeweben, laminiert mit Phenol- und Epoxidharzen, durchgesetzt. Die wichtigsten sind das Phenolharz-Hartpapier (PF-CP), Epoxidharz-Hartpapier (EP-CP) und Epoxidharz-Glashartgewebe (EP-GC). Letztgenanntes Basismaterial ist auch unter der Bezeichnung FR 3 und in schwer entflammbarer Ausführung als FR 4 bekannt. Dieses Top-Material besitzt neben hoher mechanischer Festigkeit und guter Dimensionsstabilität

auch niedrige elektrische Verluste und hohe Konstanz der Werte selbst bei ungünstigen Einsatzbedingungen. Für ELV-Geräte wird daher ausschließlich FR 4 eingesetzt.

Die Vorlage

Am Ende einer Geräteentwicklung steht der Serien-Prototyp. Hieran hat die Leiterplatte, besonders im Hinblick auf eine Serien-Reproduzierbarkeit einen ganz wesentlichen Anteil. Für die Produktion der Leiterplatten selbst wird eine sogenannte kopierbare Filmvorlage benötigt. Ihre Qualität beeinflusst wesentlich das Fertigungsergebnis. Aufgrund immer höherer Komplexität der Schaltungen werden verstärkt CAD-Anlagen für die Vorlagenerstellung eingesetzt. Die Leiterplattenentwürfe werden dabei mit Hilfe von Digitalisierungssystemen in Daten umgesetzt und im Rechner verarbeitet. Danach erfolgt eine automatische Übertragung auf Datenträger. Mit Hilfe dieser CAD-Daten können Plotter, Bohr-



CAD-Anlage zur Schaltungsentflechtung und Vorlagenerstellung

maschinen, Prüfautomaten, Bestückungs-einrichtungen usw. angesteuert werden.

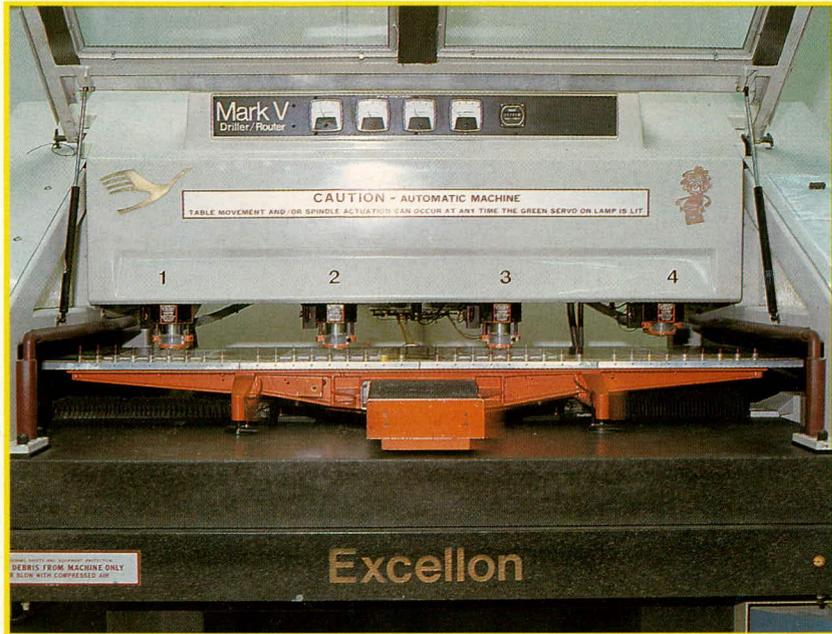
Bei ELV sind hierfür 4 komplette CAD-Anlagen mit professioneller, hochwertiger Software installiert, so daß eine problem-spezifische Unterstützung von Anfang an möglich ist. Die Vorteile dieser Anlagen sind vielfältig: Es kann in 100 definierbaren Lagen gearbeitet werden, wobei jede von den 300 möglichen Schaltbildseiten 1.300 Bauteile, 2.500 Potential-Netze und 32.000 Pins unterstützt. Eine Bauteilebibliothek mit über 6.000 Bauteilen, Symbolen nach DIN und ANSI, Standard- und SMD-Bauteilen ist ebenso installiert wie eine automatische Optimierung der Bauteileanordnung (Plazierung) durch Pin-, Gatter- und Bauteiletausch. Alle Möglichkeiten dieser CAD-Anlage aufzuzählen, ist hierbei nicht möglich; die Vielfalt eines derartigen Systems wird aber wohl schon anhand dieser kurzen Aufzählung deutlich.

Die auf diese Weise erstellten und vom Plotter ausgedruckten Layouts werden mit Hilfe einer 2-Raum-Horizontal-Kamera belichtet und anschließend in der Repro (Reproduktions-Abteilung) zu einem Nutzenfilm zusammengesetzt. Unter einem Nutzen versteht man die Zusammenfassung mehrerer, zumeist gleicher Leiterplatten zu einem Nutzformat, das eine rationelle Herstellung ermöglicht. Des weiteren werden Filme für den Kennzeichendruck der Leiterplatten und das Aufbringen des Lötstoplackes benötigt. Diese Filme werden durch UV-Belichtung auf die Siebdruckvorlage übertragen, die eine fotosensible Schicht trägt. In einer automatisierten, industriellen Serienfertigung werden die Leiterplatten zuvor jedoch gebohrt.

Das Bohren

Ein ebenso wichtiger wie auch zeit- und kostenintensiver Abschnitt in der Fertigungskette der Leiterplatten stellt das Bohren dar. Von Prototypen und Kleinstserien einmal abgesehen, kommt dem Bohren von Hand nur noch geringe Bedeutung zu, da hiermit weder eine hohe Genauigkeit noch ein nennenswerter Durchsatz (größere Mengen) möglich ist. Mit NC-gesteuerten Ein-Spindel-Bohrmaschinen hingegen kann man eine konstante Wiederholgenauigkeit erreichen, wobei die Produktionsrate noch vergleichsweise gering ist. Am besten sind CNC-gesteuerte Mehrspindel-Bohrvollautomaten geeignet, deren Durchschnittshubzahl bei 100/min. liegt.

Nachdem die Vorlage erstellt ist und somit durch die CAD-Anlage das Bohrprogramm festgelegt wurde, erfolgt bei ELV die Datenübertragung zu den Bohrvollautomaten. Damit auch unabhängig von der CAD-Anlage Bohrprogramme anhand von Filmen erstellt werden können, steht zusätz-



Moderne Excellon-Bohrvollautomaten sind bei ELV im Einsatz

lich ein optisch/elektronischer Programmierplatz zur Verfügung, mit dem die Bohrdaten von einer Leiterplatten-Filmvorlage auf Datenträger eingelesen werden. Der Preis eines einzigen 4-Spindel-Bohrvollautomaten der Firma Excellon, wie er bei ELV eingesetzt wird, beträgt zusammen mit der zugehörigen Erfassungsstation rund eine halbe Millionen DM. Entsprechende CNC-gesteuerte Maschinen bieten allerdings auch einige gravierende Vorteile:

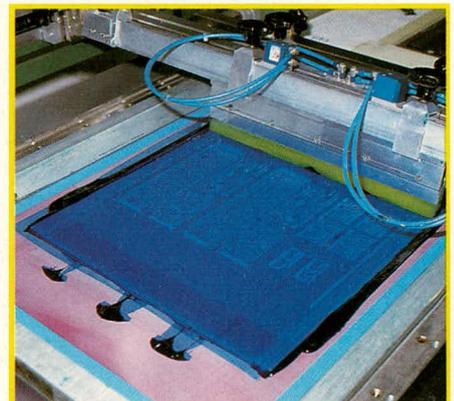
- Es werden gleichzeitig 3 übereinanderliegende Leiterplattennutzen mit 4 Spindeln, d. h. auf 4 Plätzen gebohrt, entsprechend 12 Nutzen pro Bohrdurchgang.
- Durch vollautomatischen Bohrerwechsel entstehen keine Zeitverluste und Bedienungsfehler sind ausgeschlossen.
- Durch die Übernahme des Bohrprogramms teilweise von der CAD-Anlage oder einer separaten Erfassungsstation wird höchste Deckungsgleichheit zwischen Leiterbahnbild und Position der Bohrlöcher garantiert. Die Positioniergenauigkeit liegt bei ca. 20 µm (!).
- Durch eine maximale Bohr-Hubzahl von 300/min. ergibt sich eine Bohrleistung bei 3lagigem Bohren mit 4 Spindeln von über 200.000 Einzelbohrungen pro Stunde. Diese extreme Leistung wird in der Praxis allerdings normalerweise nicht ganz erreicht, da größere Bohrungen etwas länger dauern sowie die Zeiten für den Bohrerwechsel und auch für das Beschicken der Maschinen zu berücksichtigen sind. Dennoch ist es immer wieder imposant, entsprechende Vollautomaten in Aktion zu sehen.

Nachdem der Bohrvorgang abgeschlossen wurde, durchlaufen die Leiterplatten eine spezielle Bürststraße, die den Bohr-

grat, wenn er auch nur sehr gering ist, entfernt.

Der Siebdruck

Das Prinzip des Siebdruckes beruht darauf, daß durch ein sehr feines und gleichmäßig gewobenes Gewebe Farbe mit einem Rakel auf das zu bedruckende Material gepreßt wird. Wie schon erläutert, wird das Sieb vor dem Druck auf fototechnischem Wege mit dem Druckbild, der Schablone, versehen. Dabei werden alle nicht druckenden Teile farbundurchlässig gemacht, während die druckenden Bereiche offene Gewebeflächen darstellen. Im Gegensatz zu anderen Druckverfahren können im Siebdruck Farben (oder auch Ätzresiste) verwendet werden, die aufgrund ihres chemischen Aufbaus (z. B. Epoxid-Harze) selbst hohen technischen Anforderungen gerecht werden. In der Leiterplattenherstellung dient der Siebdruck u. a.



Präzisions-Leiterplatten-Siebdruck

dazu, das Leiterbahnbild auf die Leiterplatte aufzubringen. Es ist das gebräuchlichste und auch kostengünstigste Verfahren.

Im ersten Schritt wird ein Ätzresist aufgetragen, der dazu dient, die späteren Leiterbahnzüge vor dem Ätzmittel zu schützen. Hierzu im nächsten Abschnitt noch näheres.

Nach dem Ätzvorgang wird die Leiterplatte noch dreimal im Siebdruckverfahren bedruckt: Im ersten Durchgang wird der Lötstoplack aufgebracht und eingebrannt, der dafür sorgt, daß sich beim Lötvorgang an den abgedeckten Stellen kein Lötzinn absetzt. Danach wird bei ELV ein zweiter Druck aufgebracht, der die Leiterbahnen auf der Bestückungsseite genau darstellt, so daß bei Untersuchungen an der Schaltung deren Verlauf leicht zu verfolgen ist (ein nicht in jeder Leiterplattenherstellung üblicher Vorgang). Im letzten Druckvorgang erfolgt der Kennzeichen- oder auch Positionsdruck auf der Platine. Vor diesen 3 letztgenannten Druckvorgängen wird jedoch die Leiterplatte zunächst durch die Ätzanlage geschickt, wodurch die Leiterbahnen entstehen.

Der Ätzvorgang

Nach dem Aufbringen des Ätzresistes schließt sich der Ätzvorgang an. Alle Flächen der kupferbeschichteten Platte, die nicht mit dem Ätzresist abgedeckt sind, werden weggeätzt. Dies geschieht in einer speziellen Ätzanlage, die gleichzeitig für die Spülung und Trocknung der geätzten Leiterplatte sorgt. Hierzu besitzt ELV eine über 10 m lange vollautomatische Ätzstraße, bei der selbst die Leiterplattenzuführung automatisch erfolgt.

Zunächst durchlaufen die Leiterplatten das sogenannte Ätzmodul, das alle nicht abgedeckten Kupferflächen wegätzt. Danach folgt ein Spülmodul zur Entfernung von Ätzmittelrückständen. Es schließt sich ein Sichtmodul an zur optischen Kontrolle des ausgeführten Ätzvorgangs und ein sogenanntes Stripmodul, das für die Entfernung des Ätzresistes sorgt. Den Abschluß

bildet ein Reinigungs-Spülmodul sowie eine Trockenstation. Am Ende dieser Bearbeitungsserie steht dann eine sauber und konturenscharf geätzte sowie gereinigte Leiterplatte mit blanker Kupferoberfläche zur Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Hot-Air-Levelling

Beim Hot-Air-Levelling-Verfahren handelt es sich um eine sogenannte Heißluftverzinnung, die erst seit wenigen Jahren in der Leiterplattentechnik eingesetzt wird, sich aber aufgrund ihrer hohen Qualität schnell durchgesetzt hat. Zuvor wird im Siebdruckverfahren der 2-Komponenten-Lötstoplack aufgebracht und eingebrannt. Dieser Vorgang wurde im Abschnitt „Der Siebdruck“ bereits beschrieben. Es folgt die partielle Verzinnung. Bei dem modernen, auch von ELV angewandten Hot-Air-Levelling-Verfahren werden die ungeschützten Kupferpartien, d. h. alle nicht vom Lötstoplack abgedeckten Kupferflächen wie Bohrungen und Löt pads, mit einer Zinn-Blei-Legierung heiß beschichtet. Der Prozeß selbst beruht darauf, daß Leiterplatten (Nutzen) in flüssiges Lot (Zinn-Blei im Verhältnis 63 % Sn, 37 % Pb) bei einer Temperatur von 240°C eingetaucht und die Kupferflächen dabei vollständig mit Zinn-Blei überzogen werden. Nach dem Herausheben der Platten aus dem Lot wird überschüssiges Zinn-Blei, vor allem aus den Bohrungen, durch gezieltes starkes Anblasen mit sogenannten Heißluft-Messern entfernt, wobei gleichzeitig ein Nivellierungsprozeß eintritt.

Die Vorteile dieses Verfahrens liegen einerseits in der erheblichen Verkürzung der Lötzeiten, bedingt durch die sehr gute Lötbarkeit der heißluftverzinnnten Platinen, und damit andererseits in der Verringerung der Temperaturbelastung für Bauteile und Basismaterial, was zu einer gesteigerten Qualität führt.

Im Anschluß an die Heißluftverzinnung, die weitgehend automatisch abläuft, durchlaufen die Leiterplatten eine Wasch- und Trockenstraße, die Verunreinigungen und Flußmittelreste entfernt.



Hot-Air-Levelling

Das Fräsen

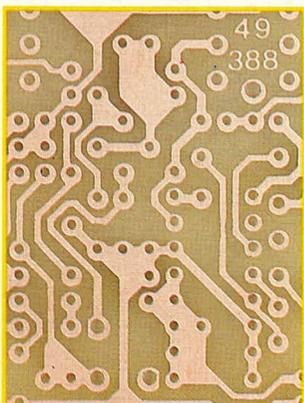
Die Leiterplatten sind zu diesem Zeitpunkt zwar im Prinzip fertiggestellt, aber noch zu den sogenannten Nutzen zusammengefaßt, d. h. sie müssen getrennt werden und somit ihre äußere Form erhalten. Damit auch hier eine optimale Genauigkeit erzielt wird, stehen dafür bei ELV CNC-gesteuerte Frässtationen zur Verfügung. So wird z. B. mit einem 3-Spindel-Fräsvollautomaten gearbeitet, der es ermöglicht, auch besondere Konturen wie Ausklinkungen, Radien usw. zu erstellen. Entsprechende Fräsmaschinen geben die Möglichkeit, ähnlich wie beim Bohrprogramm, nach den Angaben der CAD-Anlagen zu arbeiten. Die Vorteile liegen auf der Hand: Präzision, Rationalisierung und damit eine kostengünstige und zugleich qualitativ hochstehende Produktion. Die absolute Genauigkeit liegt auch hier im Bereich von 20 µm (!). Dazu gehören selbstverständlich auch ständige Kontrollen, auf die wir nachfolgend noch eingehen wollen.



Vollautomatisch werden die Leiterplatten gefräst

Qualitätskontrolle

Nach jedem Bearbeitungsschritt durchlaufen die Leiterplatten bei ELV Kontrollen. Es handelt sich dabei überwiegend um rein optische Überprüfungen. So werden nach dem Ätzvorgang die Platten auf ordnungsgemäße Freizätzung untersucht. Meß-

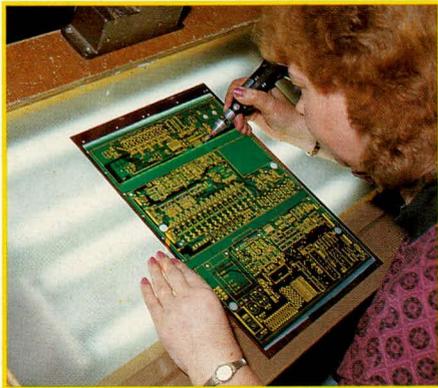


Leiterplatte nach dem Ätzvorgang



Die vollautomatische Ätzanlage für optimale Ergebnisse

technische Kontrollen finden nach dem Fräsen, also dem letzten Bearbeitungsschritt, statt. Hierbei wird auch die Funktionstüchtigkeit der Leiterplatte geprüft. Optische Kontrollen werden zusätzlich als Endkontrolle durchgeführt, wobei hier speziell geschulte Mitarbeiterinnen die Leiterplatten untersuchen.



Qualitätssicherung durch optische Kontrollen

Der Umweltschutz

Es liegt auf der Hand, daß bei den einzelnen Produktionsschritten auch Abfallprodukte entstehen. Als vergleichsweise harmlos ist hierbei der Bohr- und Frästaub der Leiterplatten anzusehen. Harmlos allerdings nur dann, wenn er, wie bei ELV, durch eine aufwendige zentrale Absaug- und Filteranlage bereits am Entstehungsort umfassend und zuverlässig abgesaugt wird.

Des weiteren entstehen kupferhaltige Abwässer in der Bürststraße zur Bohrgratentfernung. Diese Anlage arbeitet im Naßverfahren unter Zugabe von reichlich Spülwasser, das nach dem Bürstvorgang in die Kanalisation eingeleitet wird. Vor der Einleitung allerdings nimmt eine aufwendige Spezialzentrifuge eine Separierung des Kupferanteils vor. Dieser Reinigungsschritt allein würde ausreichen, um die Abwasserbestimmungen zu erfüllen. Bei ELV wird noch ein übriges getan. Der Zentrifuge nachgeschaltet ist eine Kerzenfiltereinheit, die auch den letzten Rest der Kupferanteile aus dem Abwasser entfernt, so daß wir nicht ohne einen gewissen Stolz berichten können: Das ELV-Abwasser hat nahezu Trinkwasserqualität.

Wir wollen diesen Bericht nicht abschließen, ohne vorher auf eine der gefährlichsten und giftigsten Chemikalien im Leiterplattenherstellungsprozeß eingegangen zu sein. Hierbei handelt es sich um das sehr aggressive Ätzmedium Kupferchlorid. Eine besonders innovative Konstruktion des Ätz-Spülmoduls in der bei ELV eingesetzten Ätzstraße ermöglicht es, verbrauchtes Ätzmittel aufzufangen. Der dem Ätzvorgang

nachgeschaltete Spülvorgang wird zunächst mit frischem Ätzmittel vorgenommen und anschließend mit Frischwasser, das von der letzten Spülstufe dieser Station in die Ätzkammer eingeleitet wird. Verbrauchtes Ätzmittel hingegen gelangt von der Ätzkammer in einen separaten Auffangbehälter. Hier erfolgt also keine Einleitung der giftigen Chemikalie.

Das aufgefangene, verbrauchte Ätzmedium ist stark mit Kupfer angereichert und somit für einen Recyclingvorgang geeignet, bei dem das Kupfer aus dem Ätzmittel wieder herausgeholt und weiter verwendet werden kann - alles in allem also eine besonders umweltfreundliche und rohstoffschonende Angelegenheit. Da der Recyclingvorgang bei ELV im Hause nicht selbst durchgeführt wird (wir sind Elektroniker und keine Chemiker), werden die in Spezialbehältern gesammelten Chemikalien regelmäßig von entsprechend autorisierten Transportunternehmen bei ELV abgeholt und anschließend weiterverarbeitet.

Soweit also unser kleiner Einblick in die ELV-Leiterplattenfertigung. Natürlich können wir hier nicht alle Techniken und Möglichkeiten detailliert erläutern. Die wesentlichen, wichtigsten und auch interessantesten Arbeitsschritte speziell im Hinblick auf einseitige Leiterplatten haben wir jedoch entsprechend ausführlich in chronologischer Reihenfolge dargestellt, so daß sich der interessierte Leser ein recht gutes Bild von einer industriellen Leiterplattenfertigung machen kann. Wer noch tiefer in die Materie einsteigen möchte, dem steht hierzu umfangreiche Fachliteratur zur Verfügung, wie z. B. das Buch „Handbuch der Leiterplattentechnik“ von Günther Hermann, erschienen im Verlag Eugen G. Leuze.

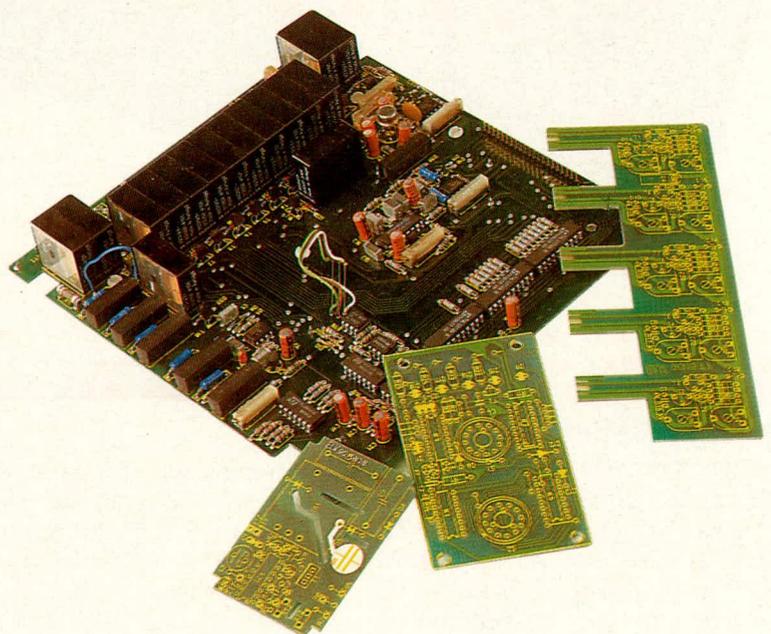
Leiterplatten für die Industrie

Abschließend soll nicht unerwähnt bleiben, daß ELV neben der Leiterplattenfertigung für die eigenen Bausätze und Geräte auch in großem Maße Leiterplatten für die Industrie produziert.

Das Angebot umfaßt sowohl einseitige als auch doppelseitige, durchkontaktierte Leiterplatten, die außerordentlich günstig produziert werden können, da die umfangreiche maschinelle Ausstattung im Hinblick auf eine hochwertige Industriequalität optimiert wurde, unter bewußtem Verzicht auf die kostentreibenden Verfahren wie Multilayer und Feinstleiteteknik.

Auch von der Stückzahl her ist die ELV-Leiterplattenfertigung außerordentlich flexibel. Von Prototypen und Kleinserien angefangen bis hin zu großen Serien von über 10.000 Stück reicht die Fertigungskapazität. Aufgrund des für Serienfertigung ausgelegten Produktionsverfahren liegen die Grundkosten für die erste Leiterplatte allerdings bei mehreren 100 DM - abhängig von Größe, Bohrungsanzahl und Typ. Daß dennoch die im ELV journal veröffentlichten Platinen so besonders günstig angeboten werden können, liegt an der großen Auflage, die, wie bei fast allen Produktionen, auf den Preis einen wesentlichen Einfluß ausübt.

Die Fertigungszeiten industriell erstellter Leiterplatten liegen im allgemeinen bei ca. 4 Wochen für einen regulären Durchlauf. Hat es ein Kunden einmal etwas eiliger, kann die Lieferung auch binnen 2 Wochen Frist erfolgen. Darüber hinaus bietet ELV einen 3-Tage-Eilservice an, der allerdings, bedingt durch den stark erhöhten Aufwand, separat zu honorieren ist. **ELV**



Light-Letters: Leuchtschrift nach Maß

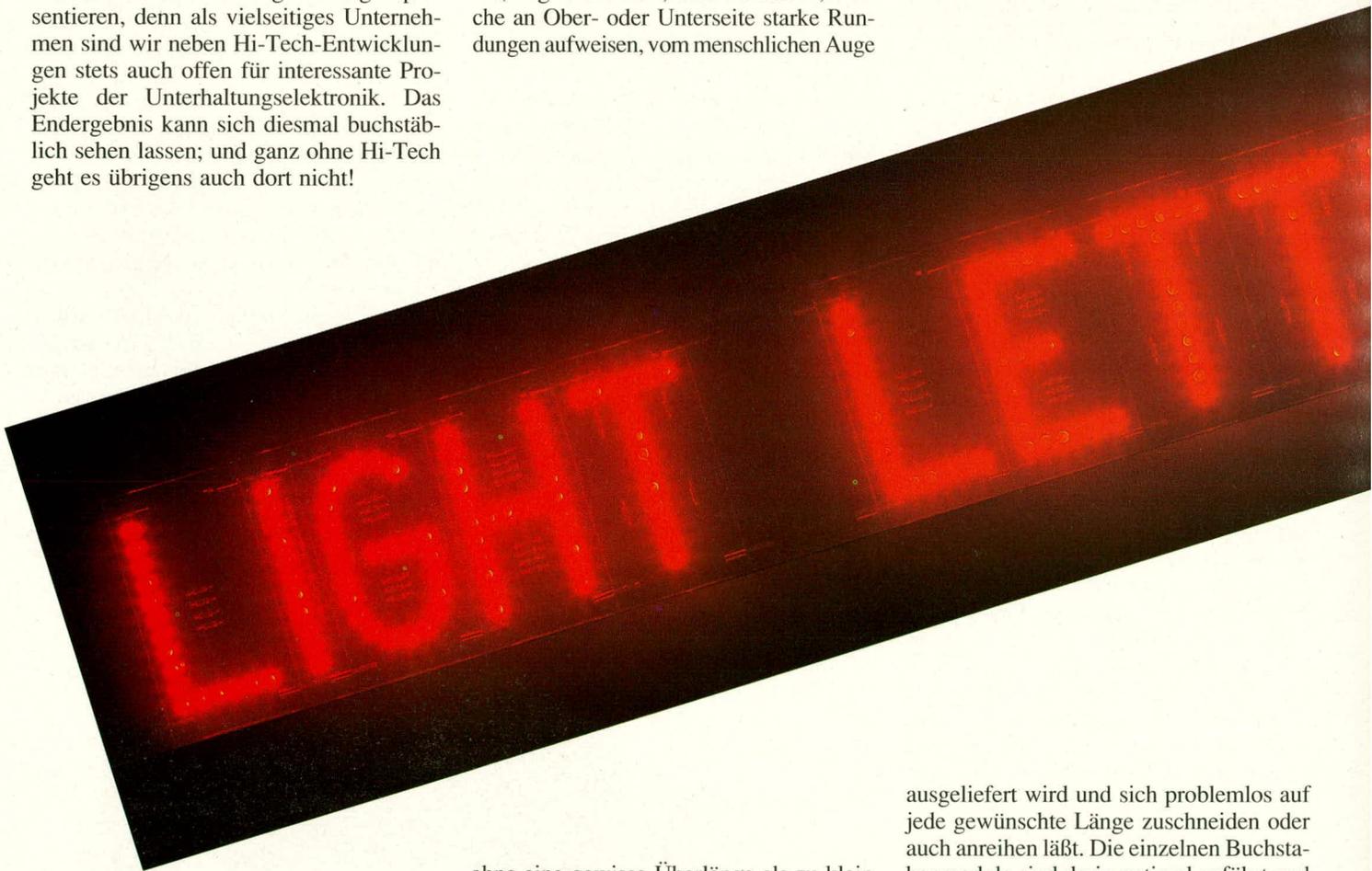
**38 unterschiedliche Platinen-Layouts, beliebige Anreihbarkeit, Proportionalschrift, leichte Montage bei Standard-Stromversorgung:
Das sind einige Vorzüge der neuen LED-Buchstaben „Made by ELV“.**

Ob Hausnummern, Schaufensterzierde, LKW-Dekoration oder reines Privatvergnügen: Leuchtschriften aus LED-Buchstaben sind „in“. Gutes Design vorausgesetzt, kann man sich dem Reiz und der Brillanz der damit realisierten optischen Botschaften kaum verschließen. Dies war Grund genug auch für ELV, auf diesem Gebiet eine schlüsselfertige Lösung zu präsentieren, denn als vielseitiges Unternehmen sind wir neben Hi-Tech-Entwicklungen stets auch offen für interessante Projekte der Unterhaltungselektronik. Das Endergebnis kann sich diesmal buchstäblich sehen lassen; und ganz ohne Hi-Tech geht es übrigens auch dort nicht!

Buchstaben besitzen eine Netto-Höhe von etwa 81 mm, die Gesamtmodule sind 110 mm hoch, und die Breite der Module liegt zwischen 21,5 und 78,5 mm. Es wurde somit Proportionalschrift realisiert: Das „I“ ist schmaler als z. B. das „E“, dieses wiederum ist schmaler als etwa das „M“. Auch die Buchstabenhöhe schwankt in bestimmten, engen Grenzen, da Buchstaben, welche an Ober- oder Unterseite starke Rundungen aufweisen, vom menschlichen Auge

henden Linienzügen und damit zu einem gestochenen scharfen Schriftbild. Das Resultat ist eine ungewöhnlich klare Lesbarkeit auch über enorme Distanzen hinweg.

Die ELV-Leuchtbuchstaben werden in einen schwarzen, flachen Plastikrahmen eingeschoben, der in Fixlängen von 1 m



Die Light-Letters

Sämtliche Buchstaben des lateinischen Alphabets, die Ziffern „0“ bis „9“, „Punkt“, „Strich“, Leerstelle sowie eine Anschlußplatine stehen als jeweils optimal gestaltete, anreihbare Module zur Verfügung. Die

ohne eine gewisse Überlänge als zu klein eingestuft werden.

Da für die Lesbarkeit einer Leuchtschrift auf größere Entfernung bei Dunkelheit vor allem das Schriftbild maßgeblich ist, haben wir bei der Ausgestaltung der Einzelbuchstaben mit LEDs nicht gespart: Der Dunkelabstand zwischen benachbarten LEDs liegt bei durchschnittlich nur 2 mm. Dies führt zu einem optischen Zusammenfließen der durch die einzelnen LEDs geformten Buchstabenkonturen zu durchge-

ausgeliefert wird und sich problemlos auf jede gewünschte Länge zuschneiden oder auch anreihen läßt. Die einzelnen Buchstabenmodule sind darin optimal geführt und fixiert; jede weitere Montagemaßnahme erübrigt sich, und auch ein Umstellen zu neuen Worten läßt sich rasch und einfach durchführen.

Entscheidend für die rasche Montage (und Um-Montage) der ELV-Leuchtbuchstaben ist der für alle Module gleichartig aufgebaute Spannungs-Bus, der jeweils über Steckkontakte von Modul zu Modul weitergereicht wird. Es sind somit keinerlei Verdrahtungs- oder gar Lötarbeiten erfor-

derlich, und auch der Steckkontaktierungs- vorgang läuft beim bündigen Einschieben der Module in den Halterahmen aufgrund der besonderen Kontaktanordnung quasi selbsttätig ab! Bild 1 veranschaulicht den Steckvorgang.

Die ELV-Light-Letters sind für den Betrieb mit 12 V Gleichspannung ausgelegt. Die Leuchtschrift kann daher mit einfachen 12 V-Steckernetzteilen oder auch am PKW-Bordnetz betrieben werden. (Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß die gesetzlichen Bestimmungen das sichtbare Anbringen selbstleuchtender oder stark reflektierender Flächen in und an Fahrzeu-

gen im öffentlichen Straßenverkehr nicht zulassen.)

Ein LED-Strom von 8 mA führt bereits zu einer ausgesprochen hellen, weitreichenden Leuchtwirkung der Buchstabenmodule. Damit angesteuerte Leuchtschriften sind bei Dunkelheit über mehr als 50 m Entfernung ohne weiteres lesbar.

Gemäß dem zulässigen Strom durch eine LED von bis zu 20 mA kann die Versorgungsspannung der LED-Module noch beträchtlich über die besagten 12 V hinaus erhöht werden: Der zulässige Eingangsspannungsbereich liegt zwischen 9 und 18 V, entsprechend einem LED-Strom von 0 - 20 mA. Durch eine besondere Schaltungstechnik haben wir sichergestellt, daß auch bei von 12 V abweichenden Betriebsspannungen alle LEDs einer Leuchtschrift stets genau gleich hell leuchten.

Aufgrund des schon erwähnten Spannungs-Bus muß die Versorgungsspannung der Buchstabenzeile lediglich an einer einzigen Stelle, also etwa dem rechten oder linken Schriftende, zugeführt werden. Wir bieten dazu ein gesondertes Anschlußmodul an, an das direkt eine Zuleitung mit 3.5 mm-Klinkenkupplung montiert ist.

Zusätzliche Besonderheiten

Es ist allgemein nicht möglich, ungeschützte elektronische Schaltungsplatinen dauerhaft der Außenwitterung auszusetzen, ohne daß Erscheinungen wie Korrosion, Feuchtigkeit, Verschmutzung u. a. zu Betriebsbeeinträchtigung und schließlich zum Systemausfall führen. Andererseits drängt sich der Einsatz unserer Light-Letters etwa zur effektvollen Darstellung von Hausnummern geradezu auf. Wir bieten daher zum besprochenen Montagerahmen auch ein einfach und sicher zu handhabendes Ver-

gußmasse-Set an, bestehend aus einem speziellen, starren Klebeband, wodurch der Rahmen rundum auf die zum Vergießen erforderliche Höhe gebracht und gleichzeitig abgedichtet wird, und einem weißen 2-Komponenten-Material, wobei diese „Farbe“ auch bei Tag einen hervorragenden Zeichenkontrast garantiert (lieferbar ist jedoch auch ein schwarzes Einfärbepulver). Einer so vergossenen Leuchtschrift kann das Wetter nichts mehr anhaben.

Ein weiteres, außergewöhnliches Feature unserer LED-Buchstaben ist die auf jedem Modul vorgesehene Effektsteuerungs-Option. Hierzu ist der positive Versorgungsspannungsbus auf den Modulen durch jeweils eine kurze Drahtbrücke auftrennbar und ein Anschlußpunkt für eine separate Versorgungsleitung vorgesehen. Es können daher die Buchstaben auch einzeln oder z. B. in Silbengruppen beschaltet und angesteuert werden, wobei die Zuführungsleitungen unsichtbar in Halterahmen hinter den Einschubmodulen geführt sind. ELV wird im nächsten ELV journal ein Ansteuersystem für im Prinzip beliebig lange Buchstabenketten vorstellen.

Befestigung von Light-Letter-Arrays

Durch den verwendeten Montagerahmen können die ELV-Leuchtschriften für eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungsfälle optimal montiert werden. Der Montagerahmen läßt sich anschrauben oder -kleben (doppelseitiges Schaumstoff-Klebeband), mit ebenfalls lieferbaren Saugnäpfen an Glasscheiben o. ä. befestigen, und vergossene Leuchtschrift-Module dürfen auch an wohldefinierten Stellen durchgebohrt und z. B. mit Edelstahlschrauben direkt am Untergrund befestigt werden.

Detail-Informationen

Eine eingehende Beschreibung aller Eigenschaften und Besonderheiten von fast 40 unterschiedlichen Platinen sowie der Zusatzeinrichtungen würde den Rahmen dieses Journals bei weitem sprengen. Aus diesem Grunde haben wir den für ELV etwas ungewöhnlichen Weg gewählt, Ihnen in diesem Artikel lediglich die wesentlichen Eigenschaften und Vorzüge unseres LED-Buchstaben-Programmes darzustellen. Eine umfassende Beschreibung von Schaltung, Nachbau, Einbau, technischen Hintergründen u. a. m. legen wir jedoch jeder Auslieferung von LED-Buchstaben bei.

Darin wird u. a. auch die Errechnung der jeweils benötigten Anschlußleistungen, der Betrieb bei Versorgungsspannungen oberhalb 18 V, die Eingießtechnik sowie die Vielzahl von Montagearten eingehend erläutert

ELV

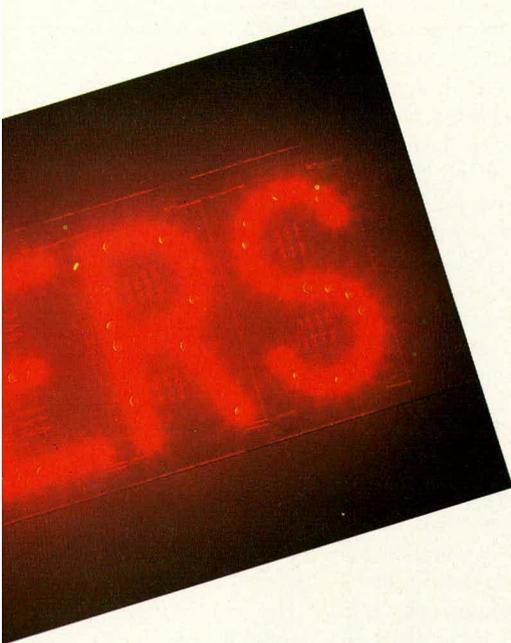
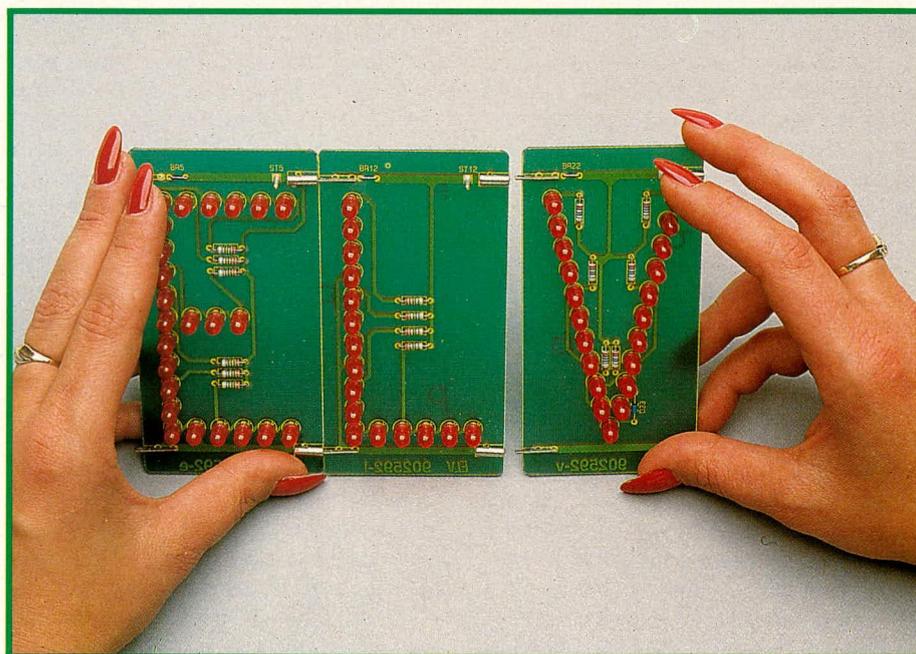


Bild 1: Automatische Weitergabe der Versorgungsspannung beim Anreihen der Light-Letters-Module



PC-Karten-Tester PCT 7000

Im vorliegenden zweiten und abschließenden Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen den Nachbau und die Inbetriebnahme des PCT 7000 vor, der für das PC-unabhängige Testen von Einsteckkarten konzipiert wurde.

Zum Nachbau

Der PC-Karten-Tester PCT 7000 besteht aus einem im 7000er-Gehäuse untergebrachten Basisgerät sowie einem PC-Slot-Steckverbinder, der über ein 64poliges Flachbandkabel mit dem Basisgerät verbunden ist. Über diesen Steckverbinder werden die zu testenden PC-Einsteckkarten angeschlossen.

Beginnen wir beim Nachbau mit der Bestückung der Basisplatine. Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die 34 Brücken auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Es folgen die niedrigeren Bauelemente und anschließend die höheren. Auf folgende Besonderheiten ist hierbei zu achten:

Beim Einsetzen der 3 Sicherungshalter (6 Hälften) ist sorgfältig darauf zu achten, daß diese korrekt ausgerichtet und gerade eingesetzt werden, damit sie sich, auch nach dem Einsetzen der Sicherungen, auf keinen Fall berühren.

Die Spannungsregler IC 5, 6, 7 werden senkrecht stehend ohne Kühlkörper eingelötet, während die beiden 5 V-Festspannungsregler IC 8 und IC 9 einen Kühlkörper erhalten. Hierzu werden bei jedem dieser beiden ICs die Anschlußbeinchen in ca. 3 mm Abstand vom Bauteilgehäuse im rechten Winkel abgelenkt und durch das Langloch des U-Kühlkörpers geführt. Eine Schraube M 3 x 8 mm wird durch die Metallfahne des IC-Gehäuses gesteckt und anschließend durch die 3 mm-Bohrung des U-Kühlkörpers. Die so vorbereitete Konstruktion wird in die entsprechenden Bohrungen der Basisplatine eingesetzt, auf der Leiterplattenunterseite mit einer M3-Mutter verschraubt, und danach erst werden die Anschlußbeinchen verlötet.

Damit die Verbindung zwischen PC-Slot-Steckverbinder und Basisgerät möglichst einfach ausführbar ist, wurde hierfür eine 64polige Flachbandleitung mit dazugehörigen Pfostenfeldsteckverbindern vorgesehen. Auf der Basisplatine ist lediglich ein 64poliger Pfostenfeldstecker (2 x 32 Polreihen) einzulöten, wobei die kürzere Stiftseite in die zugehörigen Platinenbohrungen zu stecken und auf der Leiterbahnseite zu verlöten ist.

Eine 50 mm lange, 8polige Stegleitung wird mit der einen Seite in die Platinenbohrungen, die sich unmittelbar neben dem IC 1 befinden, eingesetzt und verlötet. Diese Leitung stellt eine zusätzliche Verbindung zur Frontplatte her.

Die Stromversorgung des PCT 7000 erfolgt über einen vergossenen Netztransformator mit integrierter Thermosicherung und Netzanschlußschnur, bei dem keine gefährlichen Spannungen berührbar sind. Lediglich die vom Netz galvanisch getrennten Niederspannungs-Sekundär-Wicklungen sind über Lötschwerter aus dem Trafogehäuse herausgeführt und werden elektrisch mit der Basisplatine des PCT 7000 verbunden. Gemäß dem Bestückungsplan wird der Trafo auf die Platine gesetzt, so daß die Netzzuleitung mit Zugentlastung und Knickschutztülle zur Platinenrückseite weist. Beim Einsetzen ist sorgfältig darauf zu achten, daß alle 6 Lötschwerter durch die Bohrungen hindurch auf der Leiterbahnseite heraus schauen. Mit 4 Schrauben M 3 x 8 mm, die von der Platinenunterseite aus durch die zugehörigen Trafo-Befestigungsbohrungen geführt werden, sowie 4 Muttern M 3 wird der Transformator mechanisch befestigt. Danach erst erfolgt das Verlöten der Trafoanschlüsse.

Kommen wir nun zur Bestückung der Frontplatte, bei der es sich um eine doppelseitige, durchkontaktierte Leiterplatte handelt. Brücken sind aus diesem Grunde hier nicht einzusetzen. Zunächst werden die Widerstände und anschließend die ICs auf die Bestückungsseite gesetzt und auf der Platinenunterseite verlötet.

Als nächstes sollten die 34 1poligen sowie die beiden 2poligen Schiebeschalter bündig, d. h. bis zum Anschlag (!) auf die Platine gesetzt und auf der Unterseite verlötet werden. Das bündige Einsetzen ist von Bedeutung, da hierdurch u. a. der Abstand zur Frontplatte festgelegt wird.

Es folgt das Einsetzen der 28 roten, 4 gelben sowie 17 grünen Leuchtdioden, deren Einbauhöhe sich wiederum nach den Schaltern richtet. Die Spitze der Leuchtdioden sollte ungefähr bündig mit der Metalloberseite der Schiebeschalter abschließen, keinesfalls jedoch darüber hervorste-
(sonst weisen die Schiebeschalterkne-

bel später nicht weit genug aus der Frontplatte heraus).

Da die Leuchtdioden mit vergleichsweise kurzen Anschlußstiften einzusetzen sind, d. h. sich unmittelbar an der Leiterplatte befinden, ist relativ rasches, vorsichtiges Löten erforderlich, damit diese hitzeempfindlichen Bauelemente keinen Schaden nehmen. Am besten wird deshalb zunächst für alle LEDs immer nur ein Anschluß verlötet, worauf diese sich hinreichend abkühlen können. Besonders ist auch auf die korrekte Einbaulage zu achten, da ein nachträgliches Auslöten, Umdrehen und Wiedereinlöten diese Bauelemente sehr belastet. In Abbildung 1 finden Sie eine vergrößerte Abbildung einer 3 mm-LED mit dem darunter angeordneten Schaltungssymbol. Wie zu erkennen ist, kann die Polarität einer Leuchtdiode auch anhand der inneren Struktur im leicht durchscheinenden Diodengehäuse erkannt werden. Der kürzere im Gehäuseinneren befindliche Metallstift stellt diejenige Diodenseite dar, an die die positive Versorgungsspannung zu legen ist (Anode).

Es folgt die Verbindung zwischen Frontplatte und Basisplatine. Hierzu wird die Frontplatte im rechten Winkel an die Basisplatine gesetzt, und zwar so, daß die Unterkante der Frontplatte genau 1 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht.

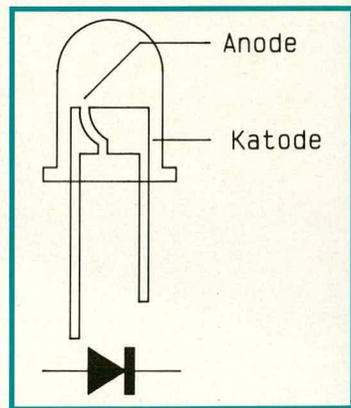


Bild 1: Anschlußschema der im PCT 7000 eingesetzten 3 mm-LEDs

An 2 möglichst weit voneinander entfernten Stellen werden nun diese beiden Platinen unter Zugabe von etwas Lötzinn miteinander mechanisch verbunden. Durch Erhitzen jeweils einer Lötstelle können noch leichte Korrekturen vorgenommen werden. Als dann sind sämtliche Verbindungsleitungen unter Zugabe von ausreichend Lötzinn sowohl elektrisch als auch mechanisch miteinander zu verlöten. Hierbei ist sorgfältig darauf zu achten, daß sich keine Kurzschlüsse zwischen nebeneinanderliegenden Leiterbahnen bilden.

Die 8polige Stegleitung unterhalb des IC 1 wird in einem 90°-Bogen zur Frontplatinenrückseite hingebogen. Unterhalb der Schiebeschalter S 28 bis S 31 ist eine 8polige Bohrungsreihe angeordnet, die allerdings leicht versetzt zu den 8 korrespondierenden Bohrungen auf der Basisplatine platziert sind. In diese Bohrungen sind die 8

freien Enden der Stegleitung einzusetzen und unter Zugabe von etwas Lötzinn von der Platinenrückseite her zu verlöten.

Der PC-Slot-Steckverbinder wird auf die dritte kleine Zusatzplatine gesetzt. Unmittelbar daneben ist der 64polige Pfostenfeldsteckverbinder einzusetzen, wie wir ihn bereits von der Basisplatine her kennen. Es folgt das Verlöten auf der Leiterbahnseite, wobei auch hier aufgrund der engen Lötstellen sorgfältig darauf zu achten ist, daß sich keine Lötzinnbrücken zwischen benachbarten Kontakten bilden. Ein Masselötstift, der unmittelbar neben dem Slot-Steckverbinder angeordnet ist, wird eingesetzt und ebenfalls verlötet.

Nun ist noch die 64polige Verbindungsleitung mit den daran bereits angesetzten speziellen Steckverbindern sowohl auf der Basisplatine als auch auf der kleinen Zusatzplatine mit den zugehörigen 64poligen Steckern zu verbinden. Diese Leitung läuft später durch einen entsprechenden Schlitz in der Gehäuserückwand.

In die Gehäusefrontplatte werden 8 isolierte Bananenbuchsen eingesetzt und auf der Rückseite verschraubt. An jede dieser Buchsen ist eine ca. 80 mm lange isolierte Verbindungsleitung anzulöten und durch die zugehörige Bohrung in der Frontplatte zu stecken, wobei gleichzeitig die Frontplatte vor die Frontplatte gesetzt wird.

Die beiden von den unteren Buchsen kommenden Leitungen werden an die Platinenanschlüßpunkte ST 11 und ST 12 angeschlossen, die darüber angeordneten an ST 9, ST 10, das drittunterste Pärchen an ST 13, ST 14 sowie das obere Paar an ST 7 und ST 8.

Die so vorbereitete Konstruktion kann nun zusammen mit der Rückwand in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden. Die Lüftungsschlitze weisen hierbei zur Frontseite. Von der Gehäuseunterseite aus sind 4 Schrauben M 4 x 70 mm in die entsprechenden Bohrungen einzustecken, wobei sie gleichzeitig durch die Befestigungsbohrungen der Basisplatine gelangen. Auf der Gehäuseinnenseite folgt das Aufsetzen je einer Futterscheibe 1, 5 x 10 mm sowie eines 60 mm langen Abstandsröllchens.

Bevor nun die Endmontage mit dem Aufsetzen der Gehäuseoberhalbschale erfolgt, sollte ein erster Funktionstest vorgenommen werden, bei dem u. a. die verschiedenen Betriebsspannungen und die Grundfunktionen zu überprüfen sind.

Zur Erleichterung der Gehäuseverschraubung empfiehlt es sich, unter die Gehäuseunterhalbschale Abstandsstücke (z. B. gefaltetes Taschentuch, 2 Bleistifte o. ä.) zu legen, damit die Schraubenköpfe 5 bis 10 mm nach unten heraussehen, d. h. auf der ebenen Tischplatte aufliegen. Hierdurch liegen die Schraubenenden versenkt in den 60 mm langen Abstandsröllchen, und die

Verwendung von 4 Hilfs-Führungsstiften ist möglich (Nägel oder überzählige Schrauben M 4 x 70 mm). Diese werden von außen in die Befestigungsbohrungen der oberen Halbschale gesteckt und dann, während sie über das Unterteil gehalten wird, nacheinander in die zugehörigen, oben offenen Abstandsrollen geführt. Das Lüftungsgitter zeigt hierbei zur Gehäuserückseite. Ist dies bewerkstelligt, wird die obere Halbschale auf das Unterteil abgesenkt, wobei sich die Zentrierstifte ein Stück nach außen herauschieben.

Sobald Front- und Rückplatte korrekt sitzen, kann die Gehäuseverschraubung erfolgen. Hierzu wird das Gerät mit einer Ecke über die Kante der Arbeitsplatte gezogen, die entsprechende Montageschraube mit einem passenden Schraubendreher von unten hochgedrückt und, nachdem der Zentrierstift oben herausfällt, eine entsprechende Mutter M 4 eingezogen.

Ist dies nacheinander für alle 4 Gehäuse-schrauben bewerkstelligt, werden die Gummifüße in die Fußmodule gesteckt, Fuß- und Abdeckmodule von unten bzw. oben eingesetzt sowie die Mittelöffnung des Gehäuseoberteils durch die beiden Abdeckzylinder unsichtbar gemacht, womit der Aufbau dieses interessanten PC-Zubehö-gerätes abgeschlossen ist.

In Tabelle 1 findet sich eine Aufstellung der Signalbezeichnungen, von denen die Unterlegten vom PC-Karten-Tester unterstützt werden. Die nicht gekennzeichneten Signalleitungen werden nur in Ausnahmefällen benötigt und daher aus Gründen der übersichtlichen Bedienung vom PCT 7000 nicht bearbeitet.

Einsatzpraxis

Die zu testende PC-Einsteckkarte wird in den auf der kleinen Zusatzplatine angeschlossenen PC-Slot-Steckverbinder des PCT 7000 eingesetzt. Hierbei ist darauf zu achten, daß die Pins A 1 bis A 31 sowie B 1 bis B 31 übereinstimmen.

Jetzt kann die Betriebsspannung des PCT 7000 eingeschaltet werden. Alle Betriebs-spannungs-Kontroll-LEDs müssen gleichmäßig hell aufleuchten. Zeigt eine LED nur die halbe Helligkeit oder ist sie ganz erloschen, ist ein Kurzschluß in der betreffenden Versorgungsspannungsleitung zu vermuten und die Stromaufnahme dieses Zweiges muß überprüft werden.

Mit Hilfe eines Multimeters sollten grundsätzlich alle Ströme der einzelnen Versorgungs-zweige überprüft werden. Wie bereits beschrieben, ist zu berücksichtigen, daß aufgrund der Stromaufnahme der Spannungsregler und der Leuchtdioden ein Offset von ca. 10 mA (entsprechend 10 mV) vorhanden ist. Zeigt das Spannungs-meßgerät im 5 V-Zweig eine Stromaufnah-

Tabelle 1: Anschluß der Erweiterungssteckplätze beim IBM-PC

| Signalname | Stiftbezeichnung | | Signalname |
|-------------|------------------|------------------|------------|
| | Leiterbahnseite | Bestückungsseite | |
| GND | B01 | A01 | I/O CHCK |
| Reset | B02 | A02 | D7 |
| +5V | B03 | A03 | D6 |
| IRQ.2 | B04 | A04 | D5 |
| -5V | B05 | A05 | D4 |
| DREQ.2 | B06 | A06 | D3 |
| -12V | B07 | A07 | D2 |
| Card Select | B08 | A08 | D1 |
| +12V | B09 | A09 | D0 |
| GND | B10 | A10 | I/O CHRDY |
| MEMW | B11 | A11 | AEN |
| MEMR | B12 | A12 | A19 |
| IOWC | B13 | A13 | A18 |
| TORC | B14 | A14 | A17 |
| DACK3 | B15 | A15 | A16 |
| DREQ.3 | B16 | A16 | A15 |
| DACKT | B17 | A17 | A14 |
| DREQ.1 | B18 | A18 | A13 |
| DACK0 | B19 | A19 | A12 |
| CLK | B20 | A20 | A11 |
| IRQ.7 | B21 | A21 | A10 |
| IRQ.6 | B22 | A22 | A9 |
| IRQ.5 | B23 | A23 | A8 |
| IRQ.4 | B24 | A24 | A7 |
| IRQ.3 | B25 | A25 | A6 |
| DACK2 | B26 | A26 | A5 |
| TC | B27 | A27 | A4 |
| ALE | B28 | A28 | A3 |
| +5V | B29 | A29 | A2 |
| OSC | B30 | A30 | A1 |
| GND | B31 | A31 | A0 |

me von 470 mA entsprechend 470 mV an, so beträgt die tatsächliche Stromaufnahme dieser Karte nur ca. 460 mA. Bei zu hohem Strom ist mit der Fehlersuche unter diesem Gesichtspunkt zu beginnen, wobei Kurzschlüsse, defekte Bauteile usw. die häufigsten Ursachen darstellen.

Überprüfung des Adreßbusses

Bei selbst aufgebauten PC-Einsteckkarten stellen erfahrungsgemäß Kurzschlüsse auf dem Adreß- bzw. Datenbus häufige Fehlerursachen dar. Die betreffende Karte kann mit einem PC nicht mehr getestet werden, da unmittelbar nach dem Einsetzen einer entsprechend defekten Karte der PC sofort abstürzt.

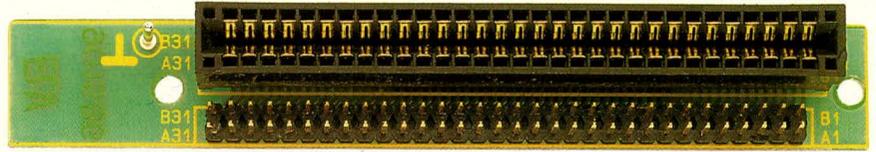
Mit Hilfe des PCT 7000 können derartige Fehler jedoch schnell und problemlos eingekreist werden. Hier empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

Zuerst werden alle Adreßschalter des PCT 7000 auf 0 gesetzt. Keine der 19 Adreß-LEDs darf hierbei aufleuchten. Halbe oder volle Helligkeit einer LED deutet auf einen Kurzschluß zur positiven Versorgungsspannung bzw. zu einer spannungsführenden Leitung hin.

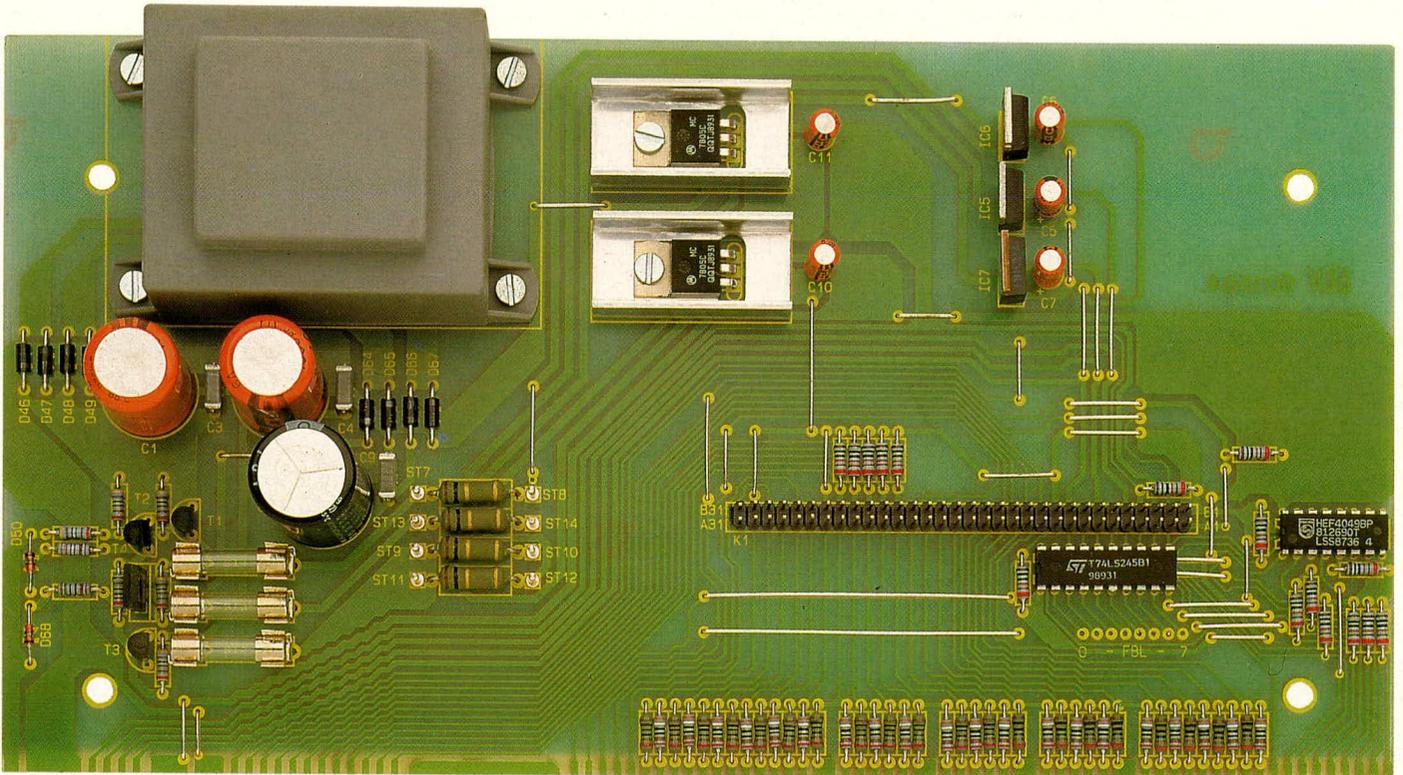
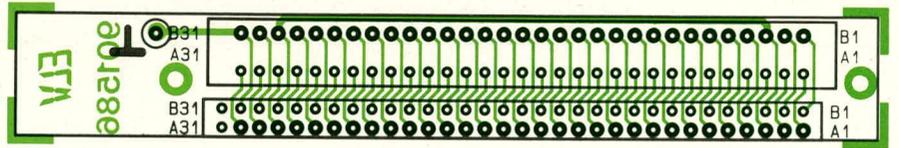
Anschließend werden alle Adreßbits auf High geschaltet. Es müßten alle zugehörigen LEDs aufleuchten. Im Negativfall weist das entsprechende Adreßbit einen Kurzschluß nach Masse oder eine mit einer geringen Spannung behafteten Leitung auf.

Ein häufig auftretender Fall ist auch der Kurzschluß zweier Adreßbits untereinander. Wird z. B. die Adresse A 0 von Low auf High geschaltet und leuchtet gleichzeitig A 6 auf, so deutet dies auf eine Verbindung zwischen diesen beiden Adreßbits hin. Gleiches ist der Fall, wenn von 2 auf High geschalteten Adreßbits 1 Bit anschließend auf

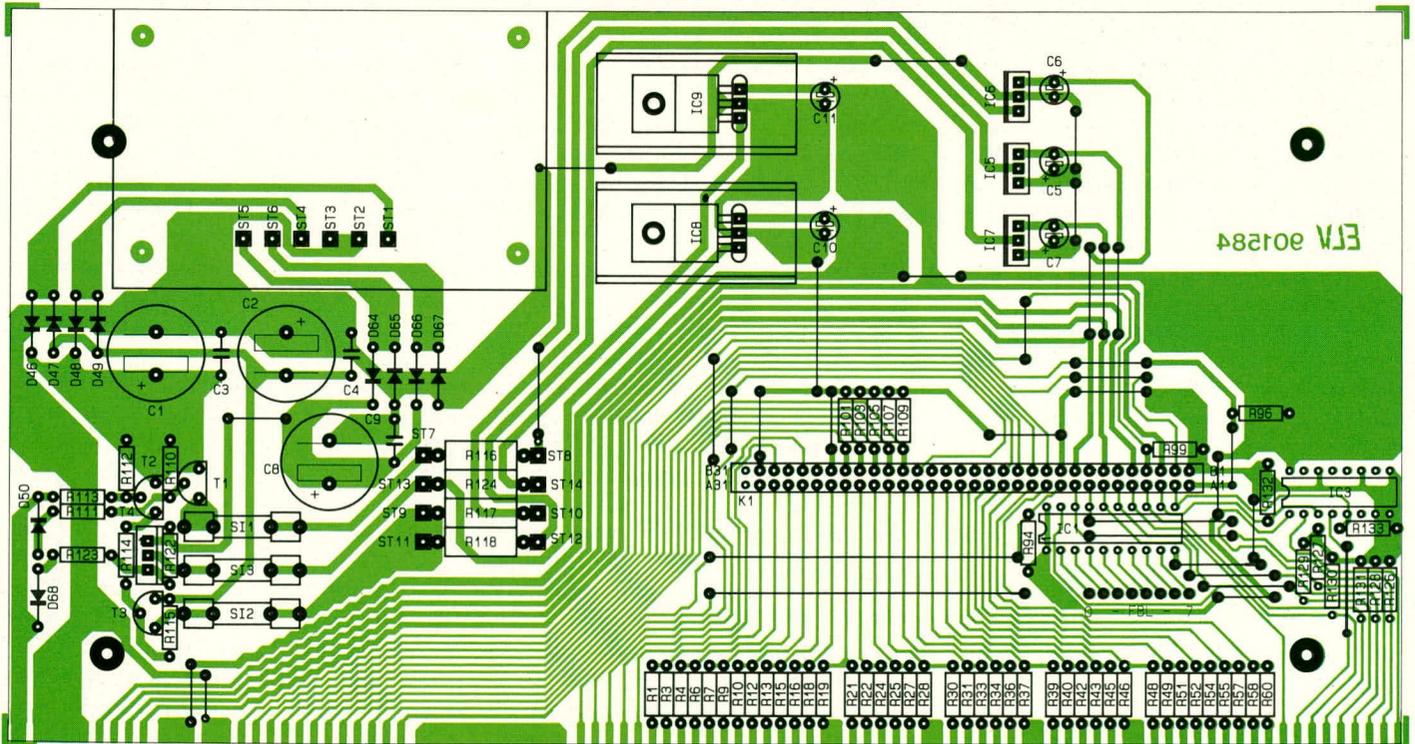
rechts:
Ansicht der fertig
bestückten Zusatzplatine mit
dem PC-Slot-Steckverbinder



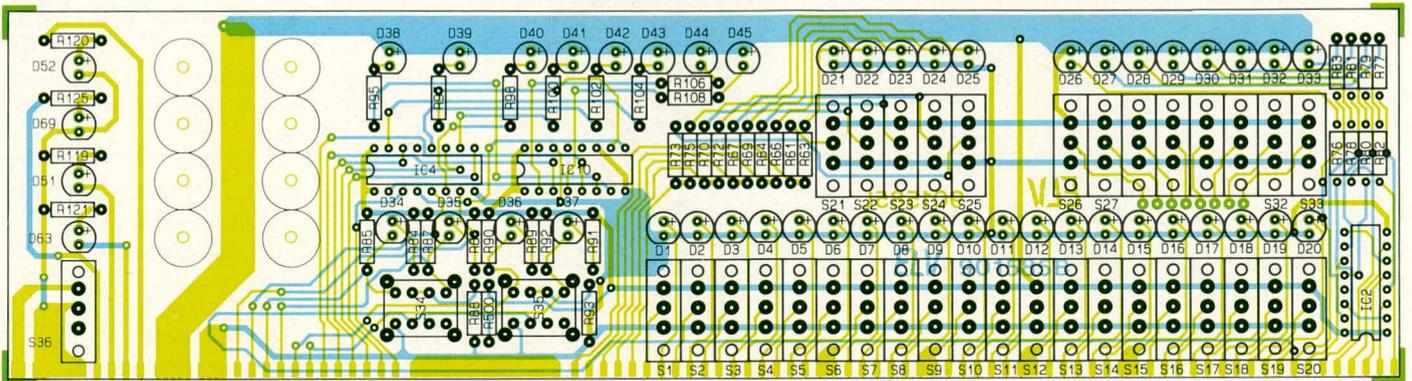
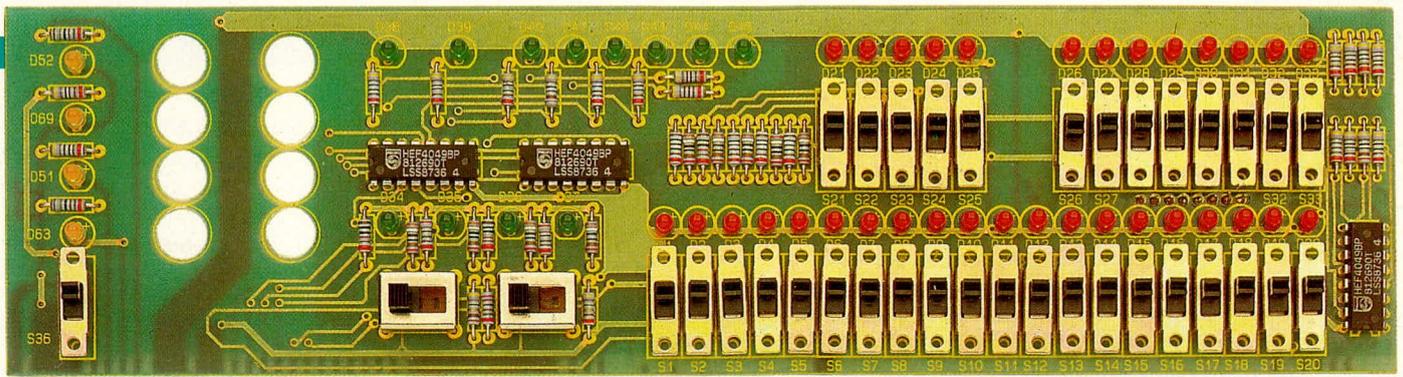
rechts:
Bestückungsplan
der Zusatzplatine



Ansicht der fertig aufgebauten Basisplatine des PC-Karten-Testers (Originalgröße: 245 mm x 129 mm)



Bestückungsplan der Basisplatine des PC-Karten-Testers (Originalgröße: 245 mm x 129 mm)



Ansicht der Frontplatte mit dem zugehörigen Bestückungsplan des PCT 7000 (Originalgröße: 245 mm x 65 mm)

Low gelegt wird und bei beiden Bits die betreffenden LEDs dann schwächer leuchten.

Diese Überprüfungen sollten systematisch durchgeführt werden, indem nacheinander jedes einzelne Adreßbit von Low nach High und zurückgeschaltet wird.

Nachdem der Adreßbus im Hinblick auf Kurzschlüsse überprüft wurde, kann die Ansprechadresse der zu testenden Karte eingestellt werden. Mit Hilfe des Adreß-Enable-Schalters wird der Adreßbus aktiviert.

In gleicher Weise können Fehler bzw.

Kurzschlüsse der Leitungen AEN, Reset, CLK, ALE und OSC getestet werden.

Bei der Überprüfung des bidirektionalen Datenbusses empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

Zuerst wird mit Hilfe des PCT 7000 ein Schreibzugriff simuliert. Der auf der Frontplatte angeordnete Schalter IOWR/IORD ist dazu auf IORD zu schalten und anschließend die Schalter D 0 bis D 7 auf Low. Die zugehörigen LEDs, die den logischen Zustand des Datenbusses anzeigen, dürfen nicht aufleuchten. Ein Kurzschluß zu einer spannungsführenden Leitung wird durch schwaches oder auch stärkeres Leuchten einer LED signalisiert.

Anschließend können alle Datenbits auf High-Potential geschaltet werden, um nun Kurzschlüsse nach Masse bzw. zu einer anderen Leitung mit niedrigem Potential zu prüfen. Anschließend wird jedes der 8 Datenbits von Low nach High gewechselt, um Kurzschlüsse innerhalb des Datenbusses zu analysieren.

Wird der Schalter IOWR/IORD auf IOWR geschaltet, so simuliert dies einen Leszugriff. Die Leuchtdioden D 0 bis D 7 zeigen jetzt die von der zu testenden Karte ausgegebenen Datenbits an. Dieser Test funktioniert allerdings nur, wenn zuvor am PCT 7000 die richtige Ansprechadresse der Karte eingestellt wurde.

Mit Hilfe der Leuchtdioden D 2 bis D 7 sowie IO-CHRDY und IO-CHCK ist die Überprüfung verschiedener Status-Signale möglich.

Nachdem die statische Überprüfung mit Hilfe des PCT 7000 durchgeführt und eventuelle Fehler beseitigt wurden, kann zur dynamischen Überprüfung der Test mit einem PC fortgesetzt werden. **ELV**

Stückliste : PC-Karten-Tester PCT 7000

Widerstände

| | |
|-------------|---|
| 1Ω/1W | R 116-R 118, R 124 |
| 47Ω | R 88, R93 |
| 100Ω | R 1, R 4, R 7, R 10, R 13, R 16, R 19, R 22, R 25, R 28, R 31, R 34, R 37, R 40, R 43, R 46, R 49, R 52, R 55, R 58, R 61, R 64, R 67, R 70, R 73 |
| 180Ω | R 123 |
| 390Ω | R 3, R 6, R 9, R 12, R 15, R 18, R 21, R 24, R 27, R 30, R 33, R 36, R 39, R 42, R 45, R 48, R 51, R 54, R 57, R 60, R 63, R 66, R 69, R 72, R 75, R 84, R 86, R 89, R 91 |
| 470Ω | R 76-R 83, R 95, R 97, R 98, R 100, R 102, R 104, R 106, R 108, R 119, R 125 |
| 820Ω | R 111 |
| 1,5kΩ | R 120, R 121 |
| 2,2kΩ | R 114, R 500 |
| 4,7kΩ | R 110, R 112, R 113, R 115, R 122 |
| 10kΩ | R 85, R 87, R 90, R 92, R 94, R 96, R 99, R 101, R 103, R 105, R 107, R 109, R 126-R 133 |

Kondensatoren

| | |
|------------------|---------------------|
| 47nF | C 3, C 4, C 9 |
| 10µF/16V | C 5-C 7, C 10, C 11 |
| 1000µF/40V | C 1, C 2 |
| 4700µF/16V | C 8 |

Halbleiter

| | |
|---------------|-------------------------|
| 74LS245 | IC 1 |
| CD 4049 | IC 2, IC 3, IC 4, IC 10 |

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| 7805 | IC 8, IC 9 |
| 7812 | IC 6 |
| 7905 | IC 5 |
| 7912 | IC 7 |
| BD136 | T 4 |
| BC327 | T 1, T 2 |
| BC337 | T 3 |
| 1N4001 | D 46-D 49, D 64-D 67 |
| 1N4148 | D 50, D 68 |
| LED, 3 mm, rot | D 1-D 20, D 26-D 33, |
| LED, 3 mm, grün | D 21-D 25, D 34-D 45 |
| LED, 3 mm, gelb | D 51, D 52, D 63, D 69 |

Sonstiges

| | |
|---|----------------|
| Schiebeschalter, 1 x um | S 1-S 33, S 36 |
| Schiebeschalter, 2 x um+0 | S 34, S 35 |
| Sicherung, 200mA | SI 1, SI 2 |
| Sicherung 630mA | SI 3 |
| 2 Postenverbinder, 2reihig, 64polig | |
| 1 Slotsteckverbinder, 62polig | |
| 1 Trafo, prim.: 230 V/14 VA sek.: 1 x 8 V/1050 mA 2 x 12 V/230 mA | |
| 2 Kühlkörper SK 13 | |
| 6 Schrauben M 3 x 8 | |
| 6 Muttern M 3 | |
| 3 Platinsicherungshalter (2 Hälften) | |
| 9 Lötstifte | |
| 50 mm Flachbandleitung, 8polig | |
| 1 m Flachbandleitung, 64polig mit ange- schlossenen Postenverbindern | |
| 480 mm flexible Leitung, 0,75 mm ² | |
| 650 mm Silberdraht | |

HiFi-Stereo-Mikrofon-Vorverstärker



Ein hochwertiger Vorverstärker für dynamische - und Kondensator-Mikrofone in HiFi-Qualität mit besonders günstigem Signal-Rausch-Verhältnis beschreibt der hier vorliegende Artikel.

Allgemeines

Zur „standesgemäßen“ Verstärkung der vergleichsweise kleinen Signalpegel von HiFi-Mikrofonen reichen vielfach die bestehenden Vorverstärker in Stereoverstärkern nicht aus. Nicht allein in bezug auf die Verstärkung, sondern teilweise auch hinsichtlich des Signal-Rausch-Abstandes sind anspruchsvolle Daten wünschenswert. Hier setzt der von ELV entwickelte hochwertige Mikrofon-Vorverstärker ein (Frequenzgang: 16 Hz-40 kHz, Signal-Rauschabstand: 60 dB), der zudem auch zur Erweiterung von Line-Eingängen bestehender Verstärkeranlagen dienen kann.

Zur Schaltung

Der Ausgangspegel eines Kondensator-Mikrofons liegt bei einer mittleren Schallintensität im Bereich von 0,5 mV bis 2 mV. Soll er auf einen normgerechten Pegel für den Line-Eingang angehoben werden, so sind Verstärkungen von rund 40 dB erforderlich.

Bei dynamischen Mikrofonen beträgt der Ausgangspegel nur 0,1 mV bis 0,2 mV, so daß hier sogar eine Verstärkungsanhebung von 60 dB erforderlich ist.

Damit die extrem kleinen NF-Spannungen auf einen ausreichend großen Pegel verstärkt werden können, sind schon recht hochwertige und besonders rauscharme Vorverstärker erforderlich, wenn eine gute, die HiFi-Norm übertreffende Signalqualität erreicht werden soll.

Das vom Mikrofon kommende Eingangssignal gelangt über den Koppelkondensator C 4 auf den nicht invertierenden (+)-Eingang (Pin 3) des integrierten Verstärkers

IC 2. Bei diesem Kondensator handelt es sich um einen Folienkondensator, der gegenüber einem Elko deutlich geringere Rauschanteile besitzt. Der Arbeitspunkt wird über den Spannungsteiler R 1, R 2 in Verbindung mit C 5 (Siebung) und dem Vorwiderstand R 3 erzeugt.

Die Verstärkung dieser Stufe wird durch den Spannungsteiler R 4/R 5 festgelegt, wobei der Einstelltrimmer R 4 die Möglichkeit der individuellen Verstärkungsanpassung bietet. C 7 nimmt eine gleichspannungsmäßige Entkopplung vor bei Fixierung des NF-Fußpotentials auf die Schaltungsmasse. Zur Aussiebung von Rauschanteilen, die der Elko C 7 verursachen könnte, ist der Folienkondensator C 6 parallelgeschaltet. Der im Rückkopplungszweig des IC 2 liegende keramische Kondensator C 8 dient der allgemeinen Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung.

In der eingezeichneten Position des Schiebeschalters S 1 sind R 6 und C 9 wirkungslos. Wird S 1 hingegen in die obere Position gebracht, liegt der Widerstand R 6 wechselspannungsmäßig parallel zu R 5, wodurch sich die Verstärkung von 40 dB auf maximal 60 dB erhöht. Dies ist, wie eingangs bereits erwähnt, für den Anschluß von dynamischen Mikrofonen erforderlich. Der Ausgangselko C 16 dient zur Auskoppelung des verstärkten Mikrofonsignals. Hier kann ein Elko eingesetzt werden, da seine Rauschanteile an dieser Stelle nach der erfolgten Verstärkung vernachlässigbar sind.

Der zweite Stereokanal ist identisch aufgebaut und mit getrennten Eingangs- und Ausgangsbuchsen versehen.

Die gemeinsame Stereo-Klinkenbuchse BU 4 ist parallel zu den Eingangsbuchsen BU 2 und BU 5 geschaltet und ermöglicht

alternativ den Anschluß eines Stereo-Mikrofons (ansonsten werden an BU 2 und BU 5 zwei Mono-Mikrofone angesteckt). Wird nur ein Kanal benötigt, bleibt der zweite Kanal ohne besondere Maßnahmen einfach unbeschaltet.

Die Versorgung des Mikrofon-Vorverstärkers erfolgt über ein unstabiliertes 12 V/300 mA-Gleichspannungs-Steckernetzteil. Ein integrierter Festspannungsregler (IC 10) nimmt auf der Platine eine Stabilisierung auf + 10 V vor. C 1 bis C 3 dienen der Pufferung und Siebung.

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente, einschließlich der Printbuchsen und der beiden Umschalter, finden auf einer einzigen, übersichtlich gestalteten Leiterplatte Platz. Die Größe der Platine ist so ausgelegt, daß sie in ein Gehäuse aus der ELV-Serie micro-line eingebaut werden kann - nach Wunsch sogar gemeinsam mit einem automatischen Pegelregler, der in einem separaten Artikel in ELV journal 2/90 beschrieben wird.

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Der Festspannungsregler IC 1 wird ohne Kühlkörper senkrechtstehend eingelötet.

Wenn die Schaltung in ein Gehäuse der ELV-Serie micro-line eingebaut werden soll, ist hierfür die obere Führungsnut vorzusehen, d. h. die Bauteilseite der Platine weist nach unten. In dieser Einbaulage befindet sich die außenliegende 3,5 mm-Klinkenbuchse auf der linken Seite. Hier wird ein unstabiliertes 12 V/300 mA-Steckernetzteil angeschlossen, dessen Spannung im Bereich zwischen 12 V und 20 V schwanken darf. Die Stromaufnahme liegt zwischen 10 mA und 25 mA.

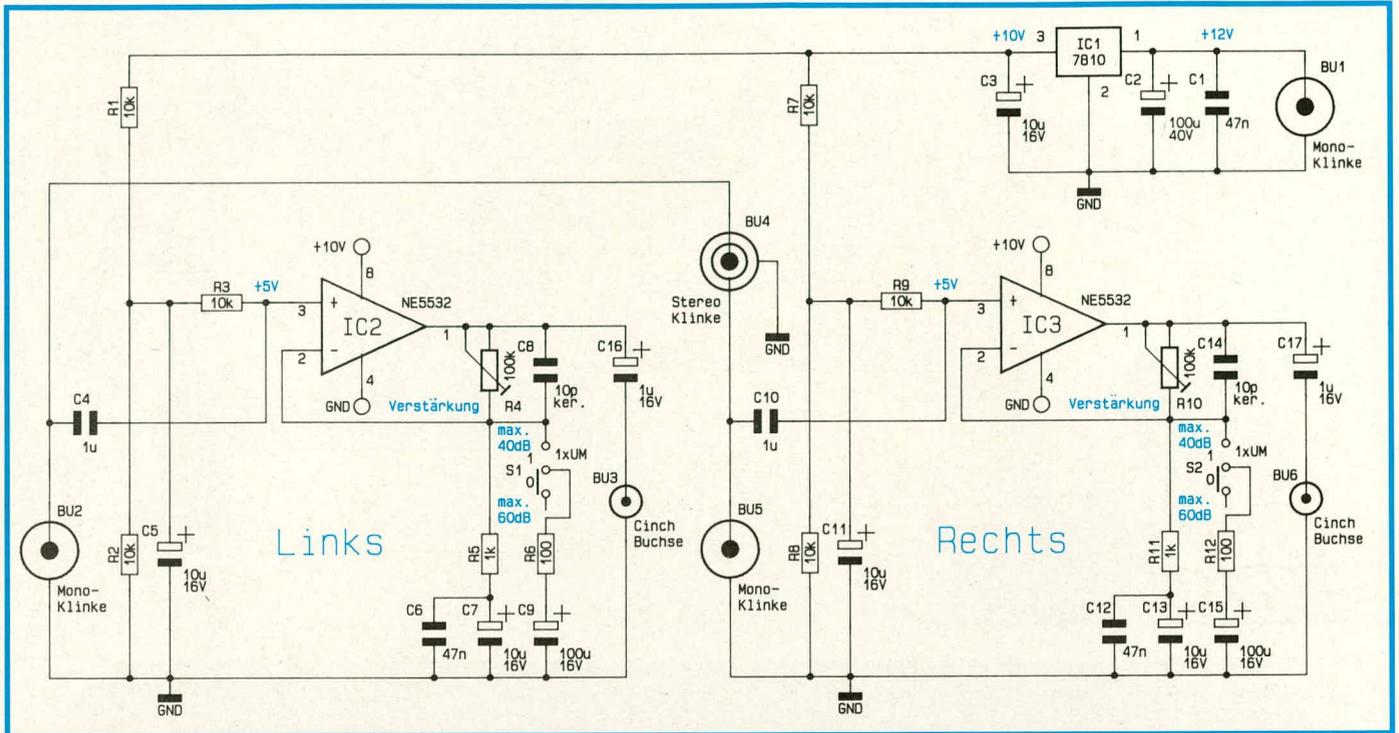
Die danebenliegende Cinch-Buchse stellt den Ausgang für den linken Kanal dar, der mit einem Line-Eingang eines Stereo-Verstärkers zu verbinden ist. Es folgt die 3,5 mm-Mono-Klinkenbuchse für den betreffenden Eingang. Ganz rechts ist die Cinch-Ausgangsbuchse für den rechten Kanal zu finden und links daneben die zugehörige Eingangsbuchse. Zwischen den beiden Eingangsbuchsen ist eine weitere 3,5 mm-Klinkenbuchse, allerdings in Stereo-Ausführung, angeordnet, an die, wie eingangs bereits erwähnt, auch ein Stereo-Mikrofon anschließbar ist.

Zur Verstärkungseinstellung sind in der Frontplatte 2 Bohrungen unmittelbar vor den beiden Einstelltrimmern vorgesehen. Mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers kann hier die Verstärkung beider Kanäle individuellen Bedürfnissen entsprechend angepaßt werden. Zur grundsätzlichen einmaligen Anpassung der Verstärkung auf die

Empfindlichkeit von dynamischen - oder Kondensator-Mikrofonen dienen die beiden ungefähr in der Platinenmitte angeordneten Schiebeschalter. Diese sind bei geschlossenem Gehäuse von außen nicht zugänglich.

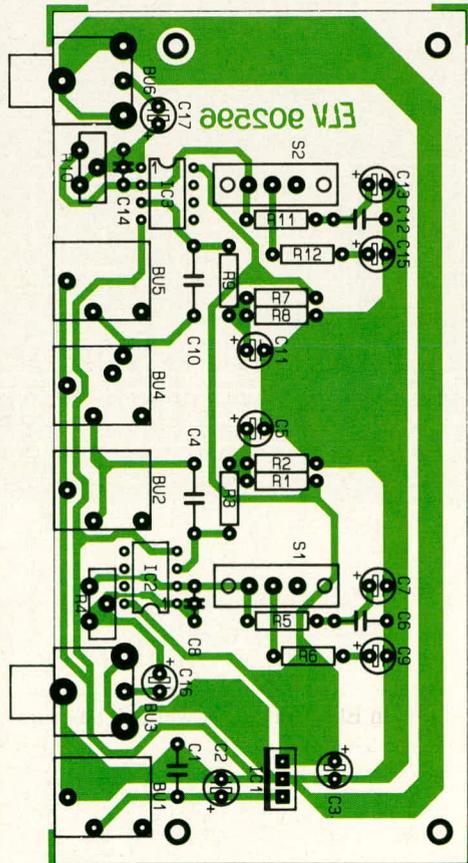
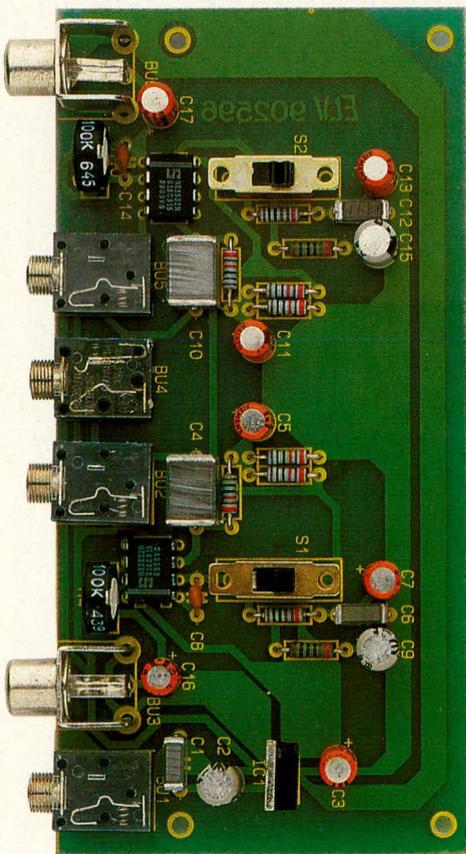
Nachdem die Leiterplatte nochmals sorgfältig überprüft und ins Gehäuse eingeschoben wurde, bildet das Einsetzen der micro-line-Frontplatte den Abschluß der Montagearbeiten. Hierdurch erhält das zuvor

leicht durchgebogene Gehäuse auch gleichzeitig seine endgültige Form. Die Frontplatte wird an einer schmalen Gehäusesseite angesetzt und langsam über die Gehäusmitte hinaus immer weiter eingedrückt, bis



Schaltbild des HiFi-Stereo-Mikrofon-Vorverstärkers

sie formschlüssig einrastet. Hierzu ist ein gewisser Kraftaufwand erforderlich, da die leicht nach innen gewölbten Gehäuseflächen einen starken Anpreßdruck ausüben und die Frontplatte ohne zusätzliche Schraubfestigung später sicher gehalten wird. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine und Bestückungsplan des HiFi-Stereo-Mikrofon-Vorverstärkers

Stückliste: Mikrofon-Vorverstärker

Widerstände

| | |
|------------------------|------------------|
| 100Ω | R 6, R 12 |
| 1kΩ | R 5, R 11 |
| 10kΩ | R 1-R 3, R 7-R 9 |
| Trimmer, PT 10, steh., | |
| 100kΩ | R 4, R 10 |

Kondensatoren

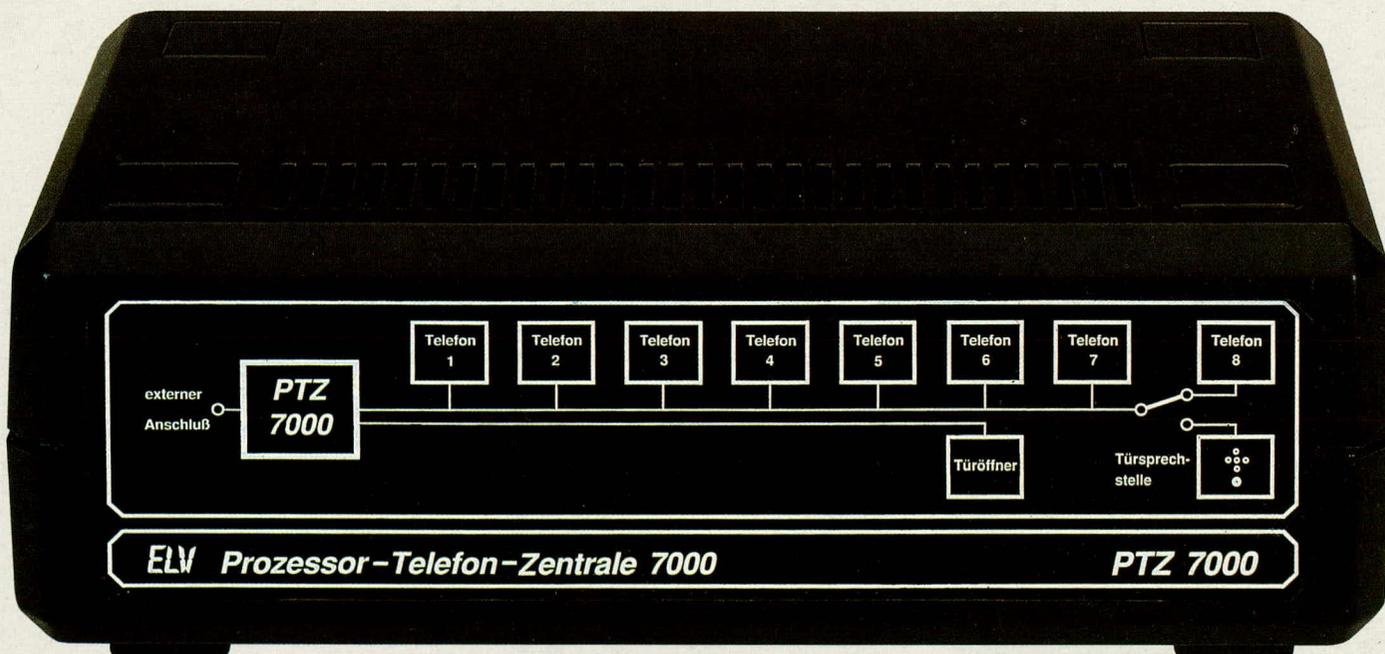
| | |
|-----------------|---------------------------|
| 10pF | C 8, C 14 |
| 47nF | C 1, C 6, C 12 |
| 1µF | C 4, C 10 |
| 1µF/16V | C 16, C 17 |
| 10µF/16V | C 3, C 5, C 7, C 11, C 13 |
| 100µF/16V | C 9, C 15 |
| 100µF/40V | C 2 |

Halbleiter

| | |
|--------------|------------|
| NE5532 | IC 2, IC 3 |
| 7810 | IC 1 |

Sonstiges

| | |
|--|------------------|
| Schiebeschalter, 1 x um, print ... | S 1, S 2 |
| Klinkenbuchse, mono, print, 3,5 mm | BU 1, BU 2, BU 5 |
| Klinkenbuchse, stereo, print, 3,5 mm | BU 4 |
| Cinchbuchse, print | BU 3, BU 6 |



Prozessor-Telefon-Zentrale PTZ 7000

Teil 1

In dieser neuen von ELV entwickelten mikroprozessorgesteuerten Telefonzentrale sind sämtliche Komfortmerkmale vereinigt, die dem Anwender den Umgang und den Betrieb angenehm gestalten.



Allgemeines

Die 1984 im ELV journal Nr. 35 vorgestellte Telefon-Zentrale TZ 2000 besaß seinerzeit eine ausgefeilte Technik zur Vermittlung von internen Gesprächen. Heute wird an eine moderne Telefonanlage ein erweitertes Komfortbedürfnis gestellt. Von ELV wurde daher unter Einsatz moderner Mikroprozessortechnologie eine vollkommen neue Telefon-Zentrale konzipiert, die in der Tat kaum Wünsche offen lassen dürfte. In Tabelle 1 sind in Kurzform die Funktionsmerkmale der ELV-Processor-Telefon-Zentrale PTZ 7000 aufgeführt. Nachfolgend wollen wir im einzelnen auf die wesentlichen Leistungsmerkmale eingehen:

- Anschlußmöglichkeit an eine private Nebenstellenanlage oder an eine externe Amtsleitung. Letzteres wird von der Deutschen Bundespost zur Zeit (noch) nicht genehmigt. Wir müssen an dieser Stelle daher ausdrücklich darauf hinweisen, daß die PTZ 7000 nicht an das Postnetz angeschlossen werden darf. Obwohl ein Anschluß der PTZ 7000 ans Postnetz meßtechnisch kaum feststellbar ist, sollte man sich an die Bestimmungen halten.

- Einsatz von 2 bis 8 internen Telefonen (Teilnehmer-Nummern 2, 3, ... 9), wobei sämtliche handelsüblichen Post- oder Fernost-Telefone (auch Einhandtelefone) anschließbar sind. Teilnehmer 2 stellt für das System die Hauptstelle dar und hat einige zusätzliche Möglichkeiten, die im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher beschrieben werden.

- Anschlußmöglichkeit einer Torsprechstelle, die anstelle des Teilnehmers Nr. 9 angeschlossen wird. Die Türklingel kann hierbei direkt einen speziellen Türklingelruf in der PTZ 7000 auslösen, und von jedem Apparat aus kann der Toröffner betätigt werden.

- Alle Telefonteilnehmer können durch Wahl der Ziffer „0“ die Amtsleitung erreichen und eine maximal 30stellige Telefonnummer wählen. Teilnehmer, die keine Ferngespräche führen sollen, wohl aber Ortsgespräche oder Notrufe, können entsprechend durch Programmierung blockiert werden.

- Betrieb eines Telefax-Gerätes (anstelle eines Teilnehmers Nr.3 bis Nr. 8), welches dann bei Empfangsbetrieb manuell angesprochen werden muß (= Gesprächsweiterleitung an das Faxgerät). Nach erfolgtem Empfang stellt die PTZ 7000 das Gespräch an den vermittelnden Teilnehmer zurück, der innerhalb von 15 s das Gespräch annehmen muß (ansonsten wird die Verbindung von der PTZ 7000 automatisch beendet). Damit besteht die Möglichkeit, mit einem Gesprächspartner die Übermittlung eines Dokuments zu verein-

Tabelle 1:

Haupt-Funktionsmerkmale der Processor-Telefon-Zentrale PTZ 7000

- Anschlußmöglichkeit ans Postnetz oder an eine private Nebenstellenanlage
- Verwendung von 2 bis 8 internen Telefonen (Teilnehmer-Nr. 2, 3, ... 9)
- Anschluß einer Torsprechstelle, wobei die Türklingel einen speziellen Türklingelruf in der PTZ 7000 auslösen kann und von jedem Apparat aus der Toröffner zu betätigen ist
- Betrieb eines Faxgerätes und/oder Modems an der Anlage
- separater Anschluß für Anrufbeantworter
- umfangreiche Programmiermöglichkeiten (Amtsberechtigung, Halbamtsberechtigung, Rufumleitung, Nachtschaltung, Wahlwiederholung) sowie externe Klingelanschlußmöglichkeiten sind nur einige weitere Features dieser komfortablen Telefon-Zentrale.

baren, es dann zu übermitteln und sofort (ohne erneute Wahl) das übermittelte Schriftstück zu diskutieren.

Bei Fax-Sendebetrieb wird dem Faxgerät bei Einschaltung die Amtsleitung zugewiesen, sofern diese frei ist. Damit muß hier nicht die „0“ zur Amtsholung gewählt werden. Dieses Verhalten kann durch interne Programmierung eingestellt werden.

- Betrieb eines Telefon-Modems an der Anlage. Hierbei entspricht das Verhalten der PTZ 7000 dem Fax-Betrieb.
- Separater Anschluß für einen Anrufbeantworter. Bei einem ankommenden Amtsruf schaltet sich der Anrufbeantworter ein (sofern aktiv) und wird automatisch dann vom Amt getrennt, wenn einer der an der PTZ 7000 angeschlossenen Teilnehmer den Hörer aufnimmt.

- Abhörsicherheit der Anlage, d. h. ein nicht beteiligter Teilnehmer kann nicht unbefugt an einem Gespräch teilnehmen - übrigens ein Feature, das nicht bei allen auf dem Markt erhältlichen Anlagen selbstverständlich ist!

- Anschlußmöglichkeit einer separaten Klingel (über Schaltkontakt). Diese Klingel wird immer bei Amts- oder Türrufen aktiviert.
- Teilnehmer 2 ist als Hauptstelle geschaltet, von dem aus spezielle Geräteprogrammierungen durchführbar sind.

- Alle Telefon-Teilnehmer können durch Wahl ihrer eigenen Teilnehmer-Nummer in den Programmiermodus der PTZ 7000 gelangen, in dem folgende Features festgelegt werden:

Merkmale der PTZ 7000 befaßt haben, wollen wir im folgenden die Bedienung der Anlage im einzelnen erläutern.

Betriebsanleitung

Die PTZ 7000 arbeitet zusammen mit „normalen“ Wähltelefonen ohne Erdtaste. Trotzdem können sämtliche Funktionen, wie sie von Telefonen mit Erdtaste bekannt sind, in bezug auf Gesprächsvermittlung, Amtsholung usw., ohne jede Einschränkung ausgeführt werden. Der zentrale Mikroprozessor des Typs ELV 9032 sorgt für eine komfortable und gleichzeitig anwenderfreundliche Bedienung der Anlage.

Damit eine unkomplizierte Kommunikation zwischen dem Benutzer und der PTZ 7000 möglich ist, wurde eine Reihe von 400 Hz-Standardsignalen vorgesehen, deren Bezeichnungen und schematische Darstellungen in Tabelle 2 zusammengefaßt sind.

Im folgenden soll nun die Bedienung der Anlage detailliert erläutert werden, wobei wir zunächst den Internverkehr, dann den Amtsverkehr und zuletzt die Anlagenprogrammierung beschreiben.

Anruf eines internen Teilnehmers

Hörer abnehmen. Bei nicht besetzter Anlage ist der Internton zu hören. Nun die Telefon-Nummer des gewünschten Teilnehmers wählen (möglich sind die Nummern 2 bis 9). Wurde 10 s nach dem Abheben

mer angezeigt. Der Ziel-Teilnehmer wird nunmehr 60 s lang gerufen. Sollte der Hörer in dieser Zeit nicht abgehoben werden, erfolgt ebenfalls die automatische Unterbrechung der Verbindung (Besetztton).

Nimmt der Ziel-Teilnehmer den Hörer ab, ist die Verbindung hergestellt und bleibt bis zum Auflegen eines der beiden Gesprächspartner erhalten.

Gespräch mit Torstelle

Ein Besucher hat an der Tür geläutet. Die PTZ 7000 sendet allen Teilnehmern den Türruf. Bei den aufgelegten Teilnehmern klingelt es. Läuft gerade eine interne Verbindung, so erhalten die beiden betreffenden Teilnehmer den Türruf als „Anklopft“. In diesem Fall muß das interne Gespräch unterbrochen werden (Hörer auflegen).

Zur Gesprächsaufnahme mit der Torstelle wird der Hörer aufgenommen, und es ertönt der Internton. Durch Wählen der Ziffer „9“ wird die Verbindung zur Torstelle direkt hergestellt, d. h. an der Torstelle selbst ist keine Bedienung erforderlich.

Mit dem Besucher kann nun gesprochen werden. Durch erneute Wahl der Ziffer „9“ kann der Türöffner für 5 s aktiviert werden. Unmittelbar nach dem Wählvorgang zur Betätigung des Türöffners ist die Verbindung wiederhergestellt, und das Gespräch könnte fortgesetzt oder das Türöffnergereusch empfangen werden. Durch Auflegen des Hörers wird die Verbindung unterbrochen und der Türöffner vorzeitig abgeschaltet.

Abgehendes Amtsgespräch

Nach dem Aufnehmen des Hörers ertönt bei nicht besetzter (= kein Gesprächsbetrieb) Anlage der Internton. Zur Amtsholung die Ziffer „0“ wählen und den Amtston abwarten. Das Wählen der Ziffer „0“ muß innerhalb von 10 s nach dem Aufnehmen des Hörers erfolgen, da sonst die Anlage auf Besetztton schaltet.

Nach dem Ertönen des Amtstones wird in gewohnter Weise die Rufnummer des gewünschten Fernsprechteilnehmers gewählt. Bis auf das zusätzliche Wählen der Ziffer „0“ zur Amtsholung verhält sich die Anlage für abgehende Amtsgespräche wie ein „normales“ Telefon. Zwischen der Wahl der einzelnen Ziffern dürfen allerdings keine Pausen über 10 s gemacht werden.

Die PTZ 7000 erkennt bei abgehenden Amtsgesprächen an einer Pause über 10 s, daß die Externwahl abgeschlossen ist. Die dann später gewählte Ziffer wird für die Weitervermittlung benutzt (Sekretärinnenfunktion), auf die wir noch separat eingehen.

Nach dem Verbindungsaufbau kann das Telefonat wie üblich geführt werden. Zur Gesprächsbeendigung wird einfach der Hörer aufgelegt.

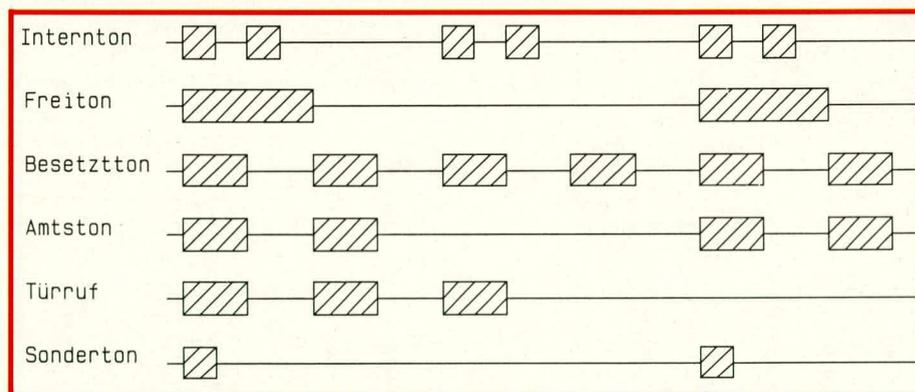


Tabelle 2:
Schematische Darstellung und Bezeichnung von 400 Hz-Standardsignalen, die von der PTZ 7000 ausgegeben werden.

- Rufumleitung (die ankommenden Gespräche werden auf einen anderen Apparat umgelegt)
- Nachtschaltung (Amtsgespräche kommen nur am vorgewählten Teilnehmer an)
- Wahlwiederholung (wurde von diesem Teilnehmer zuletzt ein Amtsgespräch gewählt, kann diese Wahl wiederholt werden)
- Ruhe am Telefon (kein Amtsanruf, kein interner Ruf des Teilnehmers möglich)

keine Rufnummer gewählt, schaltet die Anlage automatisch auf Besetztton, wodurch die PTZ 7000 für andere Teilnehmer freigegeben wird.

Nach erfolgter Wahl wird durch den Freiton das Klingeln beim Ziel-Teilneh-

Nachdem wir uns mit den wesentlichen

Rückfrage halten

Soll während eines laufenden Amtstelefonates zwischen einer internen Verbindung „eingeschoben“ werden, ist dies wie folgt möglich:

Während des Amtstelefonates wird von dem telefonierenden Teilnehmer die Rufnummer des gewünschten Intern-Teilnehmers (Nr. 2 bis 9) gewählt. Die PTZ 7000 erkennt die Wählpulse und trennt vorübergehend den Amtssprechkreis, ohne jedoch die Amtsleitung zu unterbrechen (der externe Teilnehmer ist in Wartestellung). Die Internverbindung wird hergestellt. Nach Rücksprache mit dem internen Ziel-Teilnehmer erfolgt die Zurückgabe zum Amtsgespräch - entweder durch Wählen der Ziffer „0“ oder durch Auflegen des Ziel-Teilnehmers. Sollte dieser nicht innerhalb von 60 s den Ruf beantworten (Hörer aufnehmen), wird das Amtsgespräch automatisch wiederhergestellt, vorzeitig jedoch durch Wählen der Ziffer „0“.

Weitergabe eines Amtsgespräches

Der Ablauf erfolgt im wesentlichen wie bei „Rückfrage halten“, jedoch wird das Gespräch, nachdem die Intern-Verbindung zum Ziel-Teilnehmer hergestellt wurde, durch Auflegen des Start-Teilnehmers weitergegeben, d. h. nun ist der externe Anrufer mit dem internen Ziel-Teilnehmer verbunden.

Umlegen eines Gesprächs

Oftmals ist es wünschenswert, daß ein Gespräch von einem anderen Telefonanschluß weitergeführt werden soll, weil z. B. der Gesprächsbeginn in der Werkstatt erfolgte und nun im Büro anhand von Unterlagen weitergeführt werden soll. Hierzu läßt sich das Amtsgespräch ohne fremde Hilfe wie folgt umlegen:

Im laufenden Gespräch Telefonnummer des Ziel-Teilnehmers wählen und Freiton abwarten. Danach Hörer auflegen. Der Ziel-Teilnehmer kann den Hörer abnehmen und ist sofort mit dem Amtsteilnehmer verbunden.

Wird nicht innerhalb von 60 s das Klingeln beantwortet, schaltet die PTZ 7000 in den sogenannten Amtsfehlerstatus. Auf allen Apparaten ertönt für etwa 30 s der Amtsruf in etwas schnellerer Folge als normal, als Hinweis auf diesen Fehlerfall. Durch Aufnehmen eines Hörers ist der betreffende Teilnehmer mit dem externen Teilnehmer (Amtsgespräch) verbunden. Wird kein Hörer aufgehoben, erfolgt die Trennung der Amtsverbindung, und die Anlage geht in den Ruhestatus zurück.

Ankommendes Amtsgespräch

Bei ankommenden Amtsgesprächen klingeln alle Telefonapparate sowie die eventuell angeschlossene externe Zusatzklingel. Beim Aufnehmen eines Hörers wird

sofort die Amtsverbindung hergestellt, d. h. man kann in gewohnter Weise, ohne auf Besonderheiten zu achten, telefonieren.

Soll während des Amtsgespräches ein interner Teilnehmer angewählt oder das Amtsgespräch weitervermittelt werden, erfolgt dies in bereits beschriebener Weise durch Wählen der Rufnummer (Nr. 2 bis 9) des Ziel-Teilnehmers (im Gegensatz zum abgehenden Amtsgespräch kann hier sofort, d. h. ohne zehnstündige Pause, ein interner Teilnehmer angewählt werden, da die PTZ 7000 bei ankommenden Amtsgesprächen nicht zwischen Fernwahl und interner Wahl unterscheiden muß).

Wird während eines ankommenden Amtsgespräches eine interne Verbindung geführt, wird ähnlich wie beim „Ruf der Torstelle“ über den „Anklopftön“ zum Abbruch des internen Gespräches durch Auflegen des Hörers aufgefordert.

Die Amtspriorität (d. h. Start-Teilnehmer ist mit dem Amt-Anrufer verbunden auch ohne Wählen einer „0“) wird 10 s nach dem letzten Amtsklingelzeichen gelöscht, d. h. innerhalb dieser Zeitspanne schaltet die PTZ 7000 den Start-Teilnehmer ans Amt, selbst wenn der Amtsanrufer inzwischen aufgelegt haben sollte.

Torruf bei laufendem Amtsgespräch

Prinzipiell wird hier wie bei „Rückfrage halten“ vorgegangen:

Ziffer „9“ wählen, mit der Torsprechstelle sprechen, eventuell Tür öffnen, dann Ziffer „0“ wählen und Amtsgespräch weiterführen.

Sollte versehentlich während des Gespräches aufgelegt werden, so schaltet die PTZ 7000 in den Amtsfehlerstatus (siehe „Umlegen eines Gesprächs“).

Betrieb eines Anrufbeantworters

Über 2 separate Klemmen (KL 27, 28) kann ein handelsüblicher Anrufbeantworter an die PTZ 7000 angeschlossen werden. Dieser ist im Grundzustand der Anlage direkt mit der Amtsleitung verbunden. Im aktiven Zustand wird sich der Anrufbeantworter in gewohnter Weise bei einem ankommenden Amtsanruf einschalten und seine Information wiedergeben oder eine Nachricht aufzeichnen. Sobald jedoch ein an die PTZ 7000 angeschlossener Teilnehmer den Hörer aufnimmt, wird der Anrufbeantworter von der Amtsleitung getrennt, und der betreffende Teilnehmer kann nun direkt mit dem Amtsanrufer sprechen.

Zur Beendigung des Gespräches wird einfach der Hörer aufgelegt. Hierbei wird die Amtsleitung wieder auf den Anrufbeantworter geschaltet. Sollte dieser den Ansagetext noch nicht beendet oder ausgeschaltet haben, bleibt die Amtsleitung solange angeschaltet, bis auch der Anrufbeantworter ausschaltet. Da die meisten komforta-

Programmier-Tabelle 3

- * 3 0 ⇒ Ruhe vor dem Telefon: Die Apparatklingel wird deaktiviert, der Anrufer erhält einen Besetztton. Das Telefon selbst ist sonst normal nutzbar.
- * 3 # ⇒ Rufumleitung: Alle Anrufe werden auf # umgeleitet. Telefon weiter nutzbar.
- * 3 * ⇒ Rufumleitung/Ruhe vor dem Telefon aufheben (entspricht Rufumleitung auf sich selbst)
- * 4 ⇒ Amtswahlwiederholung: Wurde von diesem Apparat das letzte Amtsgespräch gewählt, so wird die Wahl wiederholt, ansonsten: Besetztton
- * 8 # ⇒ Nachtschaltung einschalten auf Teilnehmer #
- * 8 0 ⇒ Nachtschaltung aufheben. Amts- und Torruf geht an alle Apparate
- * 8 1 ⇒ Nachtschaltung ein: Amts- und Torruf geht auf den zuletzt eingestellten Teilnehmer

Folgende Programmierungen lassen sich nur von der Hauptstelle (Teilnehmer-Nummer 2) durchführen:

- 200 ⇒ System-Reset. Alle Speicher werden gelöscht, alle Gespräche abgebrochen.
- 21 # 1 ⇒ Teilnehmer # ist vollamtsberechtigt. Ferngespräche (mit 0 beginnen) können geführt werden.
- 21 # 2 ⇒ Teilnehmer # ist halbamtsberechtigt. Es können nur Ortsgespräche geführt werden (die erste Ziffer darf keine „0“ sein)..
- 21 # 3 ⇒ Teilnehmer # ist ein Fax/Modem. Bei kommendem Amtsruf klingelt der Apparat nicht. Wird vom Startteilnehmer ein Amtsgespräch auf Teilnehmer # umgelegt, gibt die PTZ 7000 das Amtsgespräch auf den ehemaligen Start-Teilnehmer zurück, der innerhalb von 15 s den Hörer abnehmen muß (sonst Gesprächsabbruch/s. o.).

blen Geräte jedoch über eine Sprachsteuerung nach wenigen Sekunden Sprechpause automatisch stoppen, wird normalerweise der Anrufbeantworter vor Gesprächsbeendigung der Teilnehmer selbsttätig ausgeschaltet haben.

Programmierung der PTZ 7000

Einige Features der PTZ 7000 können von jedem Teilnehmer individuellen Wünschen entsprechend programmiert werden. Dies ist einfach durch „Sich-selbst-anrufen“ machbar, denn Start- und Ziel-Teilnehmer können bei einer internen Verbindung nicht identisch sein. Wählt also der Teilnehmer „2“ die Ziffer „2“ bzw. der Teilnehmer „3“ die Ziffer „3“, ... Teilnehmer „9“ die Ziffer „9“, erkennt die PTZ 7000 daran, daß dieser Teilnehmer den Programmiermodus wünscht.

In der Programmier-Tabelle 3 sind die einzelnen Features und die dazu wählbaren Programmiernummern dargestellt. Ein * bedeutet hierbei das Wählen der eigenen Teilnehmer-Nummer und eine „#“ die Nummer des Ziel-Teilnehmers. Sondergeräte (Fax, Modem) können nicht mit den Features „Ruhe vor dem Telefon“ oder „Nachtschaltung“ versehen werden. Eine erfolgreich vorgenommene Programmierung wird mit dem Sonderton quittiert (Ausnahme: Programmierung „200“)

Zur Schaltung

Die Gesamtschaltung der Prozessor-Telefon-Zentrale PTZ 7000 ist auf einer einzigen, doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte untergebracht, die in ein form-schönes Gehäuse der ELV-Serie 7000 eingebaut werden kann. Die Schaltung selbst besteht aus 5 Funktionsblöcken:

1. Zentralprozessor mit Peripherie und Relaisreiber
2. 8 Teilnehmer-Anschaltegruppen
3. Amtsanschtaltung
4. Tonfilter
5. Netzteil

Die vorstehend aufgeführten einzelnen Funktionsgruppen sollen nun im einzelnen erläutern werden:

1. Zentral-Prozessor

Der zentrale Single-Chip-Prozessor des Typs ELV 9032 (IC 1) übernimmt die gesamte Ablaufsteuerung der PTZ 7000. Hierzu zählen:

1.1. Abfrage der Teilnehmer-Anschaltegruppen:

Die Abfrage erfolgt dynamisch. Hierzu werden an den Ports P 20 bis P 22 Selektionsadressen an den Analog-Multiplexer IC 3 des Typs CD 4051 ausgegeben. Die Selektionsleitungen S 2 bis S 9 führen bei aufgelegtem Hörer ca. 0,5 V und bei aufgenommenem Hörer etwa 3,5 V. Der ab-

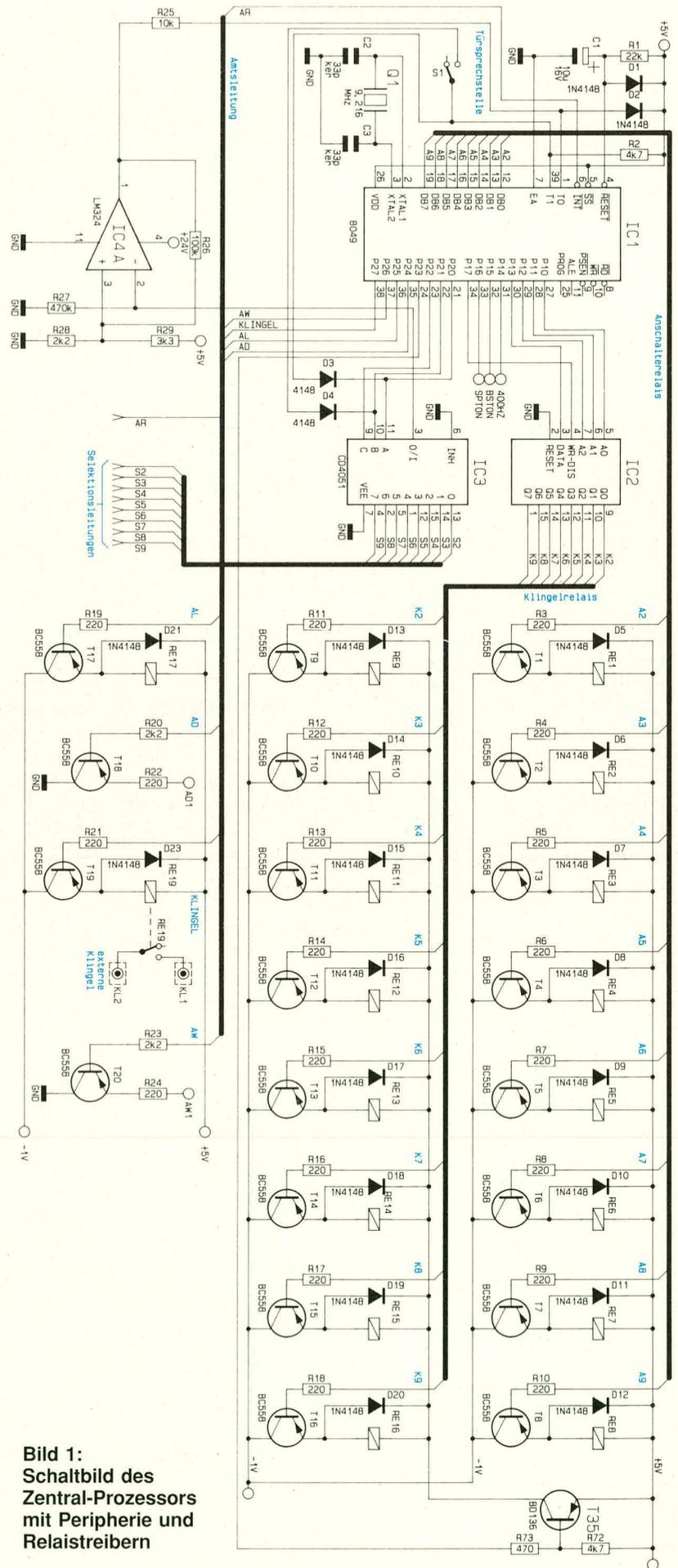


Bild 1:
Schaltbild des
Zentral-Prozessors
mit Peripherie und
Relaisreibern

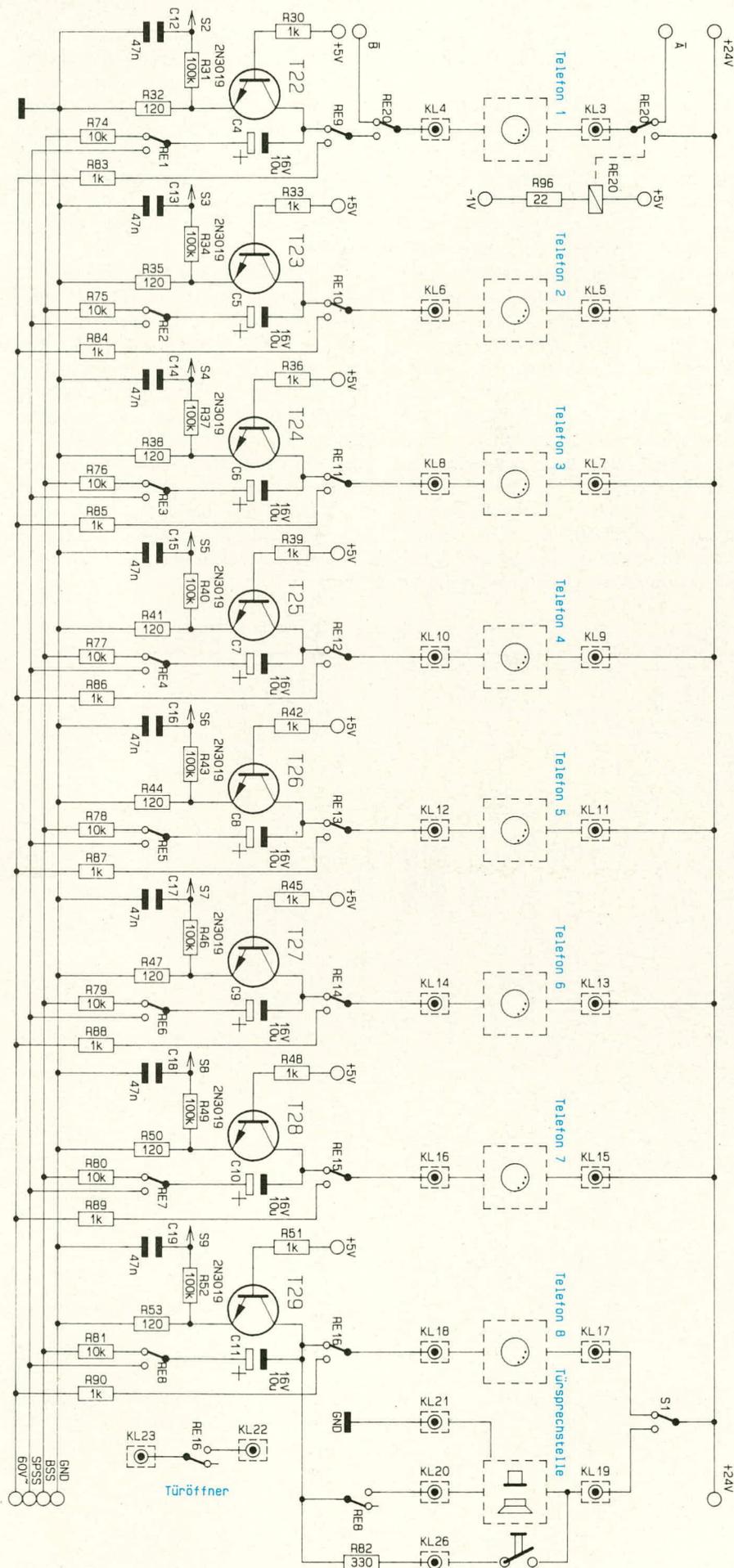


Bild 2: Schaltbild der 8 Teilnehmer-Anschaltgruppen

zufragende Teilnehmer wird mit IC 3 ausgewählt. Von Pin 3 wird das Signal auf den als Schmitt-Trigger geschalteten Operationsverstärker IC 4 (Pins 1 bis 3) gegeben. Mit R 28 und R 29 erfolgt die Festlegung des Umschaltpunktes auf 2 V. Da IC 4 mit 24 V betrieben wird, sorgen R 25 und D 2 für eine Spannungsbegrenzung auf maximal 5,6 V an Pin 1 des IC 1.

1.2. Anschaltung der Teilnehmer an die Sprechsammelschiene:

Dies wird mit den Relais RE 1 bis RE 8 durchgeführt. Da diese Relais mit einer Betriebsspannung von ca. 4 V. arbeiten, erfolgt die Versorgung aus einer separaten Wicklung, deren gemeinsamer Bezugspunkt die positive 5 V-Versorgungsspannung darstellt. Durch die gewählte Schaltung der Transistoren und Basiswiderstände wird sichergestellt, daß bei aktivem L-Pegel des Prozessors die Transistoren sicher durchschalten und die Relais aktiviert werden.

1.3. Anschaltung der Ruf-Wechselspannung an die Teilnehmer:

Dies wird über die Leitungen P 10 bis P 13, P 17 und das IC 2 des Typs CD 4099 durchgeführt. Mit P 10 bis P 12 werden die Adressen des jeweiligen Klingelrelais RE 9 bis RE 16 selektiert. P 13 bestimmt den Relaiszustand EIN oder AUS. Mit P 17 wird diese Information in das jeweilige Ausgangsflipflop eingeschrieben.

Über P 23 und T 35, R 72, R 73 werden die Relais erst nach erfolgreicher Initialisierung aktiviert. Damit wird ein zufälliges Klingeln beim Anlegen der Netzspannung unterbunden.

1.4. Anschaltung der Amtsleitung:

Die Ports P 24 bis P 26 übernehmen die Kontrolle der Amtsanschaltung. P 25 schaltet mit aktivem L-Pegel das Hauptrelais RE 17 ein, P 24 aktiviert über den Optokoppler IC 9 den Sprechübertrager und P 26 läßt über den Optokoppler IC 8 weiterhin einen Linienstrom fließen, wenn der Übertrager abgetrennt ist. Hierüber werden auch die Wählimpulse abgesendet. An INT wird dem Prozessor der Amtsruf signalisiert.

Die Leitung „Klingel“ (P 27) bedient das Relais RE 19. Damit kann an die Klemmen KL 1 und KL 2 (potentialfreier Arbeitskontakt 42 V/1 A) z. B. eine Niederspannungsklingel angeschlossen werden.

Der Schalter S 1 signalisiert über D 3, D 4 sowie R 2 dem Prozessor während der Initialisierung, ob eine Torsprechstelle angeschlossen ist.

Da der Mikroprozessor auch die gesamten Tonsignale erzeugt und die Wahlvorgänge recht genau abgestimmt sein müssen, sind Q 1 (9, 216 MHz) sowie C 2 und C 3 für die Takterzeugung der Zentraleinheit vorgesehen. R 1, C 1 und D 1 sorgen für den Prozessor-Reset beim Einschalten der Netzspannung.

2. Teilnehmer-Anschaltgruppen

Die Teilnehmer sind schaltungsintern an ihre jeweils zugehörige Anschaltgruppe angeschlossen. Daher sind 8 Anschaltgruppen vorhanden, die im wesentlichen identisch sind. Lediglich Teilnehmer 2 und 9 haben eine leicht geänderte Anschaltung, damit sie den Erfordernissen als Hauptstelle bzw. Torstelle gerecht werden.

Zur Übersichtlichkeit der weiteren Beschreibung wollen wir uns auf Teilnehmer 3 konzentrieren. Die PTZ 7000 befindet sich in Ruhelage, d. h. es läuft kein Gespräch. Der Telefon-Apparat ist an den Klemmen KL 5 (a-Ader) und KL 6 (b-Ader) mit der PTZ 7000 verbunden. Während KL 5 direkt mit der Betriebsspannung von +24 V verbunden ist, liegt KL 6 am Kollektor des Transistors T 23, der mit R 33 und R 35 eine Konstantstromquelle für einen Strom von ca. 35 mA bildet.

Wird der Hörer abgehoben, fließt von +24 V ausgehend ein Strom über KL 5,

den Telefon-Apparat, KL 6, RE 10 in die Konstantstromquelle. Der im Bereich von 0 bis 35 mA dem Sprechstrom proportionale Spannungsabfall an R 35 wird über das Siebglied R 34, C 13 an den Adreßmultiplexer IC 3, Pin 14 gelegt. Der Prozessor erkennt den Status „Hörer abgenommen“ bei einem Mindeststrom von ca. 25 mA. R 34, C 13 dienen zur Störunterdrückung bei größeren Leitungslängen. Durch diese Art der Sprechstromdetektierung und die relativ große Spannungsfestigkeit von T 23 ist der Prozessor Teil gegen äußere Störungen gut gesichert.

Befindet sich RE 2 in Ruhelage, so erhält der Teilnehmer über die Besetzt-Sammelschiene und R75, C 5 den Besetztton. Der Prozessor muß also extern bei Erreichen eines solchen Zustandes nichts weiter tun als RE 2 zu deaktivieren. Intern sorgen jedoch eine Reihe von Testprogrammen dafür, daß der Teilnehmer z. B. mindestens ca. 500 ms lang aufgelegt hat, damit beim nächsten Aufnehmen dieser Teilneh-

mer als Start-Teilnehmer erkannt werden kann (sofern kein anderer Betrieb herrscht).

Befand sich die Anlage vorher in Ruhelage, so wird nach erkanntem „Hörer abgenommen“ vom Prozessor das Relais RE 2 aktiviert. Damit wird der Sprechwechselstrom über C 5 an die Sprechsammelschiene SPSS gelegt. Zusätzlich wird vom Prozessor an SPSS der Internton aufgeschaltet.

Da Konstantstromquellen bekanntlich einen gegen unendlich strebenden Innenwiderstand haben, kann nun ein Gleichstrom in den Teilnehmer eingepreßt werden, während der Sprechwechselstrom über die niederohmige Sprechsammelschiene abfließt. Damit ist die Verständigung nahezu ohne Dämpfung möglich. Die Wählimpulse werden über die jeweilige Selektionsleitung erkannt und ausgewertet. Das Relais RE 10 legt bei nicht detektiertem Sprechstrom die Klingelspannung über den Schutzwiderstand R 84 an den Telefonapparat.

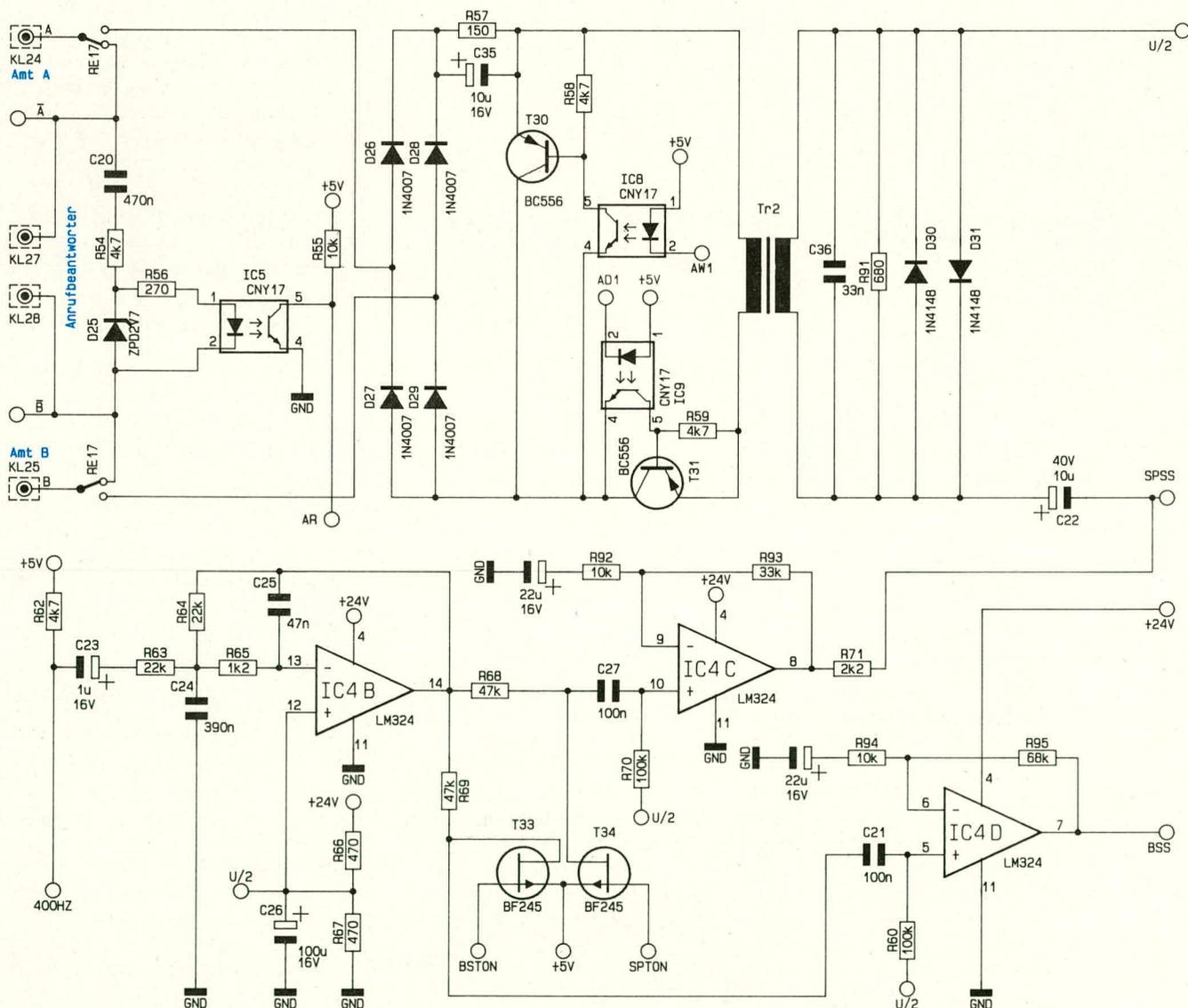


Bild 3: Schaltbild der Amtsanschlaltung (oben) sowie der Tonfilter

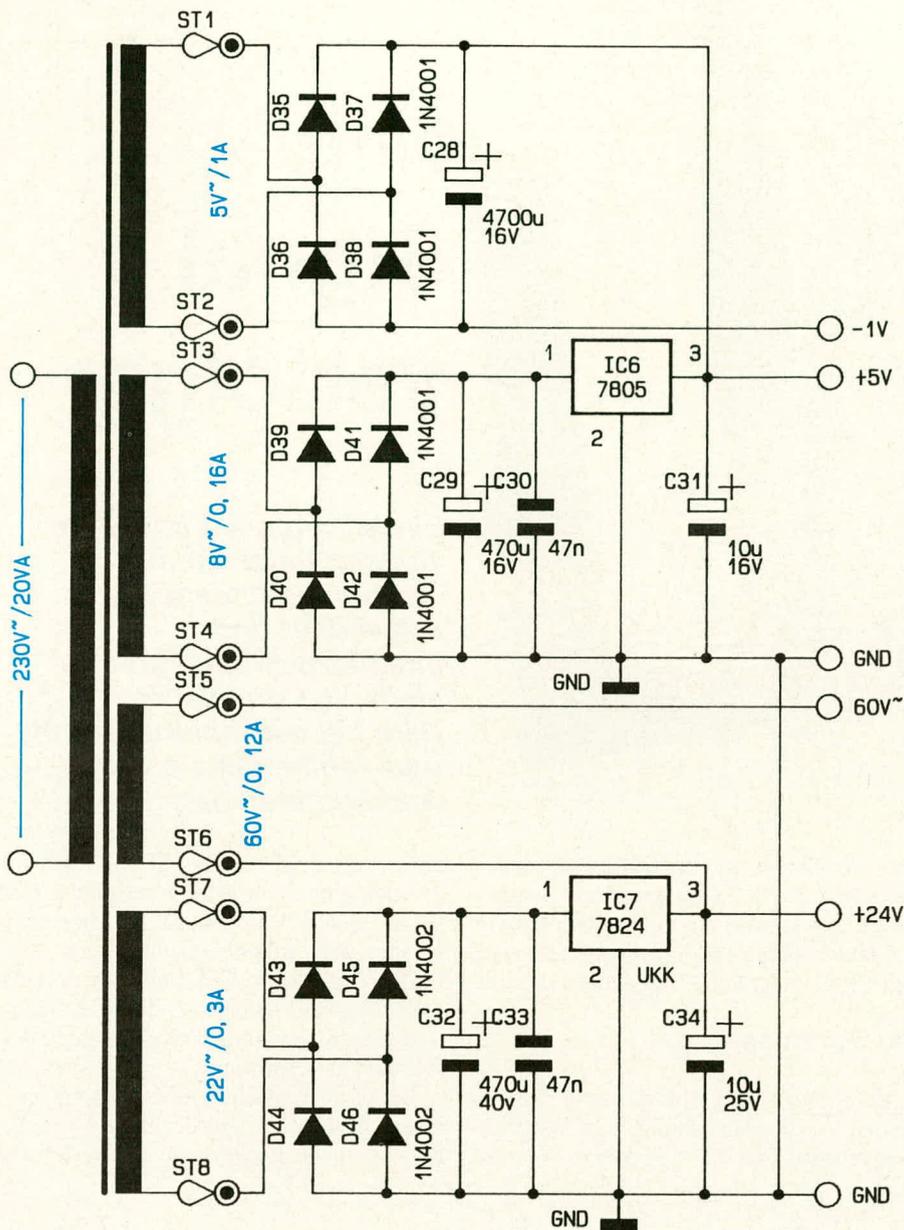


Bild 4: Schaltbild der Stromversorgung der PTZ 7000

Beim Teilnehmer 2 liegt im Apparatekreis zusätzlich noch das Relais RE 20. Hierdurch wird bei Netzausfall der Zugang dieses Apparates zur Amtsleitung aufrechterhalten. Sobald die Versorgungsspannung anliegt, zieht dieses Relais an, und der Teilnehmer 2 ist mit der PTZ 7000 verbunden, während bei abgefallenem Relais dieser Teilnehmer direkt an der Amtsleitung liegt.

Mit dem Schalter S 1 kann beim Teilnehmer Nr. 9 zwischen Telefon und Torstelle gewählt werden. In Stellung „Telefon“ ist das Verhalten genau wie bei Teilnehmer Nr. 3 beschrieben. In Stellung „Torstelle“ wird diese über die Klemmen 19 und 21 mit 24 V versorgt. Das Relais RE 8 schaltet bei einem Gesprächsaufbau KL 20 (Sprechleitung) an die Konstantstromquelle. Der Klingeltaster (KL 19 und KL 26) prägt über R 82 einen Strom in T 29 ein, der den Prozessor das Sondersi-

gnal „Türruf“ auslösen läßt. Im Modus „Torstelle“ wird RE 16 zum Aktivieren der Türöffnerfunktion angesprochen.

3. Amtsanschaltung

An dieser Stelle möchten wir nochmals ausdrücklich darauf hinweisen, daß der Anschluß der PTZ 7000 von der Deutschen Bundespost nicht genehmigt ist, d. h. der Anschluß ist verboten. Da der Preis der meisten postalisch zugelassenen Anlagen jenseits von DM 10.000 liegt, muß man sich, will man dieses „kleine“ Feature erwerben, nötigenfalls mit entsprechenden Preisen vertraut machen. Doch kommen wir nun zur Schaltung der Amtsanpassung im einzelnen:

Über die Klemmen KL 24 (a-Ader) und KL 25 (b-Ader) wird die Amtsleitung (z. B. aus einer Nebenstellenanlage, die nicht ans Postnetz angeschlossen wurde) an die PTZ

7000 angeschlossen. Im Ruhezustand des Relais RE 17 wird über C 20, R 54, R 56 und IC 5 ein anstehendes Klingelsignal erkannt. D 25 bietet einen Überlastschutz und verhindert, daß sich C 20 durch einen Gleichrichtereffekt von IC 5 auflädt.

An KL 27 und KL 28 kann ein Anrufbeantworter angeschlossen werden. Bei dieser Anschaltung ist gewährleistet, daß der laufende Anrufbeantworter abtrennt und das Gespräch weitergeführt werden kann.

Die Dioden D 26 bis D 29 sichern die korrekte Anschlußpolarität. R 57 und C 35 bilden zusammen mit Tr 2 den von der Fernmeldeverwaltung geforderten Leistungsstandard nach. T 30 und IC 8 halten den Linienstrom bei abgeschaltetem Tr 2 aufrecht, während T 31 und IC 9 die Anschaltung des Übertragers Tr 2 an das Amt steuern. Sekundärseitig stellen C 36, R 91, D 30, D 31 sowie C 22 die Anpassung an die SPSS und den Schutz der PTZ 7000 sicher.

4. Tonfilter

Port P 14 gibt ständig ein Rechtecksignal mit $f = 400$ Hz aus. Allerdings klingt ein Rechtecksignal aufgrund seines starken Oberwellen gehaltes im allgemeinen nicht angenehm. Daher wurde ein Tiefpaßfilter zweiter Ordnung mit einer oberen Grenzfrequenz von ca. 450 Hz nachgeschaltet (IC 4 B) und mit IC 4 C für den SPSS und mit IC 4 D für den Besetztkanal nachverstärkt. T 33 (Besetzttschiene) und T 34 (SPSS) schließen das jeweilige Signal prozessorgesteuert wechselspannungsmäßig kurz. Somit kann der Prozessor über T 34 die jeweiligen Signaltöne weitergeben.

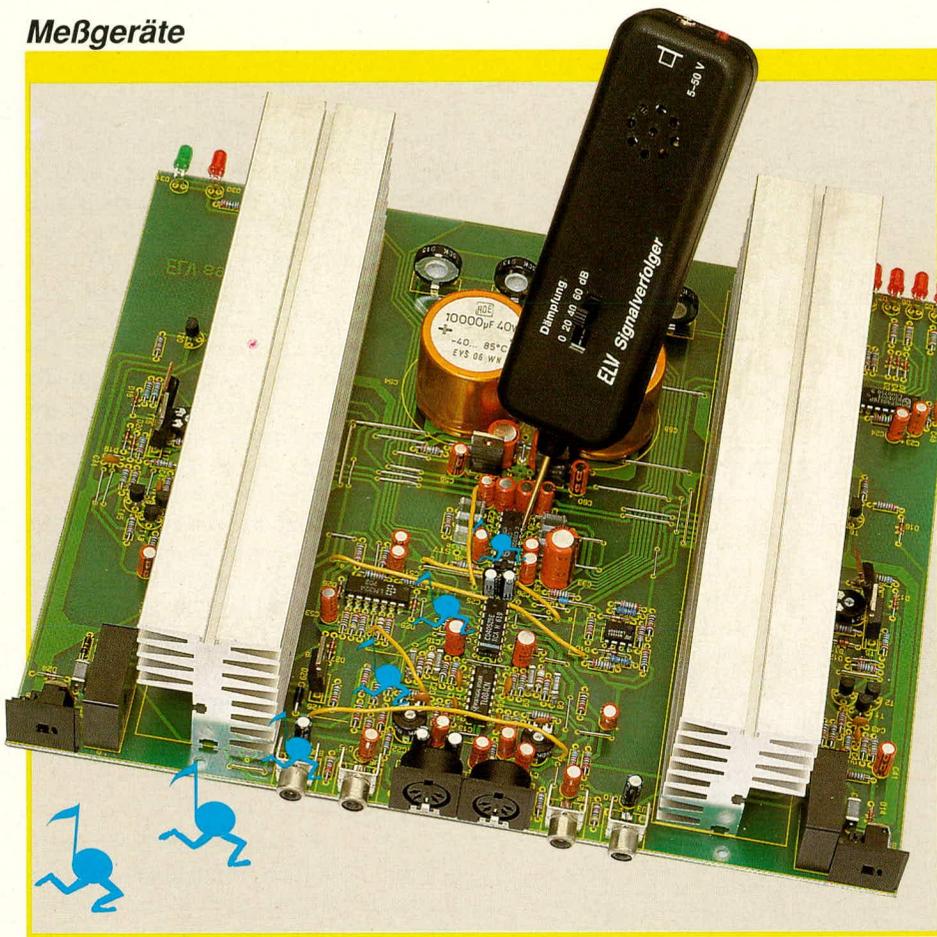
5. Netzteil

Das Netzteil erzeugt insgesamt 4 Spannungen. Zum einen handelt es sich hierbei um die positive 5 V-Versorgungsspannung für den Prozessor sowie die +24 V-Spannung für die Teilnehmer. Bei diesen beiden mit IC 6 (+5 V) und IC 7 (+24 V) stabilisierten Spannungen stellt GND den entsprechenden Bezugspunkt dar.

Zum anderen ist für die Relais eine un stabilisierte Spannung von ca. 4 V vorgesehen, deren positiver Bezugspunkt mit der stabilisierten +5 V-Spannung verbunden ist. Zu guter Letzt steht noch die Rufwechselspannung von ca. 60 V bereit, die mit dem positiven Anschluß der 24 V-Teilnehmerspannung verbunden ist.

Bei Spannungsmessungen ist genau auf die richtigen Bezugspunkte der Spannungen zu achten, damit Meßfehler ausgeschlossen werden.

Nachdem wir uns ausführlich mit der Schaltungstechnik der PTZ 7000 befaßt haben, stellen wir Ihnen im zweiten Teil dieses Artikels den Nachbau und die Inbetriebnahme dieser komfortablen Telefonzentrale vor.



Mini-Signalverfolger

Ein NF-Signalverfolger im Tastkopfgehäuse mit 4fach schaltbarem Abschwächer und integriertem Lautsprecher stellt eine praktische Hilfe bei der Inbetriebnahme und Fehlersuche an Audiogeräten dar.

Allgemeines

Vielfach sind es gerade die kleinen, unscheinbaren Geräte im Elektroniklabor, die dem Anwender einen besonderen Nutzen bringen. So leistet z. B. der hier vorgestellte NF-Signalverfolger im handlichen Tastkopfgehäuse gute Dienste bei der Überprüfung und Fehlersuche an Audiogeräten.

Über eine 2adrige, mit Krokoklemmen versehene Zuleitung, die an der Geräterückseite austritt, wird der Signalverfolger an die Versorgungsspannung des zu prüfenden Audiogerätes (Receiver, Vorverstärker, Endstufe o. ä.) angeschlossen. Die Betriebsspannung darf in einem Bereich zwischen 5 V und 50 V (!) liegen. Mit der an der Gerätefrontseite befindlichen, vergoldeten Tastspitze können nun die verschiedenen Meßpunkte eines Audiogerätes abgetastet und die jeweiligen Signale über den eingebauten Miniatur-Lautsprecher wiedergegeben werden. Sinnvollerweise wird hierzu das zu überprüfende Gerät mit einem repräsentativen NF-Signal, z. B. einem 1 kHz-Prüfsignal, beaufschlagt, so daß man die Qualität der Signalübertragung mit Hilfe des NF-Signalverfolgers beurteilen kann.

Der eingebaute Miniatur-Lautsprecher ermöglicht dabei die unmittelbare Wiedergabe, wobei zusätzlich über die 3,5 mm-Klinkenbuchse auch ein externer Lautsprecher, Kopfhörer oder Ohrhörer anschließbar ist.

Zur Anpassung an unterschiedlichste Signalpegel dient ein schaltbarer Abschwä-

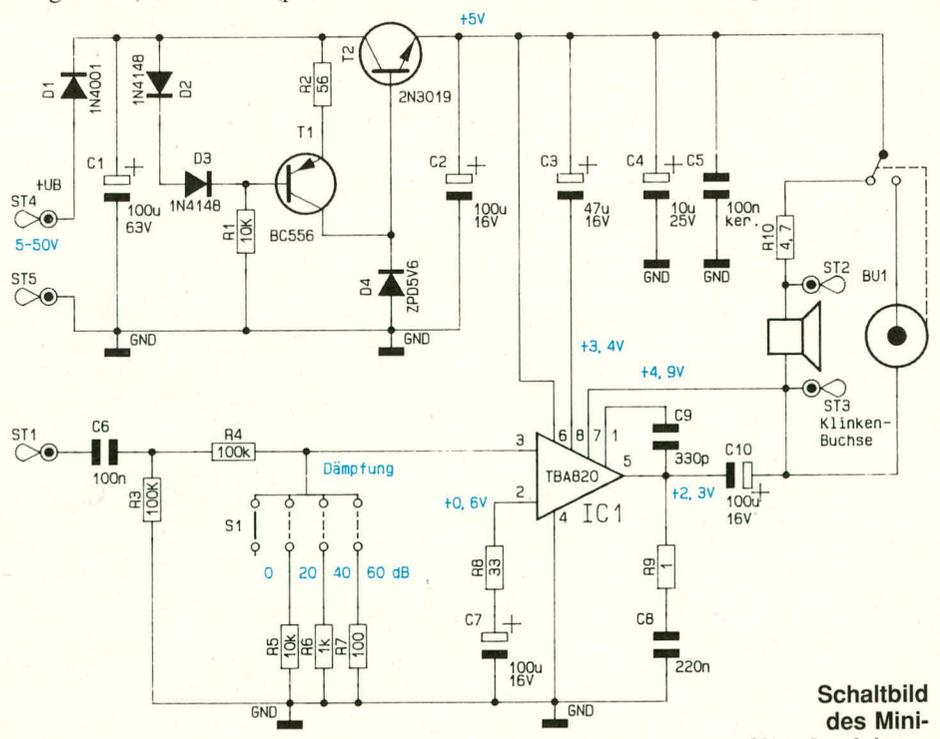
cher, der über insgesamt 60 dB (1000fach) einstellbar ist. So können von sehr kleinen Eingangspiegeln bis hin zu Lautsprecherversorgungen nahezu alle in der Praxis auftretenden NF-Signale abgefragt werden.

Zur Schaltung

Über die an der Geräterückseite austretenden Versorgungsleitungen ST 5 (Schaltungsmasse) und ST 4 (positive Versor-

gungsspannung: 5 V bis 50 V) wird die Schaltung mit ihrer Betriebsspannung versorgt. Über die Verpolungsschutzdiode D 1 gelangt die Betriebsspannung auf den Pufferkondensator C 1 und von dortaus zum Längstransistor T 2, der eine Spannungsstabilisierung in Verbindung mit der Z-Diode D 4 vornimmt.

Damit ein möglichst großer Versorgungsspannungsbereich abgedeckt ist, wird die Z-Diode über die Stromquelle, bestehend



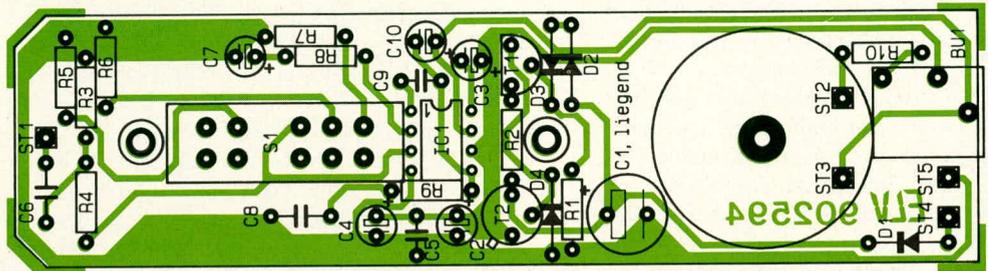
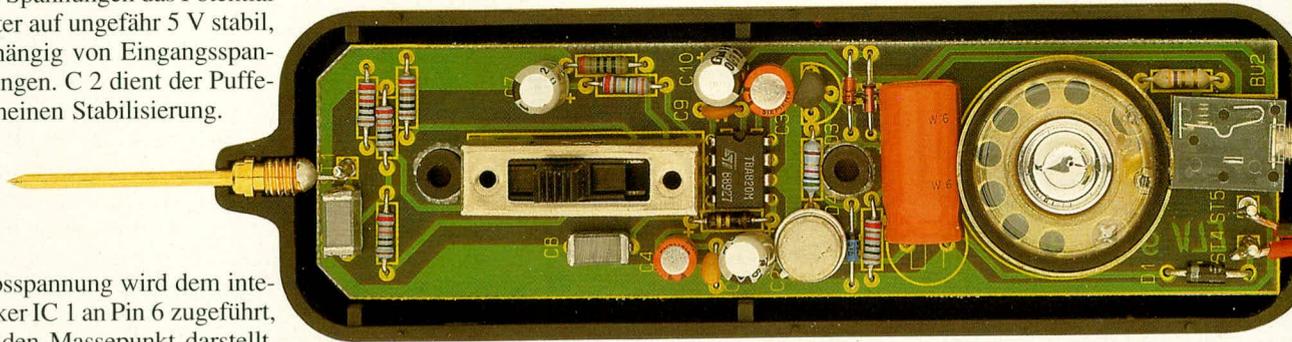
Schaltbild des Mini-Signalverfolgers

aus T 1, D 2, D 3 sowie R 1, R 2, gespeist. Bei sehr niedrigen Betriebsspannungen ist T 2 nahezu vollkommen durchgesteuert und hält bei höheren Spannungen das Potential an seinem Emitter auf ungefähr 5 V stabil, und zwar unabhängig von Eingangsspannungsschwankungen. C 2 dient der Pufferung und allgemeinen Stabilisierung.

Diese Betriebsspannung wird dem integrierten Verstärker IC 1 an Pin 6 zugeführt, während Pin 4 den Massepunkt darstellt. C 7, R 8 legen die Verstärkung fest, während R 9, C 8 sowie C 9 zur Stabilisierung der Verstärkerstufe beitragen. Ausgekoppelt wird das NF-Signal über den Elko C 10, während R 10 als Begrenzungswiderstand für den Miniatur-Lautsprecher fungiert.

Die Eingangssignalanpassung wird über den 4fach-Abschwächer S 1 / R 4 - R 7 im Bereich von 0 bis 60 dB vorgenommen.

Ansicht der bestückten und in die untere Gehäusehalbschale eingebauten Platine des Mini-Signalverfolgers. Darunter ist der Bestückungsplan abgebildet.



Stückliste: Mini-Signalverfolger

Widerstände

| | |
|-------------|----------|
| 1Ω | R 9 |
| 4,7Ω | R10 |
| 33Ω | R 8 |
| 56Ω | R 2 |
| 100Ω | R 7 |
| 1kΩ | R 6 |
| 10kΩ | R 1, R 5 |
| 100kΩ | R 3, R 4 |

Kondensatoren

| | |
|------------------|----------------|
| 330pF | C 9 |
| 100nF, ker | C 5 |
| 100nF | C 6 |
| 220nF | C 8 |
| 10µF/25V | C 4 |
| 47µF/16V | C 3 |
| 100µF/16V | C 2, C 7, C 10 |
| 100µF/63V | C 1 |

Halbleiter

| | |
|------------------|--------|
| TBA820 | IC1 |
| 2N3019 | T2 |
| BC556 | T1 |
| ZPD, 5,6 V | D4 |
| 1N4001 | D1 |
| 1N4148 | D2, D3 |

Sonstiges

- Schiebeschalter, 4 x um, print S 1
- Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print BU 1
- 1 Mini-Lautsprecher
- 3 Lötstifte, 1,3 mm
- 2 Krokoklemmen
- 50 cm isolierte Leitung, 2adrig
- 30 mm Silberdraht

Über die vergoldete Tastspitze wird das NF-Signal an den Platinenanschlußpunkt ST 1 eingekoppelt. Gerade bei Tastspitzen ist eine sichere Kontaktgabe von großer Wichtigkeit, damit Fehlmessungen und, wie hier im Audibereich, unnötiges Knacken und Prasseln vermieden werden (welcher Elektroniker hat sich nicht schon einmal über mangelnde Kontaktgabe bei Prüfspitzen und Tastköpfen geärgert). Hier bietet die hochwertige vergoldete Tastspitze eine optimale Voraussetzung für sichere Kontaktierungen.

Über C 6 gelangt das NF-Signal auf den 4stufigen Abschwächer, der mit S 1 und Zusatzbeschaltung aufgebaut wurde. In der eingezeichneten Schalterstellung gelangt das Signal unabgeschwächt über R 4 auf den Verstärkereingang (Pin 3) des IC 1. In der rechts daneben gezeichneten Schalterstellung bildet R 4 mit R 5 einen Spannungsteiler, wodurch eine Abschwächung um 20 dB erfolgt (genaugenommen um 20,83 dB). In der nächsten Stellung erfolgt eine Abschwächung von 40 dB (R 4 / R 6) und in der ganz rechten Schalterstellung eine Abschwächung um 60 dB (R 4 / R 7).

Durch die nachgeschaltete Verstärkung des IC 1 können Signale im Bereich von wenigen mV bis hin zu 3 V unverzerrt bearbeitet werden, wobei selbst 230 V Wechselspannung dem Gerät kurzzeitig keinen Schaden zufügen.

Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Der Miniatur-Lautsprecher wird mit 2 kurzen Silberdrahtstücken an die Platinenanschlußpunkte ST 2 und ST 3 angelötet. Die 2adrige Versorgungsspannungszuleitung wird an die beiden Lötstifte der Platinenanschlußpunkte ST 4 (positive Versorgungsspannung) und ST 5 (Masse) angesetzt. Ein ca. 10 mm langes Silberdrahtstück verbindet die vergoldete Tastspitze mit dem Platinenanschlußpunkt ST 1.

Nachdem die Bestückung nochmals sorgfältig überprüft wurde, kann ein erster Test vorgenommen werden.

Für den Einbau in das handliche Tastkopfgehäuse sind noch die beiden Aussparungen an der Geräterückseite (hintere Stirnseite) vorzunehmen. Die rechteckige Ausstanzung für den Schiebeschalter sowie die Bohrungen für den Lautsprecher sind bereits im Gehäuse vorhanden. An der Stelle, an welcher der Hals der 3,5 mm-Klinkenbuchse durch das Gehäuse tritt, sind sowohl im Unter- als auch im Oberteil halbkreisförmige Aussparungen im Durchmesser des Buchsenhalses einzubringen. Hierfür ist eine Rund- oder Schüsselfeile besonders geeignet. Unmittelbar daneben wird im Gehäuseoberteil eine kleine Aussparung für die 2adrige Versorgungsspannungszuleitung eingebracht.

Nun kann die Platine in die untere Gehäusehalbschale eingelegt werden, wobei gleichzeitig auch die Tastspitze eingesetzt wird. Die genaue Position ist der Abbildung zu entnehmen. Alsdann wird das Gehäuseoberteil aufgesetzt und mit 2 Knippingschrauben von der Unterseite her fest verschraubt. Nun kann dieses nützliche Testgerät seiner Bestimmung zugeführt werden.

ELV

RGB-BAS-Konverter

Mit dieser kleinen Zusatzschaltung kann über eine Computer-Farbgrafikkarte ein Schwarz-Weiß-Monitor angesteuert werden

Allgemeines

Zahlreiche Computer besitzen zur Ansteuerung eines Monitors einen Farbausgang, bei dem die 3 Primärfarben Rot, Grün und Blau ausgegeben werden. Mit Hilfe der hier vorgestellten Zusatzschaltung kann ein Computer, der mit diesen sogenannten RGB-Ausgängen bzw. mit einer Farbgrafikkarte ausgestattet ist, einen Schwarz-Weiß-Monitor mit BAS- oder Y- und Intensity-Eingang ansteuern.

Durch additive Mischung der 3 Primärfarben (RGB) ist es möglich, auf einem Farbmonitor nahezu jede beliebige Farbe darzustellen. Bei einem Schwarz-Weiß-Bild hingegen wird das Y-Signal (Leuchtdichte) eines jeden Bildpunktes übertragen. Dieses Helligkeitssignal setzt sich aus den verschiedenen Farbanteilen zusammen, jedoch mit unterschiedlicher Gewichtung.

Da das menschliche Auge mit gleicher Intensität abgestrahlte Farben unterschiedlich hell empfindet, kann das Leuchtdichtesignal nicht durch einfache Addition der 3 Primärfarben generiert werden. Entsprechend der Augenempfindlichkeit sind die Primärfarben Rot, Grün und Blau vor der Addition zuerst mit unterschiedlichen Faktoren zu multiplizieren. Diese Faktoren ergeben sich aus der Augenempfindlichkeitskurve, die in Abbildung 1 dargestellt ist.

Das menschliche Auge hat im Grün-Gelb-Bereich bei einer Wellenlänge von ca. 550 nm die größte Empfindlichkeit, die zu den Rot- sowie Blautönen stark abnimmt,

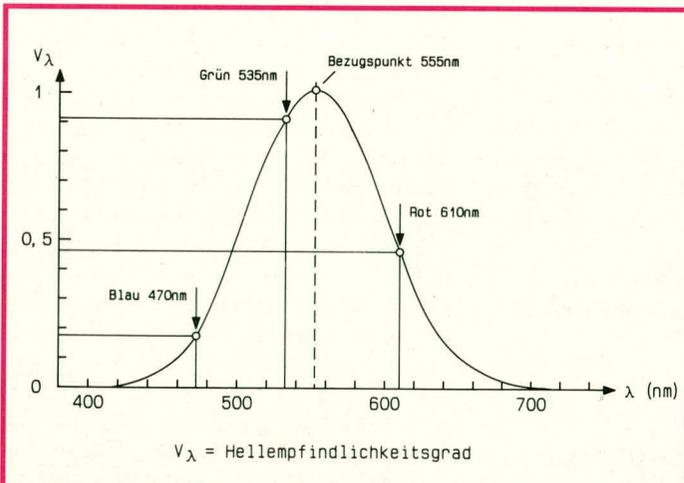


Bild 1: Augenempfindlichkeitskurve

bis hin zum Ultraviolett- und Infrarot-Bereich, in dem das menschliche Auge keine Helligkeitsempfindung mehr besitzt.

Setzen wir die maximale Empfindlichkeit mit 1 an, so hat das menschliche Auge bei der Farbe Grün die Empfindlichkeit von 0,92, bei der Farbe Rot 0,47 und bei der Farbe Blau 0,17. Die Addition dieser 3 Werte ergibt 1,56. Teilen wir die 3 Empfindlichkeitswerte für Rot, Grün und Blau durch 1,56, so erhalten wir den Anteil der entsprechenden Primärfarbe am Leuchtdichtesignal: $Y = 0,3 R + 0,59 G + 0,11 B$

Über eine Widerstandsmatrix werden diese Primärfarben entsprechend der vorher festgelegten Gewichtung zusammengemischt. Hierdurch entsteht für unterschiedliche Spektralfarben ein Helligkeitssignal, entsprechend der Empfindlichkeit des menschlichen Auges. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheiten wurde die nachfolgend detailliert beschriebene Schaltung konzipiert.

Zur Schaltung

Die 3 Farbsignale R (rot), G (grün) und B (blau) werden an den Lötstützpunkten ST 1, ST 2 und ST 3 eingespeist. Bei nicht eingelöteten Brücken BR 14, 16 und 17 ist die Dimensionierung der Widerstandsmatrix R 1 bis R 7 für Eingangspegel von 5 V ausgelegt, während bei eingelöteten Brücken BR 14, 16 und 17 die Eingangssignale für Pegel von 1 V_{SS} ausgelegt sind.

Mit Hilfe der Widerstandsmatrix, bestehend aus R 1 bis R 7, werden die Eingangssignale zusammengemischt entsprechend

der Augenempfindlichkeit für verschiedene Farbtöne. Über R 21 wird das von Pin 8 des IC 2 C kommende Composite-Sync-Signal zugesetzt. Auf die Erzeugung dieses Signals gehen wir separat im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher ein.

Das so entstandene BAS-Signal gelangt über C 1 auf die Basis der ersten Verstärkerstufe, bestehend aus T 1 mit Zusatzbeschaltung. Die Verstärkung wird durch die Widerstände R 10 und R 11 festgelegt. Durch C 2 werden hohe Frequenzen angehoben. Der Gleichspannungs-Arbeitspunkt dieser sowie auch der nachfolgenden, mit T 2 aufgebauten Stufe wird durch die Widerstände R 8 und R 9 bestimmt.

Das Nutzsignal der ersten Stufe wird am Kollektor von T 1 mit einer Phasendrehung von 180° abgenommen und auf die Basis des zweiten Verstärkertransistors T 2 gegeben. Am Kollektor dieses Transistors steht nun das BAS-Signal mit der eingespeisten Phasenlage sowie einer Amplitude von 1 V_{SS} an. Der Widerstand R 12 bestimmt hierbei die Ausgangsimpedanz dieser Stufe. Das Videosignal wird über C 3 entkoppelt und steht am Lötstift ST 10 zur Verfügung.

Damit dieser Konverter möglichst universell einsetzbar ist, wurde ein zweiter Verstärker auf derselben Platine realisiert, dessen Ausgang zur Ansteuerung von Monitoren geeignet ist, die ein BAS-Videosignal mit einer Amplitude von 5 V_{SS} benötigen.

Hierzu wird das am Kollektor von T 2 anstehende BAS-Signal über den Koppelkondensator C 8 auf die Basis des Transistors T 5 gegeben. Mit der Diode D 2 wird dieses BAS-Signal auf einen mit R 22, 23 festgelegten Gleichspannungspegel geklemmt. Gleichzeitig bestimmen diese Widerstände den Arbeitspunkt des folgenden, mit T 5 bis T 7 aufgebauten Verstärkerteils.

Eine erste Verstärkung nimmt T 5 vor, an dessen Kollektor das Signal 180° pha-

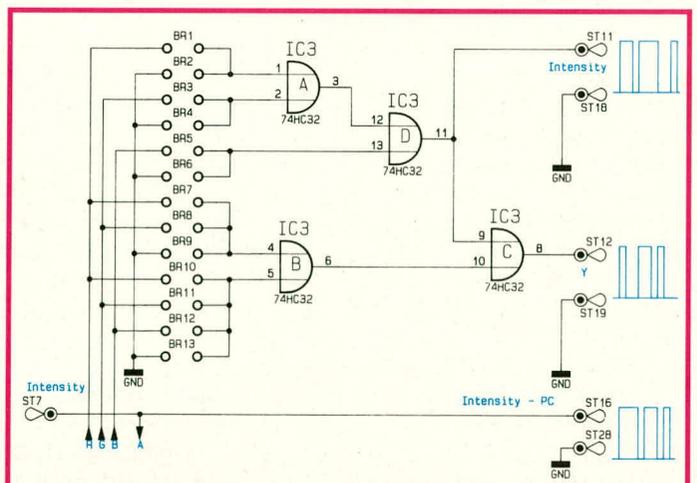
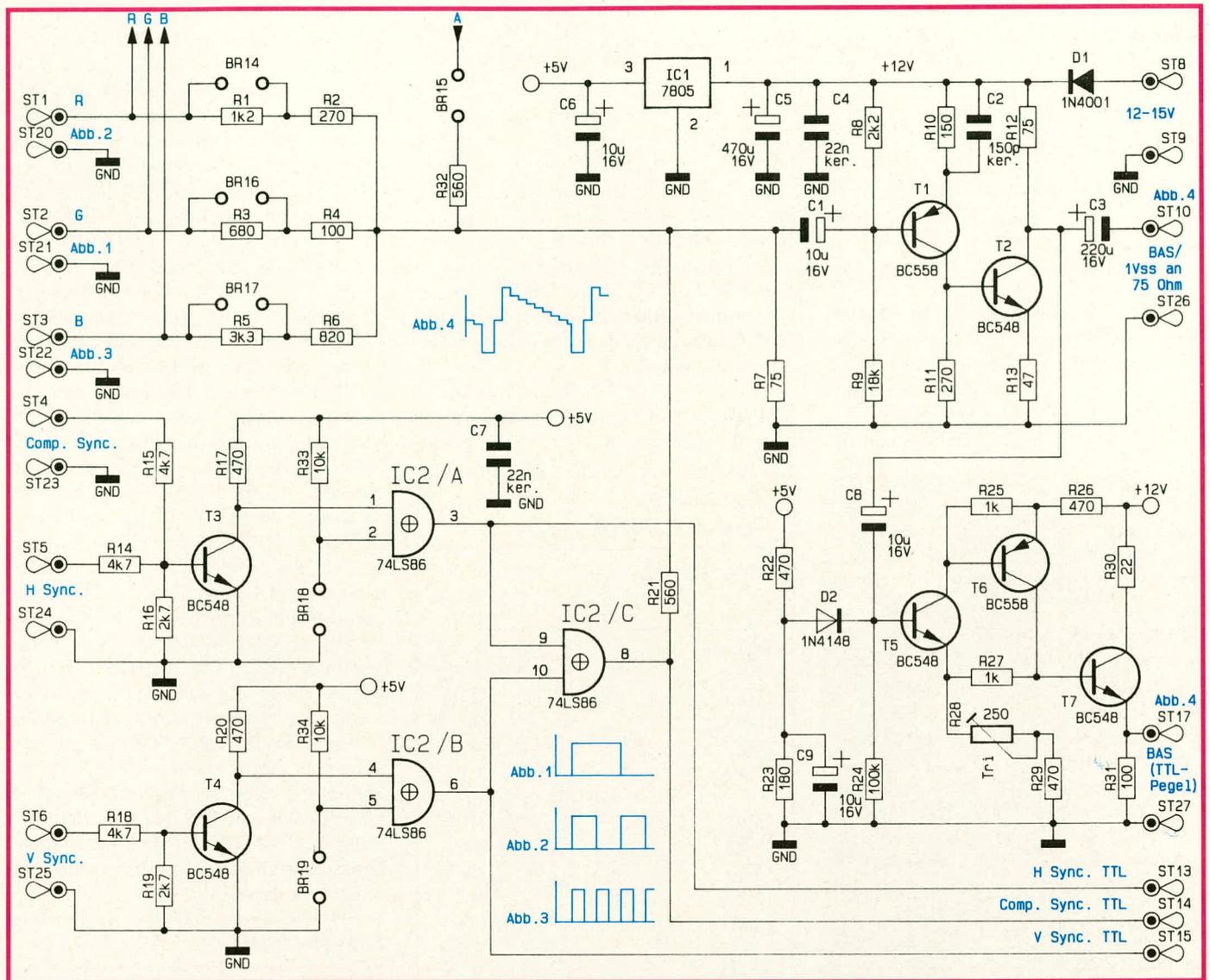


Bild 2: Ergänzungsschaltbild zur Ansteuerung von Monitoren mit Y- (Video) und Intensity-Signalen



Hauptschaltbild des RGB-BAS-Konverters

sengedreht abgenommen und auf die folgende, mit T 6 aufgebaute Stufe gegeben wird. Hier erfolgt eine weitere Verstärkung und nochmalige Phasendrehung. Mit Hilfe des Trimmers R 28 kann die Ausgangsamplitude zwischen ca. 4 V und 6 V variiert werden.

Der Transistor T 7 ist als Emitterfolger und damit als Impedanzwandler geschaltet, so daß am Emitter das BAS-Ausgangssignal niederohmig zur Verfügung steht. Dieses Videosignal kann am Lötstift ST 17 abgenommen werden.

Kommen wir als nächstes zur Synchronimpulsbearbeitung. Bei diesem Schaltungsteil sind ebenfalls verschiedene Möglichkeiten für einen universellen Einsatz vorgesehen.

Am Lötstützpunkt ST 4 kann, falls vorhanden, ein Composite-Sync-Signal eingespeist werden. Alternativ dazu ist auch die Ansteuerung mit getrennten H-Sync (an ST 5) und V-Sync (an ST 6) vorgesehen. Die Amplitude dieser Synchronimpulse kann zwischen 1 V und 5 V variieren.

Die Transistoren T 3 und T 4 nehmen

eine Pegelanpassung für die nachfolgenden Gatter IC 2 A, B auf 5 V vor. Mit Hilfe der Brücken BR 18 und BR 19 kann die Polarität der Synchronsignale den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden. Auf diese Weise können Steuerimpulse sowohl mit positiver als auch mit negativer Polarität Verwendung finden. Liegt an IC 2 A (Pin 2) ein High-Signal an, so kann am Ausgang (Pin 3) das Composite-Sync- bzw. das H-Sync-Signal invertiert entnommen werden. Da eine Invertierung des Eingangssignals bereits mit T 3 erfolgte, liegt hierdurch an Pin 3 des IC 2 das Sync-Signal wieder mit der ursprünglichen Phasenlage an. Wird Pin 2 des IC A hingegen über BR 18 auf Low-Potential gezogen, erfolgt durch dieses Gatter keine Invertierung, und

an Pin 3 steht somit, auf das Eingangssignal an ST 4, 5 bezogen, ein um 180° phasengedrehtes Signal an.

Die mit T 4 und IC 2 B aufgebaute Schaltung arbeitet in gleicher Weise wie vorstehend beschrieben, jedoch für die vertikalen Synchronsignale. Das nachgeschaltete EXOR-Gatter IC 2 C verknüpft die vertikalen und horizontalen Synchronimpulse zu einem Composite-Sync-Signal.

An den Lötstiften ST 13, ST 14 und ST 15 können nun sämtliche Synchronimpulse mit der vorher festgelegten Polarität entnommen werden.

Eine weitere Art, monochrome Monitore anzusteuern, besteht in der Einspeisung eines digitalen Y- (Video) und Intensity-Signals. Auch hierfür ist dieser Konverter ausgelegt. Da entsprechende Monitore nicht in der Lage sind, verschiedene Graustufen darzustellen, wird am Y- (Video) Eingang lediglich ein Hell-Dunkel-Signal eingespeist. Eine Gewichtung der 3 Primärfarben ist hierbei nicht erforderlich.

Einige, vermutlich sogar die meisten der vorstehend erwähnten Monitore verfügen

zusätzlich über einen Intensity-Eingang, der es ermöglicht, die halbe Helligkeit darzustellen, entsprechend schwarz, weiß sowie eine Graustufe.

Zur Generierung der betreffenden Steuersignale ist die in Abbildung 2 gezeigte Schaltung vorgesehen. An den Lötstiften ST 1 bis ST 3 wird das digitale RGB-Signal mit einer Amplitude von 5 V (TTL-Pegel) eingespeist. Mit den Brücken BR 1 bis BR 6 können von 3 Primärfarben 1, 2 oder auch alle 3 zur Ausgabe der vollen Helligkeit gewählt werden. Die Brücken BR 7 bis BR 13 dienen zur Auswahl einer bzw. zweier Primärfarben, die mit halber Helligkeit (grau) wiedergegeben werden sollen. Hierzu folgendes Beispiel:

Angenommen, die Farben Rot und Grün

sollen mit voller, Blau hingegen mit halber Helligkeit abgebildet werden, so sind die Brücken BR 1, BR 3, BR 6, BR 9 sowie BR 12 zu schließen. Alle anderen Brücken bleiben in diesem Fall offen. Soll hingegen die Farbe Grün mit voller, Rot und Blau hingegen mit halber Helligkeit angezeigt werden, sind die Brücken BR 2, 3, 6, 7 und 12 zu schließen, und alle übrigen Brücken bleiben unbestückt.

Am Lötstift ST 12 kann das Y- (Video) Signal und an ST 11 das Intensity-Signal entnommen werden. Die zugehörigen Masseanschlußstifte sind direkt daneben angeordnet (ST 18, 19).

Bei einigen Grafikkarten besteht die Möglichkeit, ein Intensity-Signal direkt aus dem Rechner zu entnehmen (z. B. bei der

CGA-Karte von PCs). In diesen Anwendungsfällen wird am Lötstift ST 12 das Helligkeitssignal abgenommen, während das Intensity-Signal zur Steuerung der halben Helligkeit direkt vom Rechner geliefert wird. Auf der Platine sind daher die Lötstifte ST 17 und ST 16 direkt miteinander verbunden, so daß jetzt vom Rechner gesteuert alle nicht gesättigten Farben dunkler darstellbar sind.

Soll eine Grafikkarte mit digitalen RGB-Signalen an einen Monitor mit BAS-Eingang angeschlossen werden, so ist sogar die Darstellung von 8 Graustufen möglich. Wird zudem über die Brücke BR 15 und den Widerstand R 32 das Intensity-Signal zugemischt, erhöht sich die Auflösung sogar auf 16 Graustufen.

Für den Betrieb der gesamten Schaltung wird eine unstabilierte Gleichspannung im Bereich zwischen 12 V und 15 V benötigt, die z. B. ein 12 V/300 mA-Stecker-Netzteil bereitstellt. Diese an den Schaltungspunkten ST 8 (+12 V) und ST 9 (Masse) angelegte Gleichspannung gelangt über die Verpolungsschutzdiode auf die beiden Videoverstärker (T 1, 2 sowie T 5, 6, 7), welche direkt mit dieser unstabilierten Versorgungsspannung betrieben werden. Der Festspannungsregler IC 1 des Typs 7805 nimmt eine Stabilisierung auf +5 V vor zur Speisung der gesamten übrigen Schaltung. Der Kondensator C 5 dient als Siebelko, während C 4, C 6 und C 7 zur Schwingneigungsunterdrückung und allgemeinen Stabilisierung dienen.

Zum Nachbau

Für den Aufbau steht eine Leiterplatte mit den Abmessungen 64 mm x 86 mm zur Verfügung. Zuerst werden die Widerstände und Dioden durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und auf der Leiterbahnseite leicht abgewinkelt. Nun kann die Platine umgedreht und fest auf eine ebene Unterlage gedrückt werden, worauf die Beinchen nacheinander verlötet und die Drahtenden möglichst kurz abgekniffen werden. Es folgen die höheren Bauelemente wie integrierte Schaltkreise, Kondensatoren, Transistoren usw.. Die Lötstifte sind fest in die zugehörigen Bohrungen zu drücken und ebenfalls auf der Leiterbahnseite sorgfältig zu verlöten. Die Drahtbrücken werden ausnahmsweise zuletzt bestückt, da das Einsetzen, wie eingangs bereits beschrieben, den individuellen Bedürfnissen entsprechend vorgenommen werden kann. Grundsätzlich sind auch anstelle der Drahtbrücken Mini-Dip-Schalter einsetzbar, wodurch die Funktion der Schaltung leicht auf neue Gegebenheiten eingestellt werden kann. Ist die Bestückung nochmals sorgfältig überprüft, kann die Verdrahtung zum Rechner und zum Monitor erfolgen. **ELV**

Stückliste RGB-BAS-Konverter

Widerstände

| | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| 22Ω | R 30 |
| 47Ω | R 13 |
| 75Ω | R 7, R 12 |
| 100Ω | R 4, R 31 |
| 150Ω | R 10 |
| 180Ω | R 23 |
| 270Ω | R 2, R 11 |
| 470Ω | R 17, R 20, R 22, R 26, R 29 |
| 560Ω | R 21, R 32 |
| 680Ω | R 3 |
| 820Ω | R 6 |
| 1kΩ | R 25, R 27 |
| 1,2kΩ | R 1 |
| 2,2kΩ | R 8 |
| 2,7kΩ | R 16, R 19 |
| 3,3kΩ | R 5 |
| 4,7kΩ | R 14, R 15, R 18 |
| 10kΩ | R 33, R 34 |
| 18kΩ | R 9 |
| 100kΩ | R 24 |
| Trimmer, PT 10, steh., 250Ω ... | R 28 |

Kondensatoren

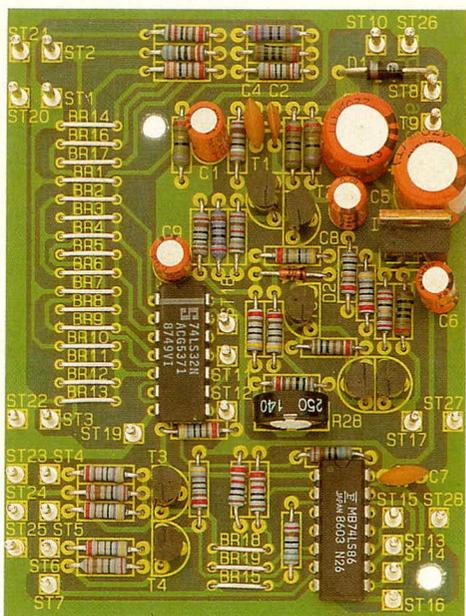
| | |
|------------------|--------------------|
| 150pF, ker | C 2 |
| 22nF, ker | C 4, C 7 |
| 10µF/16V | C 1, C 6, C 8, C 9 |
| 220µF/16V | C 3 |
| 470µF/16V | C 5 |

Halbleiter

| | |
|--------------|--------------|
| 74HC32 | IC 3 |
| 74LS86 | IC 2 |
| 7805 | IC 1 |
| BC548 | T 2-T 5, T 7 |
| BC558 | T 1, T 6 |
| 1N4001 | D 1 |
| 1N4148 | D 2 |

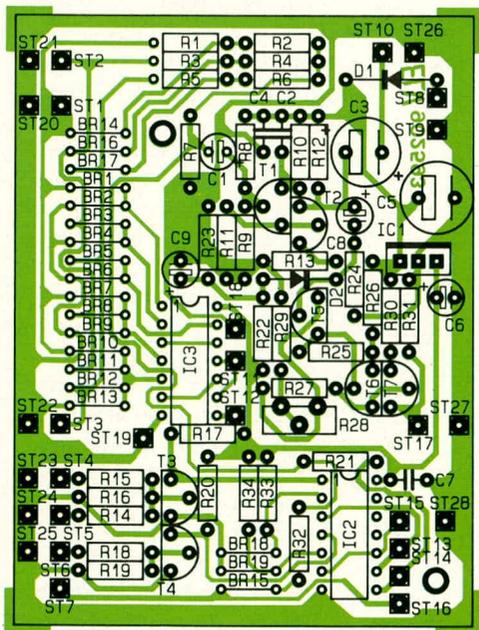
Sonstiges

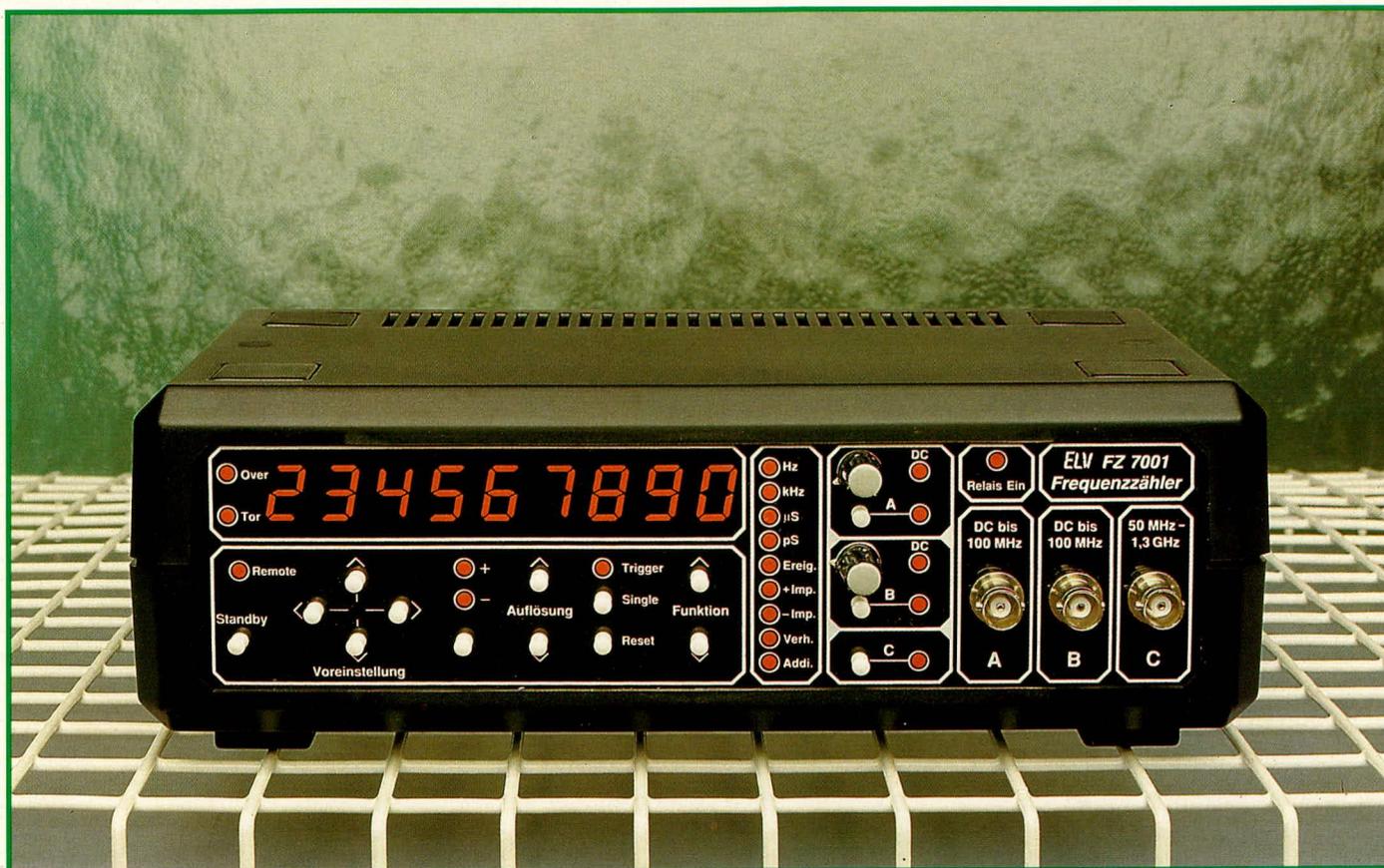
| |
|----------------------|
| 28 Lötstifte, 1,3 mm |
| 400 mm Silberdraht |



oben: Ansicht des fertig aufgebauten RGB-BAS-Konverters

unten: Bestückungsplan des RGB-BAS-Konverters





Prozessor-Frequenzzähler

FZ 7001

Teil 5

Im fünften und abschließenden Teil dieser Artikelserie stellen wir Ihnen den Aufbau und die Inbetriebnahme des Gesamtgerätes vor.

Der Aufbau

Der FZ 7001, ein umfangreiches, wenngleich kompakt untergebrachtes „Schaltungspaket“, besteht aus insgesamt 9 (!) Teilplatinen. Besprochen wurde bereits der Aufbau der 3 Vorverstärker; kommen wir also nun zu den weiteren Platinen sowie zur Endmontage, die sich trotz der recht beschränkten Platzverhältnisse problemlos durchführen läßt.

Gemäß Stückliste, Bestückungsaufdruck und Schaltbild werden die Grund- und Prozessorplatine, die Frontplatine, Eingangsteiler- und Prozessorzählerplatine sowie die kleine Poti-Hilfsplatine in bekannter Weise bestückt und verlötet. Daß hierbei, Bauteil für Bauteil, höchste Aufmerksamkeit geboten ist, versteht sich eigentlich von selbst; bei rund 600 elektrischen/elektronischen Einzelkomponenten schleicht sich leicht der eine oder andere Bestückungsfehler ein,

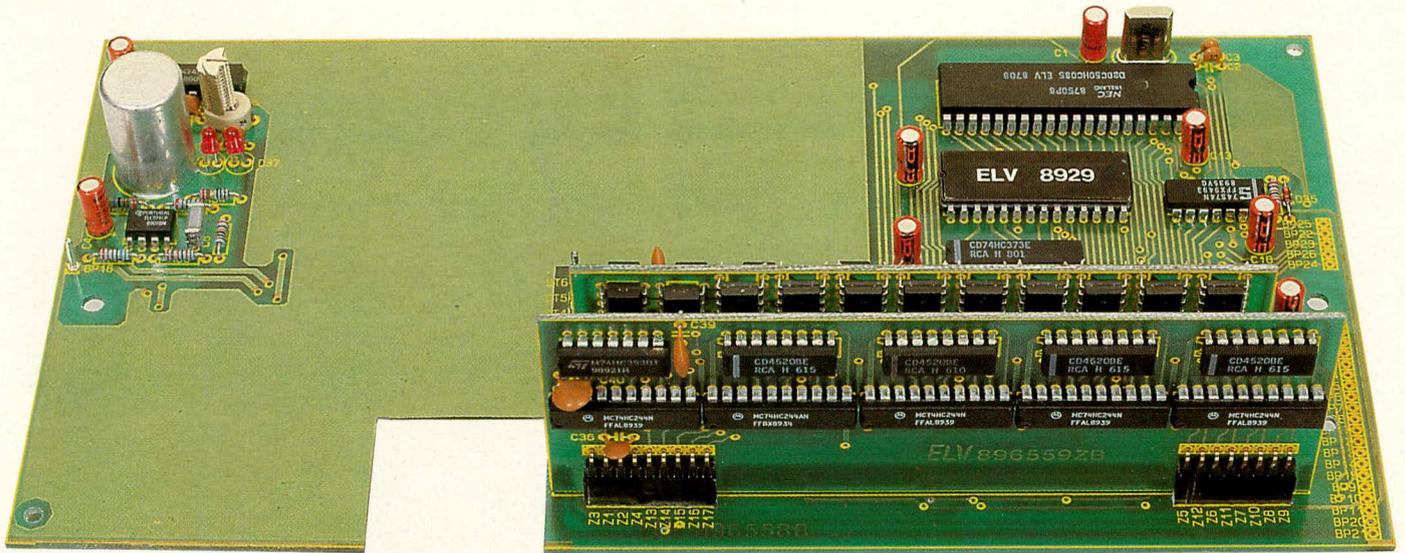
der dann unter Umständen später nur schwer zu lokalisieren ist!

Einige Besonderheiten bei der Bestückung sind zu erwähnen: Der Netztrafo wird zur Erhöhung der Stabilität mit 4 Schrauben M 3 x 6 und entsprechenden Muttern befestigt und erst danach angelötet. Aus Platzgründen sollten die insgesamt 26 diskreten Transistoren mit recht kurzen Anschlußbeinchen, also möglichst nah an den zugehörigen Platinen eingelötet werden, und die LEDs der Frontplatine benötigen einen Spitzen-Abstand von 10 mm zur Platine. Weiterhin müssen die Beinchen der beiden Potis unmittelbar am Poti-Trägerkörper rechtwinklig nach vorne (= zur Achse hin) abgelenkt werden, worauf die Potis von der Leiterbahnseite her durch die Hilfsplatine zu stecken und vor dem Verlöten anzuschrauben sind.

Die Eingangsteiler- und die Prozessorzählerplatine wird über gewinkelte Steckkontakte und entsprechende Aufnahmebuch-

senleisten mit der Prozessorplatine verbunden und später über je 2 angelötete Lötstifte rüttelsicher fixiert. Diese Montageart ist besonders servicefreundlich: würden die Platinen stattdessen über die Stoßkanten von Leiterbahnen elektrisch und mechanisch verbunden, so ergäbe sich im Falle etwaiger Defekte praktisch keine Möglichkeit, in dem engen Platinenzwischenraum an Meßpunkte o. ä. zu gelangen, geschweige denn eine Platine ohne erhebliche Probleme wieder auszulöten. Dies ist nun sehr einfach möglich, da lediglich 2 Lötstifte von der Lötseite der Prozessorplatine her zu lösen wären.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, daß die Winkelsteckerleisten mit ihrem Plastikkörper unmittelbar auf Eingangsteiler- und Prozessorzählerplatine aufliegen, d. h. die Kontaktstifte sollen bei möglichst geringem Abstand parallel zu den besagten Platinen ausgerichtet sein. Die herstellerseitig als Langmaterial gelieferten Stecker-



unten = Verschraubungsseite, erkennbar an 2 Montagebohrungen).

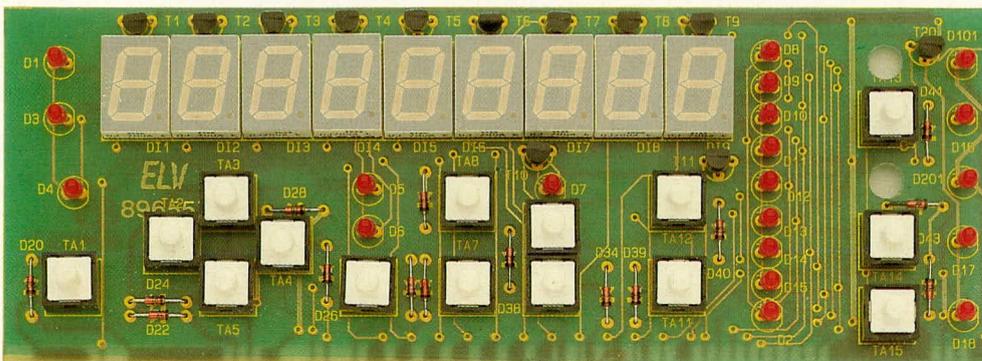
Sind die Vorverstärker entsprechend konfektioniert, so werden sie zunächst in der ungefähren späteren Lage auf die Prozessorplatine gelegt und dort der Tabelle entsprechend an ST 1 bis ST 6 angeschlossen, wobei die Zuleitungen von VVC unter

VVB und VVA durchgeführt werden sollen. Dann wird die Grundplatine (mit Front- und Poti-Hilfsplatine) darübersetzt und über 2 Abstandsrollen M 4 x 55 mm sowie den zugehörigen Schrauben und Muttern fest mit der Prozessorplatine verbunden. Nun können die Vorverstärker über je 2 Knippingschrauben in ihrer endgültigen

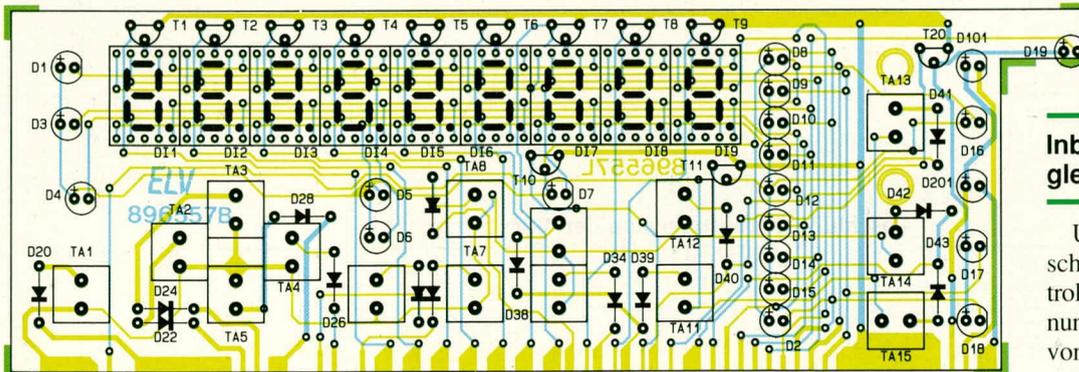
Position auf der Grundplatine fixiert werden, und es folgt das Verlöten der zugehörigen insgesamt 9 Leitungen mit der Grundplatine gemäß Tabelle 1.

Als nächstes werden Grund- und Prozessorplatine elektrisch miteinander verbunden, wozu 2 Flachbandleitungen (5- und 20polig) sowie eine Einzelader vorgesehen sind. Die Flachbandleitungen werden zunächst auf 65 mm Länge gebracht und dann beidseitig um jeweils 5 mm abisoliert, so daß eine Isolationslänge von 55 mm übrigbleibt. Die Leitungen sind dann in die zugehörigen Kontaktreihen am linken Rand von Grund- und Prozessorplatine zu führen und anzulöten. Der Einzeldraht verbindet die beiden Lötstützpunkte BP 16 auf Grund- und Prozessorplatine, aufzufinden in unmittelbarer Nähe des rechten Montagepostens.

Die elektrischen Aufbauarbeiten am FZ 7001 sind damit abgeschlossen, und wir kommen zur Inbetriebnahme und zum Abgleich.



Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine (Originalgröße 195 x 65 mm)



Bestückungsplan der Anzeigenplatine

Inbetriebnahme und Abgleich

Unmittelbar nach dem ersten Einschalten des Gerätes wird eine Kontrolle der wesentlichen Betriebsspannungen durchgeführt. Zuerst sind die von der Basisplattenunterseite aus zugänglichen Wechselspannungs-Sekundäranschlüsse des Netztransfor-

mators auf korrekte Spannungswerte hin zu überprüfen.

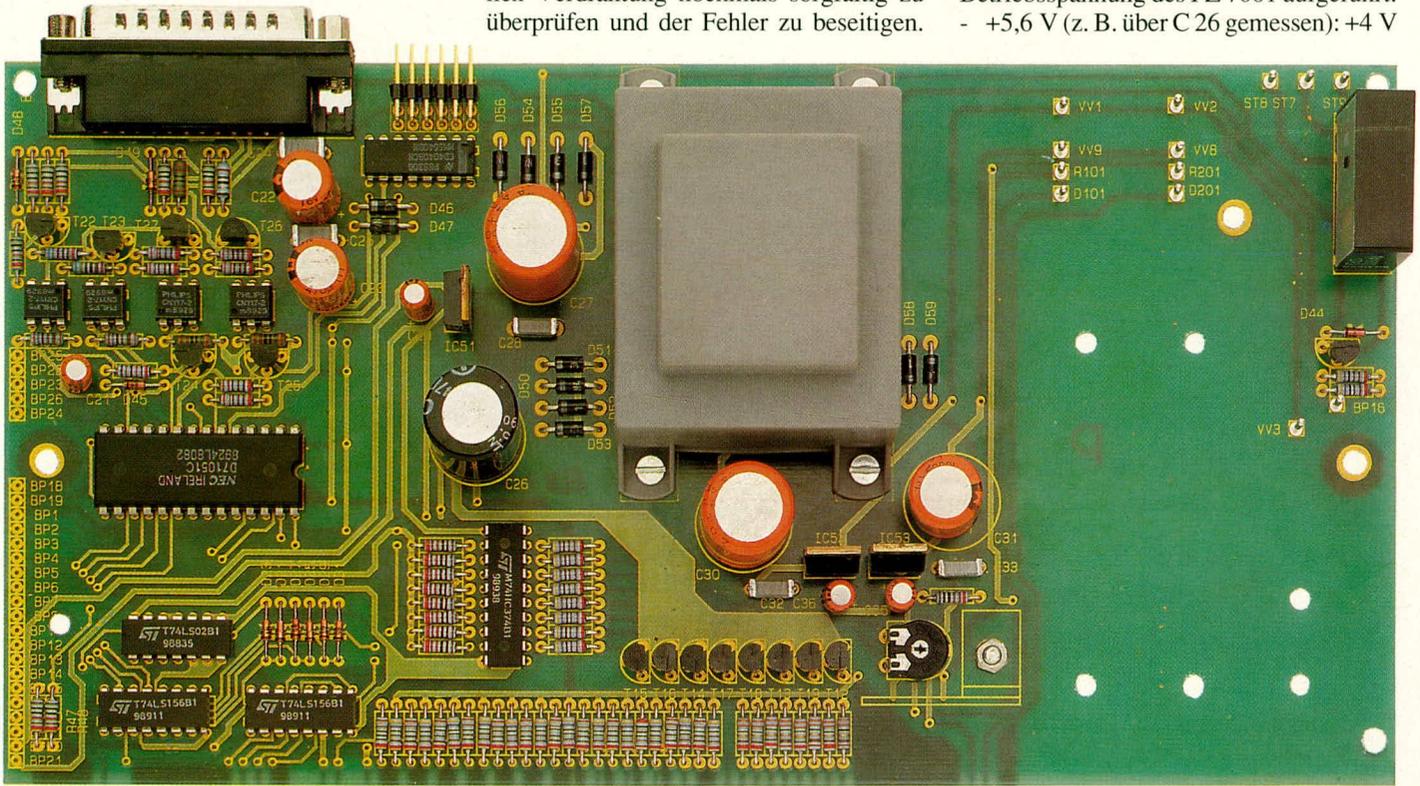
Die Wechselspannung der 4 V/1 A-Wicklung kann im Bereich zwischen 3,8 V und 5,0 V liegen (je nach Anzahl der angesteuerten Segmente der Digitalanzeige).

Die beiden 8 V/0,5 A-Wicklungen sollten Spannungen zwischen 8 V und 11 V

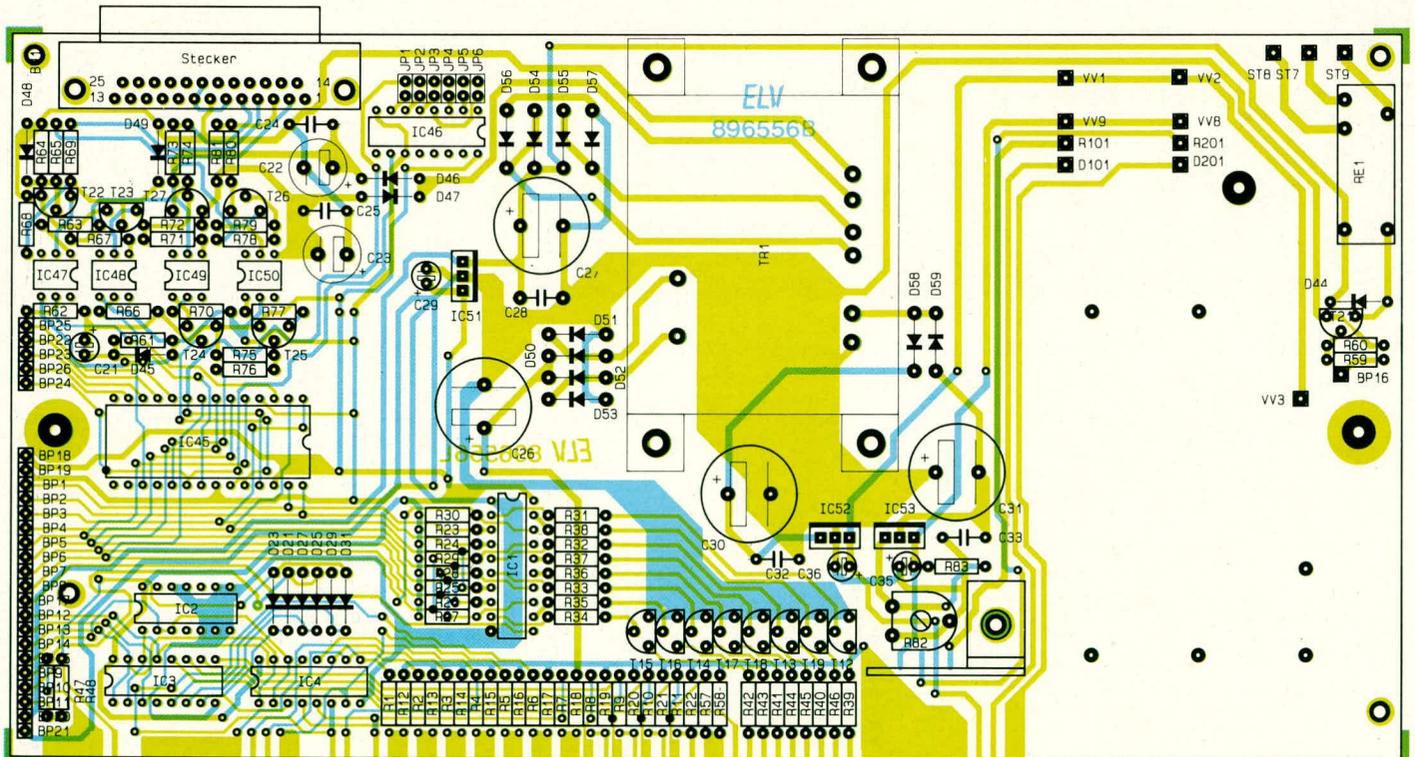
abgeben, während die 9 V/0,1 A-Wicklung eine Spannung zwischen 9 V und 12 V bereitstellen muß.

Treten gravierende Abweichungen auf, insbesondere auch bei deutlich niedrigeren Spannungswerten, ist das Gerät unverzüglich auszuschalten, vom Netz zu trennen, Bestückung sowie Gesamtaufbau einschließlich Verdrahtung nochmals sorgfältig zu überprüfen und der Fehler zu beseitigen.

Läßt sich kein Fehler feststellen, empfiehlt es sich, durch Auftrennen einer Leiterbahn an geeigneter Stelle den Stromfluß des von den Vorgaben abweichenden Zweiges zu überprüfen und so Schritt für Schritt der Ursache näher zu kommen. Nachfolgend sind die einzelnen Spannungs- und Stromwerte auf der Gleichspannungsseite der Betriebsspannung des FZ 7001 aufgeführt:
 - +5,6 V (z. B. über C 26 gemessen); +4 V



Ansicht der fertig bestückten Basisplatte (Originalgröße 245 x 127 mm)



Bestückungsplan der Basisplatte des Prozessor-Frequenzzählers FZ 7001

bis +6 V bei einem Stromfluß zwischen 20 mA und 800 mA

- Eingangsspannung des IC 51 (zwischen Pin 1 und Pin 2 des IC 51 gemessen): +8 V bis +12 V bei einem Stromfluß zwischen 0,1 A und 0,3 A

+5 V (zwischen Pin 3 und Pin 2 des IC 51 gemessen): +4,75 V bis +5,25 V bei einem Stromfluß 0,1 bis 0,3 A

- Eingangsspannung des IC 52 (zwischen Pin 1 und Pin 2 gemessen): +8 V bis +12 V bei einem Stromfluß von 50 mA

bis 200 mA

- +5 V des IC 52 (zwischen Pin 3 und Pin 2 gemessen): +4,75 V bis +5,25 V bei einem Stromfluß von 50 mA bis 200 mA
- Eingangsspannung des IC 53 (zwischen Pin 1 und Pin 3 gemessen): -8 V bis -12 V bei einem Stromfluß von 50 mA bis 200 mA

- -5,2 V des IC 53 (gemessen zwischen GND/Pin 2 des IC 52 und Pin 2 des IC 53): -5,2 V bis -5,25 V bei einem Stromfluß von 50 mA bis 200 mA.

Mit dem Trimmer R 82 wird die Ausgangsspannung auf möglichst genau -5,20 V eingestellt, bei einer maximalen Spannung von - 5,25 V.

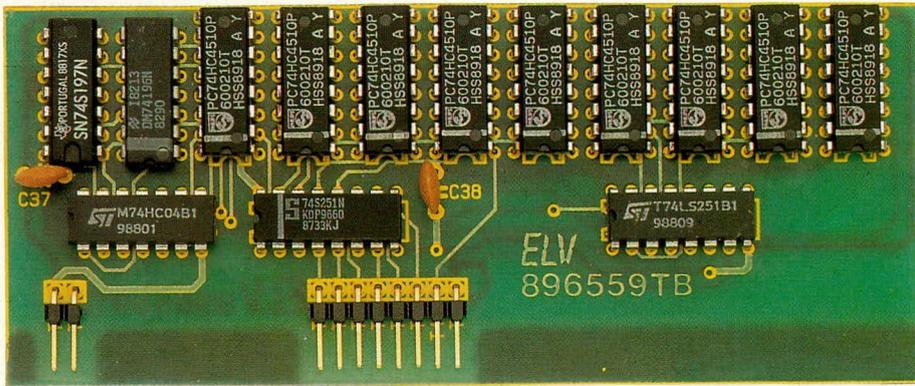
Die angegebenen Ströme brauchen nicht unbedingt gemessen zu werden, sofern die Spannungen im angegebenen Toleranzbereich liegen, da für die Strommessungen Leiterbahnen durchtrennt werden müßten und dies nur bei dringendem Erfordernis erfolgen sollte.

Als nächstes empfiehlt es sich, die Betriebsspannungen einzelner ICs auf den verschiedenen Leiterplatten des FZ 7001 zu prüfen, wodurch sichergestellt wird, daß auch alle Bauelemente die erforderliche Versorgungsspannung zugeführt bekommen.

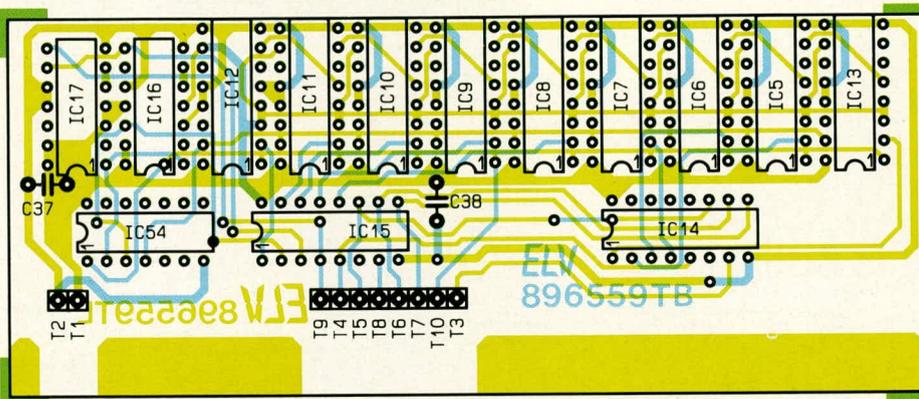
Eine besonders wichtige Einstellung ist der Abgleich des Quarzoszillators, der die Genauigkeit des Frequenzzählers bestimmt. Der Spezialquarz mit der Heizelektronik und Sensorik zur Temperaturrückführung ist im IC 43 des Typs SQ 27 integriert.

Unmittelbar nach dem Einschalten des Gerätes erfolgt zunächst die Aufheizphase, die durch Aufleuchten der LEDs D 36, D 37 gekennzeichnet ist (auf der Prozessorplatte). Je nach Umgebungstemperatur werden diese LEDs innerhalb etwa einer Minute erlöschen. Nach einer weiteren Minute haben sich stabile Temperaturverhältnisse gebildet, und die volle Anzeigenauigkeit des FZ 7001 steht zur Verfügung. Für den Abgleich hingegen sollte das Gerät mindestens eine halbe Stunde arbeiten, woraufhin eine genau bekannte Referenzfrequenz gemessen werden soll. Diese kann aufgrund der gleichbleibend hohen Auflösung des FZ 7001 im Bereich zwischen 10 Hz und 10 MHz liegen. Mit dem Kondensatortrimmer C 9 wird nun genau diese exakt bekannte Referenzfrequenz auf der Anzeige des FZ 7001 eingestellt. Zunächst sollte hierbei eine 7stellige Auflösung gewählt werden, wodurch eine schnelle Meßfolgefrequenz und damit angenehme Einstellung des Trimmers zu erreichen ist, und anschließend wird die Auflösung auf 8, für den Feinabgleich auf 9 Stellen (volle Auflösung) erhöht und dadurch die bestmögliche Genauigkeit erzielt.

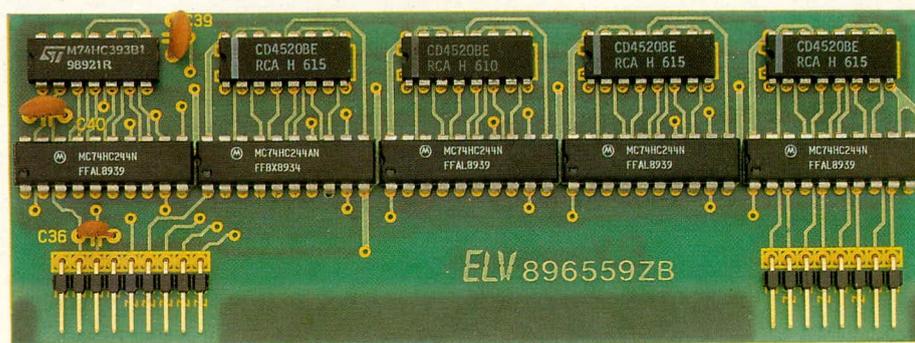
Nachdem das Gerät in Betrieb genommen und komplett abgeglichen wurde, folgt die Endmontage.



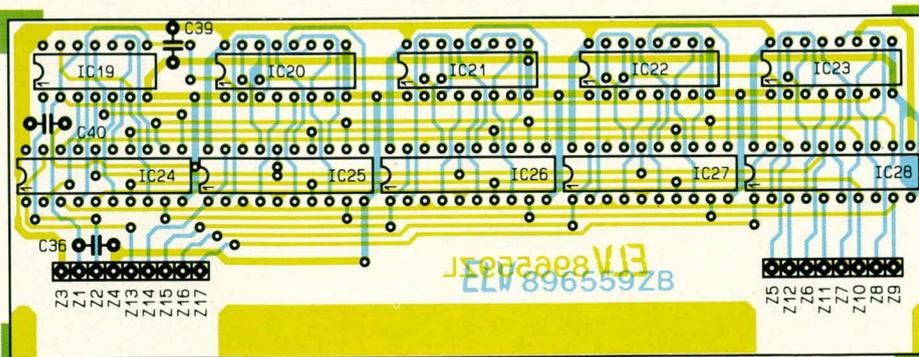
Ansicht der Eingangsteilerplatte (Originalgröße 119 x 49 mm)



Bestückungsplan der Eingangsteilerplatte



Ansicht der Prozessorzählerplatte (Originalgröße 134 x 49 mm)

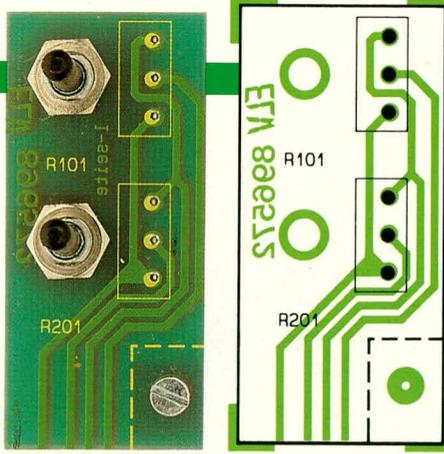


Bestückungsplan der Prozessorzählerplatte

Gehäuseeinbau des FZ 7001

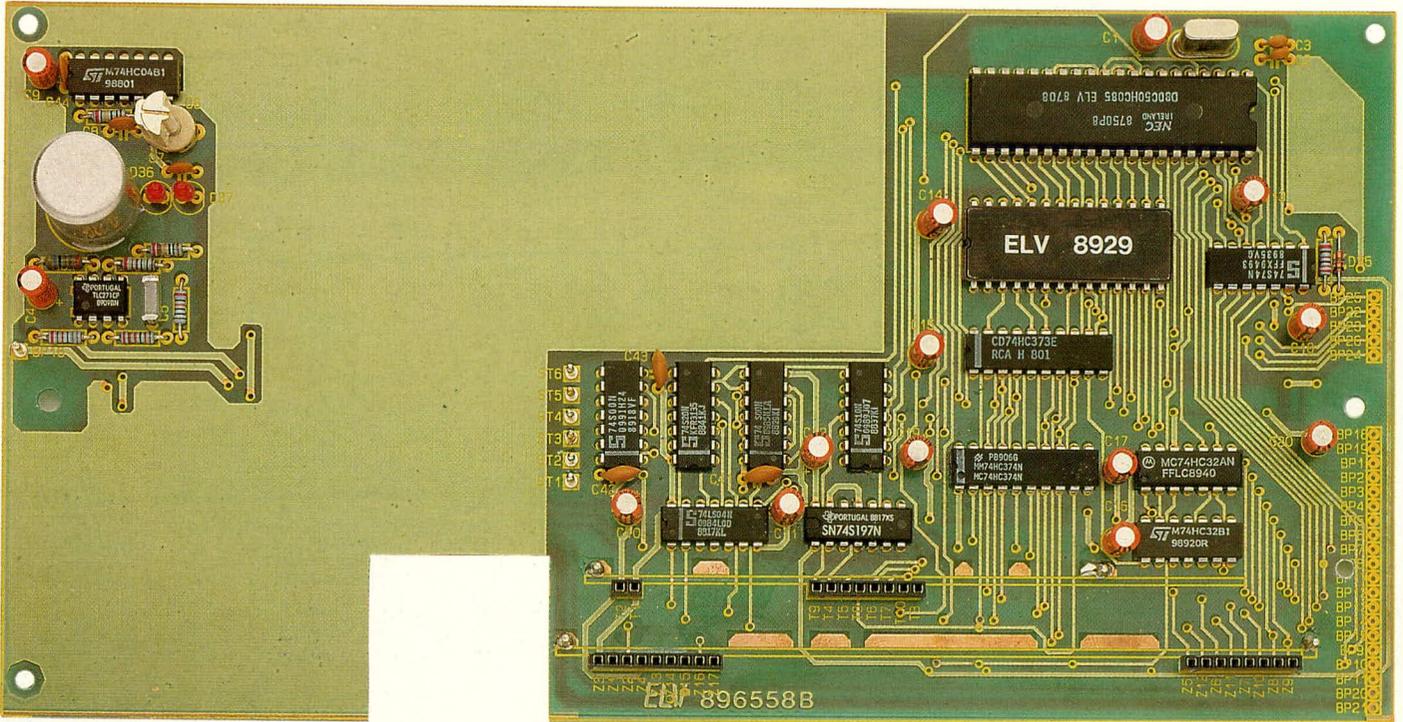
Der Einbau des FZ 7001 benötigt, trotz des beachtlichen schaltungstechnischen Umfangs, bei einfachstem Montagekonzept nur ein Minimum an Bauteilen.

Zunächst werden die provisorisch eingesetzten Montageschrauben und Abstandsrollen wieder aus dem Chassis entfernt und die beiden Schrauben von unten durch die

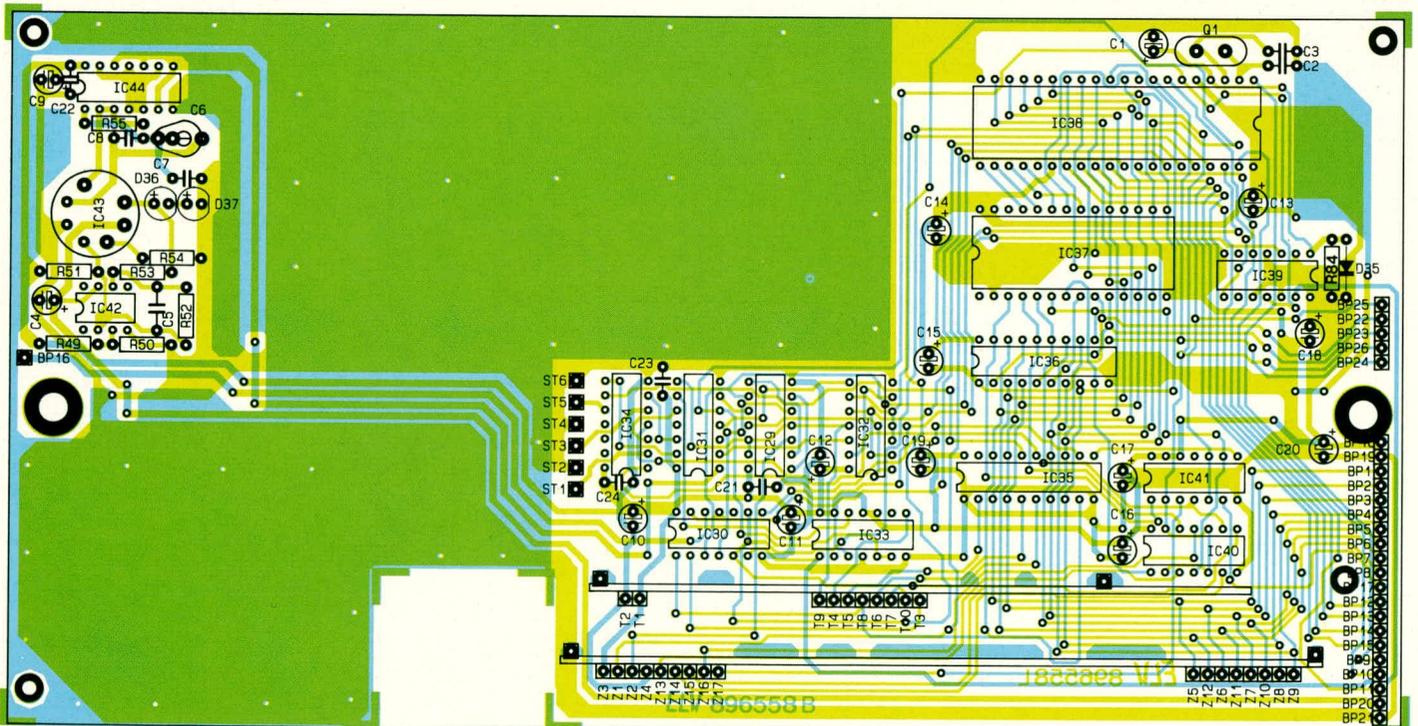


mittleren Montagesockel der Bodenhalbschale gesteckt. Sie sollten bereits während der Montage in ganzer Länge zur Verfügung stehen, weshalb hinter den Schraubenkopf als Andruckelement provisorisch je ein Gummifüßchen eingesetzt wird, und zwar mit dem breiten Ende voran.

Ansicht und Bestückungsplan der Potiplatine in Originalgröße



Ansicht der Dachplatte (Originalgröße 245 x 124 mm)



Bestückungsplan der Dachplatte des Prozessor-Frequenzzählers FZ 7001

Die so vorbereitete Bodeneinheit wird mit dem Lüftungsgitter nach vorn auf die Arbeitsplatte gestellt; von innen folgt auf jede Schraube eine Plastikscheibe 2,5 mm. Nun wird das komplette Chassis des FZ 7001 einschließlich Front- und Rückplatte von oben über die Schrauben gesetzt, wobei die beiden vorgenannten Abstandsrollen á 55 mm wie zuvor zwischen Grund- und Prozessorplatine eingesetzt werden. Lie-

gen Front- und Rückplatte korrekt in ihren Nuten, folgt auf die oben herausstehenden Schraubenenden je eine weitere Plastikscheibe 2,5 mm, sodann die obere Halbschale (Lüftungsgitter weist nach hinten) und schließlich das Einlegen der M 4-Mutter. Das Anziehen der Montageschrauben erfolgt von unten, wozu das Gerät einseitig über die Tischkante hervorgezogen wird, man dann das Gummifüßchen

vorsichtig herausnimmt (Schraube darf nicht herausfallen!) und die jeweilige Schraube anzieht, wodurch oben die zugehörige Mutter eingezogen wird.

Die Endmontage des Gerätes mit Fuß-, Abdeckmodulen sowie Abdeckzylindern schließt den Aufbau des FZ 7001 ab (Gummifüßchen zuvor in Fußmodule einsetzen; Abdeckmodule nur bestücken, wenn kein weiteres Gerät der 7000er-Serie aufgesetzt werden soll).

Die beschriebene Montageart wird allen Erfordernissen normaler mechanischer Beanspruchung gerecht. Soll das FZ 7001 auch unter ungewöhnlich rauen mechanischen Betriebsbedingungen eingesetzt werden, so können Grund- und Prozessorplatine vor dem Gehäuseeinbau zusätzlich über bis zu 4 Schrauben M 3 x 60 und zugehörige Abstandsrollen 55 mm verbunden werden. Die hierzu erforderlichen Bohrungen sind bereits in die Leiterplatten eingebracht.

Abschließend noch ein Wort zum Schalt-ausgang des FZ 7001. Dieser kann universell angeschlossen werden und bis zu 250 V~/5 A belastet werden, sofern in Sonderfällen diese Leistung benötigt wird. Hierzu steht ein potentialfreier Relaiskontakt zur Verfügung, dessen Anschlußpunkte auf der Grundplatine zugänglich sind (Ruhekontakt: ST 7, Arbeitskontakt: ST 8, Bockpol: ST 9).

Da in den allermeisten Fällen von dem Kontakt jedoch nur Steuerspannungen zu schalten sind, haben wir in der Serienversion sowie bei Fertigeräten auf der Geräterückseite eine 3,5 mm-Stereo-Klinkenbuchse vorgesehen, die allerdings nur Spannungen bis zu 42 V und Ströme bis zu 500 mA zuläßt. Der Anschluß dieser Buch-

Stückliste: Prozessor-Frequenzzähler FZ 7001

Basisschaltung

Widerstände

| | | |
|----------------------------|-------|---|
| 10Ω | ..... | R 54 |
| 33Ω | ..... | R 39-R 46 |
| 220Ω | ..... | R 70, R 74, R 77, R 80 |
| 680Ω | ..... | R 63, R 67 |
| 1kΩ | ..... | R 53, R 83 |
| 2,2kΩ | ..... | R 1-R 11, R 57, R 71, R 72, R 75, R 76, R 78, R 79 |
| 2,7k | ..... | R 62, R 66 |
| 4,7kΩ | ..... | R 12-R 22, R 31-R 38, R 58-R 60 |
| 5,6k | ..... | R 51 |
| 10kΩ | ..... | R 23-R 30, R 47, R 48, R 65, R 69, R 73, R 81 |
| 12kΩ | ..... | R 50 |
| 22kΩ | ..... | R 61, R 84 |
| 56kΩ | ..... | R 49 |
| 100kΩ | ..... | R 52, R 64, R 68 |
| 1MΩ | ..... | 55 |
| Trimmer, PT10, lieg., 100Ω | ..... | R 82 |
| Poti, P04, 1k | ..... | R 101, R 201 |

R84 neu im Schaltbild

Kondensatoren

| | | |
|-------------------|-------|---|
| 10p | ..... | C 2, C 3 |
| 47pF, Tk=0 | ..... | C 8 |
| 100pF | ..... | C 7 |
| 22nF, ker | ..... | C 36-C 44 |
| 47nF | ..... | C 5, C 28, C 32, C 33 |
| 100nF | ..... | C 24, C 25 |
| 10µF/16V | ..... | C 1, C 4, C 9-C 21, C 29, C 34, C 35 |
| 470µF/16V | ..... | C 22, C 23 |
| 1000µF/16V | ..... | C 31 |
| 2200µF/16V | ..... | C 27, C 30 |
| 4700µF/16V | ..... | C 26 |
| C-Trimmer, 4-40pF | ..... | C 6 |

C8 geändert, C36-C44 neu im Schaltbild

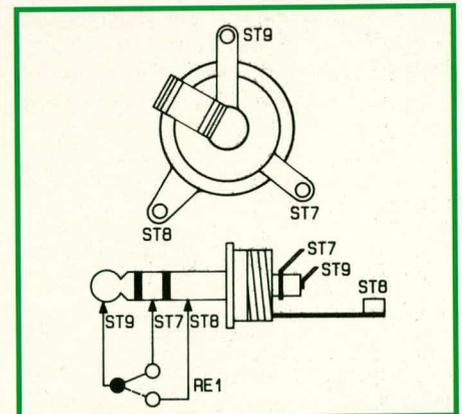
Halbleiter

| | | |
|---------|-------|--------------|
| ELV8708 | ..... | IC 38 |
| ELV8929 | ..... | IC 37 |
| 8251 | ..... | IC 45 |
| 74ALS00 | ..... | IC 29, IC 34 |
| 74LS02 | ..... | IC 2 |
| 74LS04 | ..... | IC 30, IC 54 |
| 74HCU04 | ..... | IC 44 |
| 74ALS10 | ..... | IC 32 |
| 74ALS20 | ..... | IC 31 |
| 74HC32 | ..... | IC 40, IC 41 |

| | | |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| 74HC74 | ..... | IC 39 |
| 74LS156 | ..... | IC 3, IC 4 |
| 74LS196 | ..... | IC 16 |
| 74LS197 | ..... | IC 33, IC 17 |
| 74HC244 | ..... | IC 24-IC 28 |
| 74LS251 | ..... | IC 14, IC 15 |
| 74HC373 | ..... | IC 36 |
| 74HC374 | ..... | IC 1, IC 35 |
| 74HC393 | ..... | IC 19 |
| CD4040 | ..... | IC 46 |
| CD4510 | ..... | IC 5-IC 13 |
| CD4520 | ..... | IC 20-IC 23 |
| SQ27 | ..... | IC 43 |
| TLC271 | ..... | IC 42 |
| CNY17 | ..... | IC 47-IC 50 |
| 7805 | ..... | IC 51, IC 52 |
| 7905 | ..... | IC 53 |
| BC548 | .. T 12-T 19, T 21-T 24, T 27 | |
| BC558 | ..... | T 25, T 26 |
| BC876 | ..... | T 1-T 11, T 20 |
| 1N4001 | ..... | D 46, D 47, D 50-D 59 |
| 1N4148 | ..... | D 20-D 35, D 38-D 45, D 48, D 49 |
| DJ700A | ..... | D 1-D 9 |
| LED, 3 mm, rot | ..... | D1-D 19, D 36, D 37, D 101, D 201 |

Sonstiges

| | | |
|-------------------------------------|-------|---|
| Quarz, 9,216 MHz | ..... | Q1 |
| Kartenrelais, steh. | ..... | RE 1 |
| Taster, steh., kurz | ..... | TA 1-TA 15 |
| SUB-D-Stecker, 25polig, | ..... | BU 1 |
| Winkelprint | ..... | BU 1 |
| 1 x Trafo, prim.: 230 V/14 VA | ..... | sek.: 1 x 4 V/1 A 2 x 8 V/0,5 A 1 x 9 V/0,1 A |
| 1 Stiftleiste, 12polig, 2reihig, | ..... | abgewinkelt |
| 1 Codierstecker | ..... |  |
| 1 Buchsenleiste, 27polig, einreihig | ..... |  |
| 1 Kühlkörper, SK 13 | ..... |  |
| 1 Aluwinkel | ..... |  |
| 7 Schrauben, M 3 x 6 | ..... |  |
| 6 Muttern M 3 | ..... |  |
| 6 Knippingschrauben 2,9 x 6,5 mm | ..... |  |
| 6 Fächerscheiben M 3 | ..... |  |
| 17 Lötstifte, 1,3 mm | ..... |  |
| 65 mm Flachbandleitung, 5polig | ..... |  |
| 65 mm Flachbandleitung, 20polig | ..... |  |



Anschluß der Buchse für den Schalt-ausgang des FZ 7001 mit der darunter angeordneten schematischen Zuordnung der Schaltkontakte zum Stecker

se ist in Abbildung 11 dargestellt. Bei Bedarf kann selbstverständlich auch eine geänderte Beschaltung vorgenommen oder eine andere Buchse eingesetzt werden.

Die Sicherheits- und VDE-Bestimmungen sind zu beachten.

ELV



HiFi-Stereo-Pegelregler

Der Aufbau einer automatischen Aussteuerungsschaltung in HiFi-Qualität wird in diesem Artikel beschrieben.

Allgemeines

Elektronische Schaltungen, die für eine automatische Aussteuerung von Pegeln in Audiogeräten sorgen, sind seit vielen Jahren weit verbreitet. Die meisten Kassettenrecorder, zahlreiche Tonbandgeräte und auch Videorecorder sind damit ausgestattet. Bei automatischen Aussteuerungsschaltungen, auch Pegelregler genannt, gibt es jedoch große Unterschiede zwischen einzelnen Varianten.

Im einfachsten Fall läßt sich eine entsprechende Schaltung so „mager“ realisieren, daß sie preiswerter zu produzieren ist als dafür ein Stereopoti mit Bedienknopf einzusetzen. Frequenzgang, Aussteuerbereich und vor allem der Klirrfaktor sind hier naturgemäß von höchst eingeschränkter Qualität. Jedoch auch bei anspruchsvolleren Schaltungen ist es nicht so ganz einfach, hohe Dynamik und geringen Klirrfaktor zu vereinen. Vielfach ist man schon froh, wenn der Klirrfaktor unter 1% sinkt.

Von der Firma Valvo wurde nun ein spezieller für den professionellen Bereich spezifizierter integrierter Schaltkreis entwickelt, dessen Hauptanwendungsgebiet eher im Studiobereich anzusiedeln ist, der aber mit einer speziellen Beschaltung als außerordentlich hochwertiger Pegelregler einsetzbar ist.

Wir können Ihnen daher die Schaltung

Tabelle 1: Technische Daten

| | |
|-------------------------------------|--|
| Frequenzgang: | 16 Hz - 40 kHz (3 dB) 20 Hz - 30 kHz (1 dB) |
| Klirrfaktor: | besser 0,05 % typ 0,02 % |
| Nenn-Eingangsspannung: | 0,775 V _{eff} |
| Max-Eingangsspannung: | 2,5 V _{eff} $\hat{=}$ 7 V _{ss} |
| Min-Eingangsspannung: | 8 mV _{eff} |
| Nenn-Ausgangsspannung**: | 775mV _{eff} |
| Signal-Rauschabstand: | 56 dB |
| automatischer Aussteuerungsbereich: | +10 dB (!) -40 dB * |

*durch separaten Widerstand zwischen 20 dB und 50 dB programmierbar

**siehe Text

einer automatischen Aussteuerung in ungewöhnlich hoher Qualität vorstellen. Nähere technische Daten sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Bevor sich der interessierte Leser jedoch für einen automatischen Pegelregler entscheidet, sollten verschiedene Punkte beachtet werden. Nachfolgend beschreiben wir die Vorteile, jedoch auch die Einschränkungen, die der Einsatz einer entsprechenden Schaltung mit sich bringt.

Einsatzpraxis

Ein automatischer Pegelregler (eine hochwertige Variante vorausgesetzt) hält an seinem Ausgang den mittleren NF-Pegel konstant und zwar unabhängig von Schwankungen des Eingangssignals. Die Ausgangsspannung des ELV-Pegelreglers ist so gewählt, daß eine direkte Weiterverarbeitung über AUX-, Line- und ähnliche Eingänge (Cinch oder DIN) möglich ist. Mit getrennten Ausgangstrimmern kann darüber hinaus für jeden Kanal eine Anpassung an individuelle Erfordernisse vorgenommen werden.

Wird an die Eingänge ein NF-Signal angelegt, stellt der Pegelregler automatisch seine Verstärkung so ein, daß am Ausgang der mittlere Pegel konstant bleibt. Sinkt der NF-Eingangspegel ab, würde normalerweise auch am Ausgang das Signal kleiner werden. Hier erfolgt nun vollautomatisch durch die selbsttätige Anhebung der Verstärkung ein Ausgleich und der Pegel am Ausgang bleibt konstant, obwohl das Eingangssignal kleiner wurde. Im umgekehrten Fall dazu reduziert sich die Verstärkung sofern der Eingangspegel ansteigt, um auch hier einen gleichmäßigen und konstanten Ausgangspegel sicherzustellen.

Die Ausregelzeiten bei einem Pegelregler sind in diesem Zusammenhang von entscheidender Bedeutung. Würden die Regelvorgänge extrem schnell ablaufen und könnten selbst innerhalb einer Sinushalbwelle Ausregelungen erfolgen, stünde am Ausgang lediglich eine konstante Gleichspannung an. Dies ist selbstverständlich nicht erwünscht. Deshalb sind die Zeitkonstanten für die automatische Verstärkungsregelung in jedem Fall deutlich größer zu wählen als die Periodendauer der niedrig-

sten zu übertragenden Frequenz.

Werden z. B. Sprachsignale übertragen, bei denen immer kurze Pausen allein durch das Luftholen bedingt auftreten, würde die Verstärkung in den Sprechpausen ansteigen. Aus diesem Grunde wird man zur Verstärkungsanhebung Zeitkonstanten von mehreren Sekunden wählen.

Dem entgegen steht das Erfordernis, die Verstärkung sehr schnell absenken zu können. Steigt z. B. die Lautstärke plötzlich stark an (z. B. beim Beginn der Sprachübertragung nach vorheriger Pause) wären die ersten Worte vollständig verzerrt, bis langsam die automatische Zurückregelung der Verstärkung abgeschlossen wäre. Aus diesem Grunde besitzt der ELV-Pegelregler eine separate Einschwing-Zeitkonstante, die im Bruchteil einer Sekunde die Verstärkung zurückfährt. Darüber hinaus sorgt eine Anti-Klipping-Schaltung dafür, daß Impulsspitzen noch während weniger Schwingungszüge ausgeregelt werden, um so selbst bei einem kurzen Paukenschlag eine Übersteuerung und damit Verzerrung zu verhindern.

Doch trotz all dieser eben aufgeführten Features sind folgende Einschränkungen beim Einsatz selbst dieses hochwertigen Pegelreglers zu berücksichtigen:

Während der Sprechpausen oder auch in der Zeit zwischen 2 Musikstücken fährt der Pegelregler automatisch, wie es auch seine Aufgabe ist, die Verstärkung innerhalb von einigen Sekunden langsam hoch. Beginnt nun ein Musikstück verhältnismäßig leise, stellt sich der Pegelregler darauf ein und gibt, wie es seine Aufgabe ist, einen Ausgangspegel ab, der „normaler“ Lautstärke entspricht. Steigt die Anfangslautstärke des Musikstückes auf den üblichen Wert an, reduziert der Pegelregler seine Verstärkung und hält den mittleren Ausgangspegel weiterhin konstant. Nach Durchlaufen des Pegelreglers gehen somit zum Teil gewollte Dynamikunterschiede (leise Passagen) „verloren“ da sie auf „normale“ Lautstärke angehoben werden. Besonders bei klassischer Musik, bei der neben extremen Dynamikunterschieden auch gewollte längere leise Passagen, gefolgt von lauten Abschnitten, auftreten, ist daher der Einsatz eines automatischen Pegelreglers in der Tat ungeeignet.

Im Bereich der Unterhaltungsmusik oder auch bei Sprachübertragungen zum Ausgleich unterschiedlicher Mikrofonabstände leistet ein Pegelregler gute Dienste und kann somit zum Anwendungskomfort erheblich beitragen.

In diesem Zusammenhang wollen wir kurz auf den möglichen großen Regelbereich dieses Pegelreglers eingehen. Wie aus der Tabelle 1 zu entnehmen ist, können Dynamikunterschiede von rund 50 dB ausgeglichen werden. Dieses außerordent-

lich große Verhältnis bedeutet in der Praxis jedoch, daß in den Signalpausen die Verstärkung voll aufgefahen wird und sich am Ausgang dadurch das Rauschen entsprechend erhöht. Diese Rauschanteile sind weniger durch den Pegelregler bedingt, sondern vielmehr durch eine mögliche Signalquelle. Besitzt ein Musikstück einen Signal Rauschabstand von z. B. 50 dB und wird der Pegelregler normalerweise bei geringer Verstärkung, d. h. normgerechten Eingangsspegeln betrieben, würde in einer Signalpauze der Rauschanteil der Eingangsquelle auf volle Lautstärke verstärkt werden, was sicherlich nicht im Sinne des Anwenders ist.

Aus vorgenanntem Grunde empfiehlt es sich, den Regelbereich eines automatischen Pegelreglers, den tatsächlichen praktisch benötigten Erfordernissen anzupassen, die sich im allgemeinen bei einem Dynamikbereich von weniger als 20 dB bewegen.

Hierzu steht ein Festwiderstand zur Verfügung, mit dem die Regelcharakteristik programmierbar ist. Entsprechend der in Abbildung 1 aufgeführten Kurven kann ein Widerstand für den gewünschten Anwendungsfall ausgesucht und eingebaut werden. Werkseitig sind die Fertiggeräte von ELV auf einen Regelbereich von ca. 20 dB eingestellt. Dies kommt einer parxisgerechten Regelung gleich. Dennoch ist selbstverständlich der angegebene große Regelungsbereich möglich, wenngleich er für einige wenige Sonderfälle vorbehalten sein wird.

Bezüglich der Nenn-Ausgangsspannung ist noch folgende Anmerkung zu treffen:

Der allgemein verbreitete Nenn-Pegel für Line-Eingänge beträgt $775 \text{ mV}_{\text{eff}}$. Hierbei handelt es sich um einen Spitzenwert, der je nach Übersteuerungsfestigkeit der betreffenden Eingänge auch um einige dB überschritten werden kann. Im Mittel wird jedoch bei Sprach- oder Musiksignalen der Effektivwert einer entsprechenden NF-Spannung bei 400 mV bis 500 mV liegen. Der hier vorgestellte Pegelregler wird aufgrund seiner optimierten Regelcharakteristik bei entsprechenden Audiosignalen ein ähnliches Verhalten zeigen, mit Spitzenwerten von $775 \text{ mV}_{\text{eff}}$. Wird hingegen der Pegelregler mit einer konstanten Sinusspannung angesteuert, bei der weder Schwankungen nach oben noch nach unten auftreten, wird sich systembedingt die Ausgangsspannung auf ungefähr $450 \text{ mV}_{\text{eff}}$ einstellen, die über die Ausgangs-Einstellpotis auf individuelle Anforderungen angepaßt werden kann.

Zur Schaltung

Die Versorgung der Schaltung erfolgt über ein unstabiliertes 12 V-Gleichspannungs-Steckernetzteil, dessen 3,5 mm Klinckenstecker in die zugehörige Gerätebuchse auf der Frontseite eingesteckt wird. Der Strombedarf liegt bei ca. 30 mA. Über die

Verpolungsschutzdiode D 1 gelangt diese Spannung, die im Bereich zwischen +12 V und +20 V schwanken darf, auf den Eingang des Festspannungsreglers IC 1 des Typs 7810. Hier wird eine Stabilisierung auf 10 V vorgenommen für den Betrieb des 2fach ausgeführten Pegelreglers (Stereo-Betrieb).

Bei der nachfolgenden Beschreibung konzentrieren wir uns auf die untere Hälfte der in Abbildung 1 dargestellten Schaltung, da die obere Hälfte für den zweiten Stereokanal weitgehend identisch aufgebaut ist.

An der frontseitig zugänglichen Cinch-Buchse BU 4 wird das NF-Eingangssignal eingespeist. Von dort gelangt das Signal über den Entkoppel-Kondensator C 22 und den Eingangswiderstand R 23 auf den invertierenden (-)Eingang (Pin 6) des IC 2 B. Hierbei handelt es sich um einen besonders rauscharmen Operationsverstärker des Typs NE 5532, der als invertierender Verstärker betrieben wird, in der etwas ungewöhnlichen Form als Abschwächer um 20 dB. Dies wurde aus Gründen der Übersteuerungsfestigkeit vorgesehen.

Vom Ausgang (Pin 7) des IC 2 B gelangt das gepufferte NF-Signal zum einen über C 24, R 25 auf den Gleichrichter-Eingang (Pin 13) des IC 3 B und zum anderen auf den invertierenden (-)Eingang (Pin 2) des Operationsverstärkers IC 4 A. Im Rückkopplungszweig liegen die Widerstände R 29, R 30 zur gleichspannungsmäßigen Rückkopplung sowie der Kondensator C 28 zur Schwingneigungsunterdrückung. Um Peak-Impulse abzufangen sind die beiden Shottky-Dioden D 4, 5 eingebaut, denen zur Gleichspannungsentkopplung der Kondensator C 29 nachgeschaltet ist.

Am Ausgang (Pin 1) des IC 4 A steht das weitgehend konstant gehaltene NF-Signal an, das zur Pegelanpassung auf die gewünschte Höhe über C 31 auf die mit IC 5 A aufgebaute Verstärkerstufe gegeben wird. Von dort geht es weiter über C 35 auf den Einstelltrimmer R 36, mit dem die Amplitude individuellen Erfordernissen entsprechend anpaßbar ist.

Doch kommen wir zurück zur eigentlichen automatischen Verstärkungsregelung, deren zentraler Baustein IC 3 B darstellt. Die eigentliche Verstärkungsregelung erfolgt über die im IC 3 B integrierte Regelstrecke zwischen Pin 9 (Eingang) und Pin 11 (Ausgang). Dieser Ausgang steuert den nachgeschalteten Operationsverstärker IC 4 A über Pin 2 an, dessen Ausgang (Pin 1) wiederum sein Signal über C 26, R 38 dem Eingang (Pin 9) des IC 3 B zurückführt. Je nach Größe des am Steuer-Eingang (Pin 13/Gleichrichter) anstehenden NF-Signals wird nicht die Verstärkung des vorstehend beschriebenen Schaltungsteiles angehoben, bzw. abgesenkt.

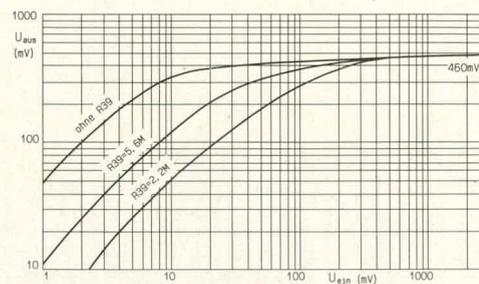


Bild 1: Darstellung der Regelcharakteristik in Abhängigkeit vom Programmier-Widerstand R 39

Zur Optimierung des Klirrfaktors kann über den Trimmer R 21 in Verbindung mit dem Vorwiderstand R 22 die an Pin 10 des IC 3 B anstehende Referenzspannung geringfügig verändert werden. Dieser Einstellung kommt nicht unerhebliche Bedeutung zu, da ein krasser Fehlableich den Klirrfaktor auf über 1 % anheben kann. Steht keine Klirrfaktormeßbrücke zur Verfügung, ist hilfsweise der Trimmer ungefähr in Mittelstellung zu bringen.

Für einen korrekten Abgleich wird am Ausgang eine Klirrfaktormeßbrücke angeschlossen und der Eingang mit einem entsprechend klirrfarmen NF-Sinussignal beaufschlagt. Optimal ist hierfür unter anderem auch das ELV-Klirrfaktor-Meßgerät KMG 7000 geeignet. Mit dem Trimmer R 21 wird dann der Klirrfaktor auf ein Minimum abgeglichen, wobei hier wirklich hervorragende Werte erreichbar sind.

Die Aufladezeitkonstante, die für die Einschwingzeit bestimmend ist, wird mit Hilfe von C 21 an Pin 12 des IC 3 B festgelegt.

Die Entladezeitkonstante wird für beide Kanäle mit dem Kondensator C 20 an Pin 14 des IC 3 B bzw. Pin 2 des IC 3 A vorgegeben.

In diesem Zusammenhang kommt dem Widerstand R 39 eine besondere Bedeutung zu. In Abbildung 2 ist ein Diagramm der automatischen Verstärkungseinstellung abgebildet. Ohne eingebauten Widerstand R 39 (Widerstandswert unendlich) übersteigt der Regelbereich rund 50 dB (!). Je kleiner dieser Widerstandswert ausfällt, desto weiter wird der Regelbereich eingengt. Für die meisten Anwendungsfälle reicht ein Bereich von weniger als 20 dB aus, der auch nicht unnötig weit ausgedehnt werden sollte - wie dies unter dem Abschnitt „Einsatzpraxis“ auch beschrieben wurde. Die ab Werk gelieferten Fertiggeräte sind daher auch mit dieser eingeschränkten Regelcharakteristik ausgerüstet.

Die obere Schaltungshälfte ist mit Ausnahme des Kondensators C 20, der für beide Kanäle gleichzeitig wirksam ist, identisch aufgebaut.

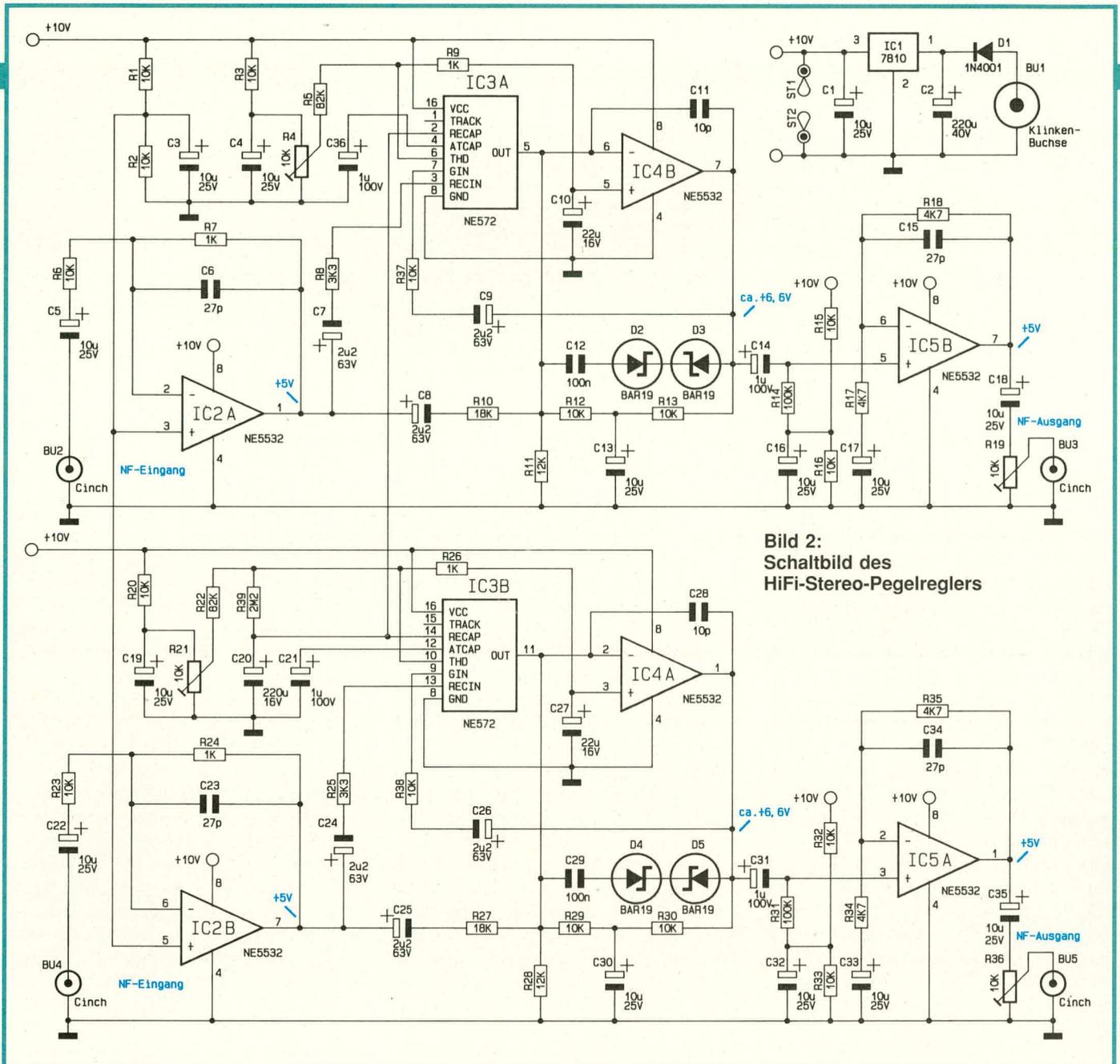


Bild 2:
Schaltbild des
HiFi-Stereo-Pegelreglers

Zum Nachbau

Sämtliche Bauelemente, einschließlich der Printbuchsen finden auf einer einzigen übersichtlich gestalteten Leiterplatte Platz. Die Größe der Platine ist so ausgelegt, daß sie in ein Gehäuse aus der ELV-Serie micro-line eingebaut werden kann, nach Wunsch sogar gemeinsam mit dem HiFi-Stereo-Mikrofon-Vorverstärker, der in einem separaten Artikel in ELV journal 2/90 beschrieben wird.

Anhand des Bestückungsplanes werden zunächst die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Der Festspannungsregler IC 1 wird ohne Kühlkörper senkrecht stehend eingelötet.

Wenn die Schaltung in ein Gehäuse der ELV-Serie micro-line eingebaut werden soll, ist hierfür die untere Führungsnut vorzusehen, d. h. die Bauteilseite der Platine weist nach oben. In dieser Einbaulage befindet sich die außenliegende 3,5 mm Klinken-

buchse auf der linken Seite. Hier wird ein unstabiles 12 V/300 mA-Steckernetzteil angeschlossen, dessen Spannung im Bereich zwischen 12 V und 20 V schwanken darf. Die Stromaufnahme liegt zwischen 20 mA und 50 mA.

Die beiden danebenliegenden Cinch-Buchsen stellen die Ausgänge für den linken und den rechten Kanal dar, die mit einem Line-Eingang eines Stereo-Verstärkers zu verbinden sind. Unmittelbar daneben sind 2 Bohrungen angeordnet, hinter denen der Einstelltrimmer (für jeden Kanal separat) zur Anpassung der Ausgangsamplitude angeordnet ist. Dieser kann mit einem kleinen Schraubendreher vorsichtig verstellt werden. Die maximale Ausgangsamplitude ergibt sich bei Rechtsanschlag der beiden Trimmer.

Ganz rechts sind 2 weitere Cinch-Buchsen angeordnet, welche die Eingänge für den linken und rechten Stereokanal darstellen.

Nachdem die Leiterplatte nochmals sorgfältig überprüft und ins Gehäuse eingeschoben wurde, bildet das Einsetzen der

micro-line-Frontplatte den Abschluß der Montagearbeiten. Hierdurch erhält das zuvor leicht durchgebogene Gehäuse auch gleichzeitig seine endgültige Form.

Die Frontplatte wird an einer schmalen Gehäusesseite eingesetzt und langsam über die Gehäusemitte hinaus immer weiter eingedrückt, bis sie formschlüssig einrastet. Hierzu ist ein gewisser Kraftaufwand erforderlich, da die leicht nach innen gewölbten Gehäuseflächen einen starken Anpreßdruck ausüben und die Frontplatte ohne zusätzliche Schraubbefestigung später sicher gehalten wird.

Kombinationseinbau Mikrofon-Vorverstärker - Pegelregler

Ein häufig vorkommender sinnvoller Einsatzfall für einen Pegelregler stellt neben der automatischen Aussteuerung von Unterhaltungsmusik zu Aufzeichnungszwecken unter anderem die Anwendung in Verbindung mit einem Mikrofon dar. So können auf elegante Weise die Bespre-

chungs lautstärken verschiedener Redner als auch unterschiedliche Besprechungsabstände ausgeglichen werden.

Dabei empfiehlt es sich, den ELV-Pegelregler nicht mit seiner maximalen Verstärkung bei sehr kleinen Signalen arbeiten zu lassen, sondern einen besonders rauscharmen Mikrofon-Vorverstärker vorzuschalten. Ein entsprechend hochwertiger Vorverstärker ist in einem separaten Artikel im ELV journal 2/90 ausführlich beschrieben, dessen Aufbau so konzipiert wurde, daß er gemeinsam mit dem hier vorgestellten Pegelregler in einem Gehäuse der ELV-Serie micro-line einbaubar ist.

Hier ergeben sich nun grundsätzlich 2 Möglichkeiten:

1. Beide Schaltungen werden zunächst unabhängig voneinander eingebaut, mit separaten Stromversorgungen versehen, um anschließend die Cinch-Ausgänge des Mikrofon-Vorverstärkers mit den Cinch-Eingängen des Pegelreglers extern über möglichst kurze abgeschirmte Leitungen zu verbinden.

Diese Version bietet eine hohe Flexibilität, da auch beide Schaltungen durch Auf-

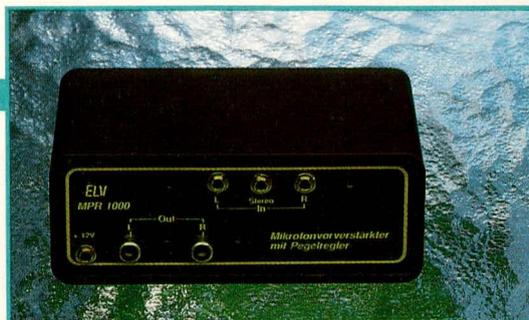
trennen dieser Verbindungen getrennt einsetzbar sind.

2. Soll die Kombination Mikrofon-Vorverstärker - Pegelregler dauerhaft und unwiderruflich Einsatz finden, empfiehlt sich die Verdrahtung innerhalb des Gehäuses.

Beim Mikrofon-Vorverstärker kann daher sowohl die Stromversorgungsbuchse entfallen, als auch der betreffende Spannungsregler mit den eingangsseitigen Kondensatoren C 1 und C 2. Des Weiteren sind die beiden Ausgangs-Cinchbuchsen entbehrlich.

In die Anschlußbohrungen dieser beiden Ausgangsbuchsen wird je eine ca. 80 mm lange einadrige, abgeschirmte, isolierte Leitung angeschlossen, wobei die Abschirmung mit dem Massepunkt zu verbinden ist. Ferner ist eine 2adrige isolierte Leitung mit dem Massepunkt des nun entfallenden Festspannungsreglers sowie mit dem 8 V-Versorgungsspannungsanschluß der Schaltung zu verbinden (ehemals Bohrung für den Ausgangsanschluß des Festspannungsreglers).

Diese letztgenannte Leitung wird mit den zugehörigen Platinenanschlußpunkten ST 1 (+10 V) und ST 2 (Masse) auf der Leiter-

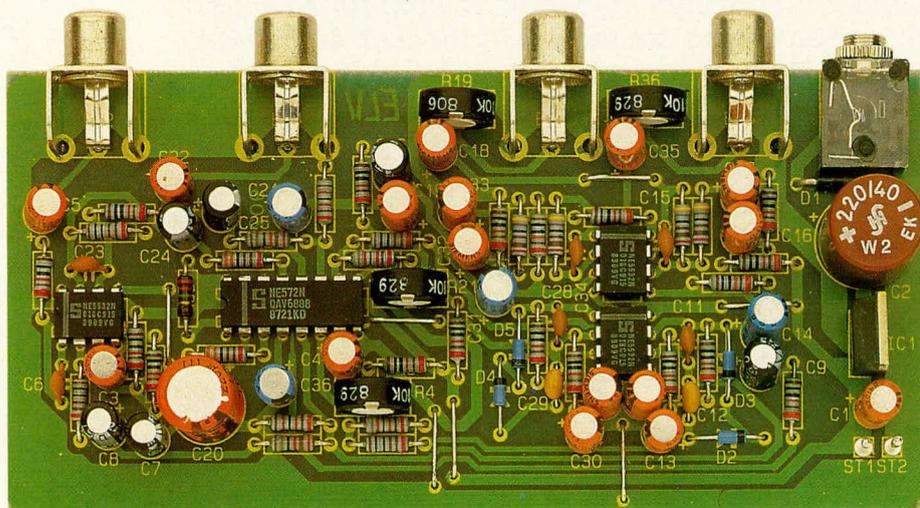


Ansicht des Combi-Gerätes

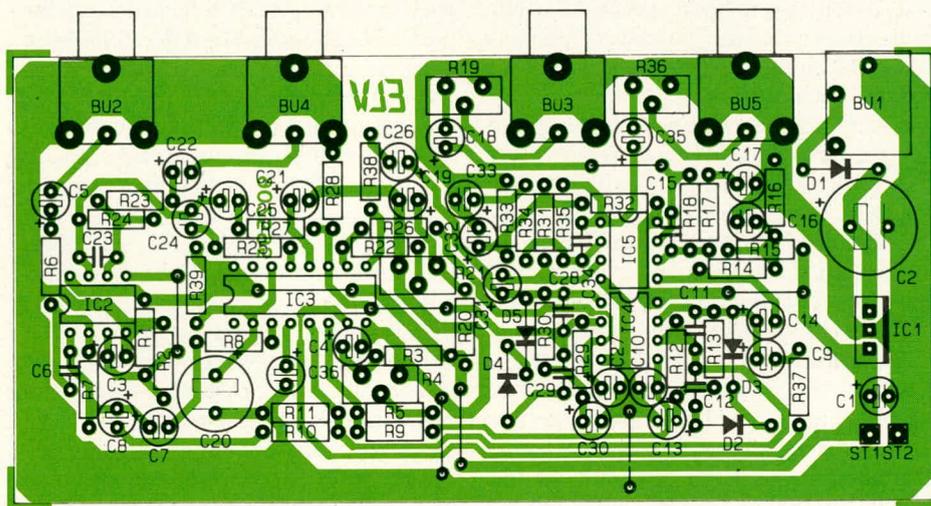
platte des Pegelreglers verlötet. Jetzt übernimmt die Stabilisierungsschaltung des Pegelreglers die Stromversorgung des Mikrofon-Vorverstärkers zusätzlich und es braucht extern nur 1 Steckernetzteil angeschlossen zu werden.

Am Pegelregler selbst können die beiden Eingangs-Cinch-Buchsen entfallen. An deren Signalanschlußbohrung wird die abgeschirmte Innenader eines jeden Stereokanals der vom Mikrofon-Vorverstärker kommt angelötet, während die Abschirmung an dieser Seite auf ca. 10 mm vom Leitungsende beginnend abgetrennt und nicht angelötet wird (um Masseschleifen zu vermeiden).

Für diesen Kombinationseinsatz steht eine separate Frontplatte zur Verfügung, die dem Gerät ein ansprechendes Finish verleiht. **ELV**



Ansicht der fertig bestückten Platine des HiFi-Stereo-Pegelreglers



Bestückungsplan des HiFi-Stereo-Pegelreglers

Stückliste:

HiFi-Stereo-Pegelregler

Widerstände

| | | |
|------------------------|-------|--|
| 1kΩ | ..... | R 7, R 9, R 24, R 26 |
| 3,3kΩ | ..... | R 8, R 25 |
| 4,7kΩ | ..... | R 17, R 18, R 34, R 35 |
| 10kΩ | ..... | R 1-R 3, R 6, R 12, R 13, R 15, R 16, R 20, R 23, R 29, R 30, R 32, R 33, R 37, R 38 |
| 12kΩ | ..... | R 11, R 28 |
| 18kΩ | ..... | R 10, R 27 |
| 82kΩ | ..... | R 5, R 22 |
| 100kΩ | ..... | R 14, R 31 |
| 2,2MΩ | ..... | R 39 |
| Trimmer, 10kΩ, stehend | ..... | R 4, R 19, R 21, R 36 |

Kondensatoren

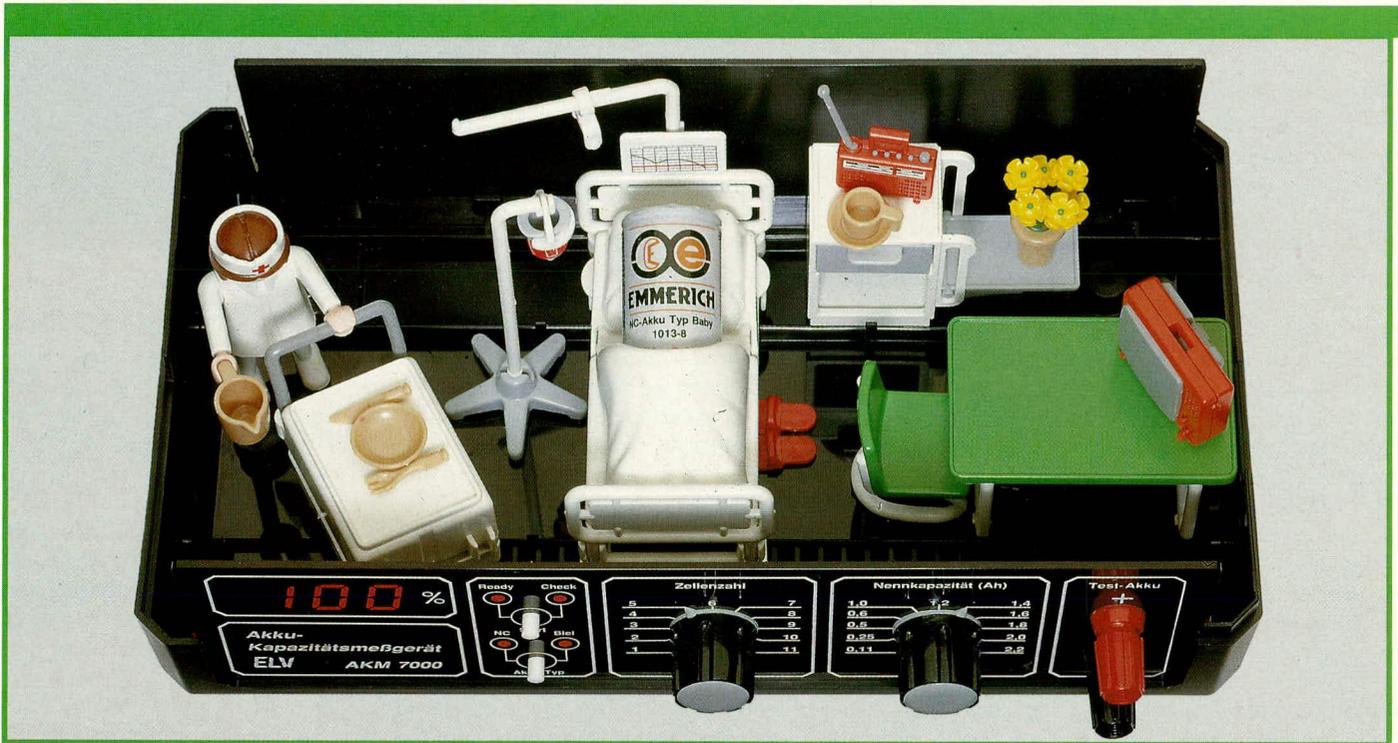
| | | |
|-----------|-------|--|
| 10pF | ..... | C 11, C 28 |
| 27pF | ..... | C 6, C 15, C 23, C 34 |
| 100nF | ..... | C 12, C 29 |
| 1µF/100V | ..... | C 14, C 21, C 31, C 36 |
| 2,2µF/63V | ..... | C 7-C 9, C 24-C 26 |
| 10µF/25VC | ..... | C 1, C 3-C 5, C 13, C 16-C 19, C 22, C 30, C 32, C 33, C 35 |
| 22µF/16V | ..... | C 10, C 27 |
| 220µF/40V | ..... | C 2 |
| 220µF/16V | ..... | C 20 |

Halbleiter

| | | |
|--------|-------|------------------|
| NE5532 | ..... | IC 2, IC 4, IC 5 |
| NE572 | ..... | IC 3 |
| 7810 | ..... | IC 1 |
| BAR19 | ..... | D 2-D 5 |
| 1N4001 | ..... | D 1 |

Sonstiges

| | | |
|------------------------------------|-------|-----------|
| Klinkenbuchse, 3,5 mm, mono, print | ..... | BU 1 |
| Cinchbuchse, print | ..... | BU 2-BU 5 |
| 2 Lötstifte | | |
| 100 mm Silberdraht | | |



Akku-Kapazitäts-Meßgerät AKM 7000

Ein besonders günstig aufzubauendes Kapazitäts-Meßgerät sowohl für NC- als auch für Bleiakkus bei komfortabler Bedienung stellen wir in diesem Artikel vor.

Allgemeines

Die Leistungsfähigkeit von Akkus, egal, ob es sich hierbei um Blei- oder NC-Akkus handelt, ist nicht durch Messen der Spannung zu bestimmen. Deshalb kommt einem Kapazitäts-Meßgerät für diesen speziellen Anwendungsfall große Bedeutung zu, denn auch für Akkupacks gilt die allgemein bekannte Tatsache: „Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied“.

Mit dem hier vorgestellten Akku-Kapazitäts-Meßgerät AKM 7000 kann auf einfache Weise die genaue Kapazität einer jeden Zelle bestimmt und so eine optimale Zusammenstellung von Akkupacks vorgenommen werden. Hierdurch wird unter anderem die Betriebssicherheit der zu speisenden Geräte wesentlich mitbestimmt. So kann ein vorzeitig seinen Dienst versagendes Funkgerät oder ein unvermittelt ausfallender Fernsteuersender größeren Schaden anrichten, was wiederum durch einwandfreie Akkus zumindest in punkto Stromversorgung vermeidbar ist.

Im Verlauf eines Akkulebens können sich speziell bei NC-Akkus sogenannte Grenzschichten bilden, die unter anderem durch Teilentladung und vorzeitiges Wiederaufladen entstehen können. Auch hier gibt das AKM 7000 Auskunft über die tatsächlich noch vorhandene Kapazität. Wird der betreffende Akku wieder geladen und

ein erneuter Test zeigt ein Ansteigen der Kapazität, kann durch Wiederholung des Lade-/Entladevorgangs zum Teil eine deutliche Regeneration erreicht werden. Auf diese „Wiederbelebung“ von NC-Akkus gehen wir im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher ein.

Grundlagen

Die Akku-Kapazität wird in „Ah“ (Ampere-Stunden) angegeben. Hierbei bezieht man sich im allgemeinen auf eine Entladedauer von 10 h, bei einem Entladestrom $I/10$, d. h. der fließende Strom beträgt 10 % der Nennkapazität.

Die von einem Akku speicherbare Ladung hängt neben den grundsätzlichen physikalisch/baulichen Gegebenheiten unter anderem von der Temperatur und der tatsächlich fließenden Stromstärke ab. Hierbei gilt vereinfacht folgende Tendenz:

1. Je niedriger die Temperatur, desto geringer die entnehmbare Ladung, wobei auch sehr hohe Temperaturen die Kapazität mindern.
2. Je größer der Belastungsstrom, desto geringer die entnehmbare Ladung.

Basierend auf den beiden vorstehenden Punkten ist es leicht verständlich, daß an kalten Wintertagen die Ladung eines ansonsten leistungsfähigen Bleiakkus beim Startvorgang schnell erschöpft ist, da sowohl die Temperatur als auch der extrem hohe Anlasserstrom die tatsächlich

vorhandene Kapazität ganz entscheidend reduzieren.

Bleiben wir an dieser Stelle gleich bei den Bleiakkus und deren Behandlung. Bleiakkus, mit einer Nenn-Zellenspannung von 2,0 V, werden wegen ihres günstigen Preis-Leistungs-Verhältnisses nach wie vor für unterschiedlichste Zwecke gerne eingesetzt, so im Videobereich bei zahlreichen Camcordern oder auch im Modellbau zum Antrieb der E-Motore von Schiffsmotoren o.ä.

Damit Bleiakkus über viele Jahre ihren Dienst tun können, ist es jedoch erforderlich, daß einige Grundregeln in ihrem Umgang beachtet werden: Zum einen sollten Bleiakkus niemals tiefentladen werden, d. h. der Zusammenbruch der Zellenspannung ist unbedingt zu vermeiden. Sobald nämlich die Ladung vollkommen erschöpft ist, beginnt unmittelbar ein rasch fortschreitender Zerfallsprozeß im Inneren des Akkus, was bei sogenannten Starterbatterien bereits nach wenigen Stunden zur völligen Zerstörung führen kann. Ein weitgehend entladener Akku muß daher unmittelbar wieder geladen werden. Günstig ist es, wenn Bleiakkus eine gewisse Restladung behalten und anschließend gleich wieder voll geladen werden. Dies wird z. B. im Camcorderbereich zumeist recht treffend dadurch realisiert, daß die Camcorder beim Erreichen einer bestimmten Entladeschlussspannung automatisch abschalten. Bleiakkus sollten dann allerdings umgehend wieder

voll aufgeladen werden.

Ein weiterer Punkt im Umgang mit Bleiakkus stellt die Plattenverhärtung dar. Je nach Akkutyp und Bauform kann es beim längeren Lagern zu einer Plattenverhärtung und Passivierung kommen, selbst wenn der betreffende Akku immer wieder nachgeladen oder mit einer Erhaltungsladung beaufschlagt wird. Hier empfiehlt es sich, in einem Zyklus von einem Monat auch bei nicht benutzten Akkus einen vollständigen Entlade-/Ladezyklus zu durchfahren, wodurch die Kapazität erhalten bleibt.

NC-Akkus mit einer Nenn-Zellenspannung von 1,2 V zeichnen sich unter anderem durch einen sehr geringen Innenwiderstand aus und sind vergleichsweise robust und recht unempfindlich gegen unterschiedlichste Beanspruchungen. So können diese Zellen langfristig gelagert werden - egal, ob sie vollgeladen oder entladen sind.

Knopfzellen aus denen auch die 7zellig 9 V-Blockakkus aufgebaut sind, zeichnen sich unter anderem durch eine vergleichsweise geringe Eigenentladung aus, die bei ca. 50 % pro Jahr liegt (nach 2 Jahren stehen somit immer noch 25 % Ladung zur Verfügung). Im Gegensatz dazu liegt die Selbstentladung der allgemein bekannten Rundzellen (Mono, Baby, Mignon...) bedeutend höher. Diese Zellen sind nach rund 43 Monaten auch ohne Benutzung nahezu leer. Dieses geänderte Verhalten beruht auf dem unterschiedlichen inneren Aufbau.

Werden NC-Akkus nach längerer Pause aufgeladen, so kann zunächst die maximal entnehmbare Ladung beträchtlich unter der Nennkapazität liegen. Nach Durchlaufen einiger Entlade-/Ladezyklen steht jedoch alsbald wieder die ursprüngliche Kapazität zur Verfügung.

Damit man stets die optimale Akkukapazität bei NC-Akkus zur Verfügung hat, ist zudem der sogenannte Grenzschichteneffekt zu berücksichtigen. Je nach Akkutyp kann sich nämlich eine kapazitätsmindernde Grenzschicht bilden, wenn ein NC-

Akku nur teilentladen und anschließend wieder voll aufgeladen wird. Wird bei diesen Akkutypen des öfteren so verfahren, d. h. der Akku nicht ganz entladen, kann sich der Grenzschichteneffekt so ausprägen, daß der Akku unbrauchbar wird. Durch mehrmaliges definiertes Entladen unter Nennbedingungen und anschließendes Wiederaufladen können die Grenzschichten zum Teil wieder recht gut abgebaut werden, wodurch sich die Kapazität nennenswert in Richtung ursprünglicher Werte steigern läßt. Hierauf gehen wir unter dem Kapitel „Akku-Regeneration“ noch näher ein.

Abschließend noch kurz einige Worte zur Akku-Kapazität selbst. Wie eingangs bereits erwähnt, spielt der Entladestrom hierbei eine wesentliche Rolle. Wird ein 4 Ah-Akku mit 0,4 A entladen kann dieser Strom 10 h fließen, bis die Ladung erschöpft ist ($0,4 \text{ A} \times 10 \text{ h} = 4,0 \text{ Ah}$). Läßt man hingegen einen Entladestrom von 4 A fließen, müßte theoretisch eine Zeitspanne von 1 h überbrückbar sein ($4 \text{ A} \times 1 \text{ h} = 4 \text{ Ah}$). Dies ist in der Praxis jedoch nicht der Fall, sondern die entnehmbare Ladung sinkt bei einem entsprechend großen Stromfluß ganz erheblich ab (ca. um 20 % bis 50 %). Bei besonders hohen Strömen, die den Akku innerhalb von wenigen Minuten entleeren, ist teilweise sogar weniger als 20 % der Nennladung entnehmbar.

Andererseits steigt die entnehmbare Ladung bei geringeren Entladeströmen. Auf unser Beispiel des 4 Ah-Akkus bezogen würde eine 20stündige Entladung einen Strom von 200 mA bedeuten ($0,2 \text{ A} \times 20 \text{ h} = 4 \text{ Ah}$). Praktisch jedoch wird ein Entladestrom von 200 mA länger als 20 h fließen können (21 h, vielleicht sogar 22 h), da die verfügbare Kapazität bei diesen Strömen größer ist. Dies gilt für NC- und Bleiakkus gleichermaßen.

Seit einigen Jahren wird der vorstehend beschriebene Umstand werbetechnisch von der Industrie geschickt genutzt, indem vielfach die Kapazität von Starterbatterien nicht mehr wie früher üblich auf eine 10stündige Entladung, sondern auf eine

20stündige Entladung bezogen wird. Trug ein 12 V-Autoakku früher die Bezeichnung „12 V/44 Ah“, kann sich auf wunderbare Weise bei exakt dem gleichen Typ die Bezeichnung in „12 V/48 Ah“ geändert haben. Die Angabe ist durchaus korrekt - allerdings nur durch die Tatsache, daß dieser Kapazität eine 20stündige und nicht wie vormals eine 10stündige Entladung zugrundegelegt ist. Größere Werte lassen sich eben besser verkaufen. Wie sonst ist es auch zu erklären, daß im Kfz-Bereich die Umstellung von PS auf KW manchem Hersteller so schwerfällt („100 PS“ klingt eben besser als „74 KW“).

Von einigen (werbetechnischen) Sonderfällen einmal abgesehen, werden bei der Angabe von Akku-Kapazitätswerten jedoch üblicherweise (und auch sinnvollerweise) Entladungszeiten von 10 h zugrundegelegt. Hierauf ist auch das ELV-Akku-Kapazitäts-Meßgerät AKM 7000 ausgelegt.

Bedienung und Funktion

Das AKM 7000 ist für die Messung der meisten handelsüblichen NC- und Bleiakkus ausgelegt, deren Kapazitäten sich im Bereich zwischen 0,11 Ah (z. B. 9 V-Blockakku) und 4,0 Ah (Monozelle) bewegen. Es sind sowohl einzelne Zellen als auch Akkupacks anschließbar. Die kleinste Spannung stellt somit eine einzelne NC-Zelle mit 1,2 V bereit, während die größte vom AKM 7000 zu verarbeitende Spannung einem 12zelligem Bleiakku mit rund 24 V ($12 \times 2 \text{ V} = 24 \text{ V}$) entspricht. Kommen wir nachfolgend zur genauen Beschreibung eines Testablaufes.

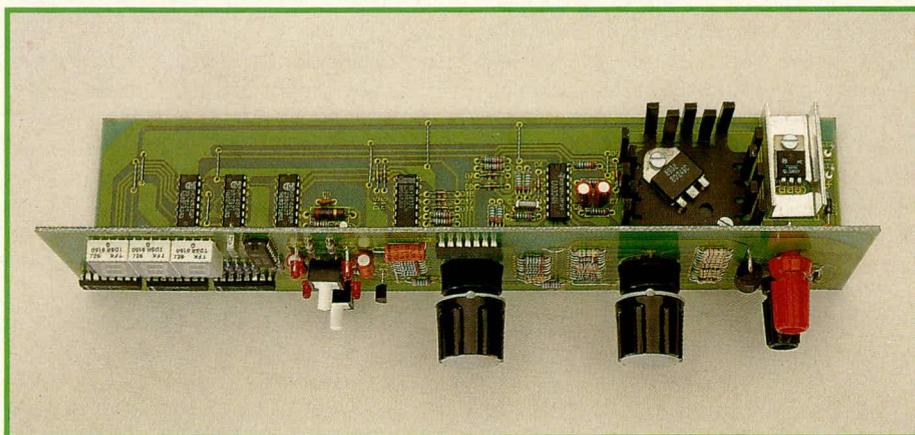
Stromversorgung des AKM 7000

Bevor ein zu testender Akku angeschlossen wird, muß das AKM 7000 mit seiner Betriebsspannung versorgt werden. Hierzu dient ein 12 V /300 mA-Steckernetzteil, dessen 3,5 mm-Klinkenstecker in die zugehörige Buchse auf der Geräterückseite einzustecken ist. Bei dieser Versorgungsspannung kann es sich um eine unstabilierte Gleichspannung im Bereich zwischen 12 V und 15 V handeln, die mit 0,3 A belastbar ist.

Vorwahl der Zellenzahl

In der Frontplattenmitte befindet sich ein 12stelliger Drehschalter, mit dessen Hilfe die Zellenzahl des angeschlossenen Akkupacks vorzuwählen ist. Handelt es sich bei dem zu testenden Akku um eine einzelne Zelle, ist der Drehschalter an den linken Anschlag (entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) zu bringen (Position 1). Bei mehreren Zellen ist die entsprechende Zellenzahl (bis zu 12 Zellen möglich) einzustellen.

Ist die Zellenzahl eines Akkupacks nicht



Innenansicht des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes

bekannt, kann sie durch eine einfache Spannungsmessung leicht bestimmt werden. Eine voll aufgeladene NC-Zelle, die mit einem Zehntel ihres Nennstromes belastet wird, gibt eine Spannung von ca. 1,22 V ab. Ein Bleiakku stellt unter gleichen Bedingungen pro Zelle eine Spannung von 2,0 V bereit. Die so gemessene Akkuspannung wird bei NC-Akkus durch 1,22 und bei Bleiakkus durch 2,0 geteilt, wodurch sich die Zellenanzahl ergibt. Nachfolgendes Beispiel soll diesen Vorgang verdeutlichen:

Ein vollgeladenes Akkupack mit einer Kapazität von 2,0 Ah wird mit ca. 200 mA belastet, wobei sich eine Spannung von 9,76 V einstellt. Daraus ergibt sich eine Zellenanzahl von 8. Wird hingegen lediglich eine Spannung von 9,5 V gemessen, ergibt sich für die Zellenanzahl ein nicht gradzahliger Wert von 7,79 (9,5 V : 1,22 V = 7,79). Da es sich bei der Zellenanzahl selbstverständlich nur um einen ganzzahligen Wert handeln kann, ist hier zu runden und auf 8 Zellen zu schließen.

Einstellung der Nennkapazität

Mit dem Drehschalter „Nennkapazität (Ah)“ können in 12 Stufen die Kapazitätswerte der meisten gebräuchlichen NC- und Bleiakkus vorgewählt werden. Bei allen Akkus ist üblicherweise die Nenn-Kapazität aufgedruckt, die bei den sehr kleinen 9 V-Blockakkus nur 110 mAh beträgt und bei den leistungsstarken NC-Monozellen immerhin bei 4 Ah liegt. Alle gebräuchlichen Zwischenwerte sind mit diesem 12stufigen Drehschalter einstellbar.

Der aufgrund dieser Einstellung vom AKM 7000 vorgenommene Entladestrom beträgt per Definition 10 % der Nennkapazität entsprechend I/10. Bei einer Einstellung auf 0,11 Ah fließen somit 11 mA, und bei 4,0 Ah fließen 400 mA, sobald ein entsprechender Akku angeschlossen wurde.

Für den Sonderfall, daß einmal ein Akkutyp getestet werden soll, dessen Nenn-Kapazität nicht exakt mit den vom AKM 7000 verfügbaren und einstellbaren Werten übereinstimmt, ist diejenige Einstellung zu wählen, die dem zu testendem Akku am nächsten kommt. Bei einer Nenn-Kapazität von 1,1 Ah wird z. B. 1,0 Ah am AKM 7000 angewählt. Dies bedeutet nun, daß der zu testende Akku nicht mit 110 mA, sondern lediglich mit 100 mA entladen wird. Vorausgesetzt, der zu testende Akku hat exakt 100 % seiner Nennkapazität, müßte auf der Anzeige nun nicht „100 %“, sondern „110 %“ erscheinen, da die eingestellten 100 mA nicht 10 h, sondern 11 h fließen können. Das Anzeigergebnis ist deshalb um genau den Faktor zu korrigieren, um den die eingestellte Nennkapazität von der tatsächlichen Nennkapazität des zu testenden Akkus abweicht. Die Korrek-

tur läuft nach folgender Formel ab:

$$KM = \frac{EN \cdot AW}{AN}$$

hierin bedeutet:

KM: korrigierter Meßwert

EN: eingestellte Nennkapazität am AKM 7000

AN: Akku-Nennkapazität

AW: angezeigter Meßwert.

Setzen wir auf unser Beispiel bezogen die entsprechenden Werte in die Formel ein, ergibt sich folgendes Bild:

$$KM = \frac{1,0 \text{ Ah} \cdot 110 \%}{1,1 \text{ Ah}} = 100 \%$$

Auf diese Weise lassen sich auch seltene Akkutypen zuverlässig mit dem AKM 7000 testen.

Der Vollständigkeit halber sei in diesem Zusammenhang noch angemerkt, daß z. B. ein Akku mit einer Kapazität von 2,0 Ah auch mit dem doppelten Entlade-Nennstrom, entsprechend einer Einstellung auf 4,0 Ah, getestet werden kann. In diesem Fall wird die Entladezeit ca. 5 h benötigen und die Anzeige bei 100 % Kapazität lediglich 50 % zeigen. Genaugenommen wird bei einem Akku, der exakt 100 % Kapazität besitzt, bei einem entsprechend höheren Entladestrom die Anzeige weniger als 50 % ausweisen, da, wie eingangs bereits erwähnt, die Kapazität bei größeren Strömen abnimmt.

Das theoretisch möglich maximale Anzeigergebnis liegt bei 999 %, entsprechend 99,9-stündiger Entladedauer. Dies entspricht dem 10fachen der normalerweise zu erwartenden Entladedauer. Nach dieser Zeit würde die Zählung von vorne beginnen.

Einstellung des Akkutyps

Das AKM 7000 ist für den Test sowohl von NC- als auch von Bleiakkus ausgelegt. Mit dem Taster „Akku-Typ“ kann zwischen diesen beiden Typen gewählt werden. Durch jede Betätigung dieses Tasters wechselt die Anzeige von NC auf Blei oder umgekehrt. Diese Einstellung ist wichtig, da hierdurch, in Verbindung mit der eingestellten Zellenzahl, die korrekte Abschaltspannung dem AKM 7000 vorgegeben und dadurch eine genaue Kapazitätsmessung ermöglicht wird.

Anschluß des Test-Akkus

Rechts auf der Frontplatte sind 2 Polklemmen zum Anschluß des Test-Akkus angeordnet. Es können sowohl 4 mm-Standard-Bananenstecker eingesetzt werden als auch durch Lösen der Schraub-Klemm-Verbindung blanke Drähte untergelegt und festgeklemmt werden.

An die obere, rote Buchse wird der positive Anschluß des zu testenden Akkus und an die untere, schwarze Buchse der ne-

gative Anschluß des betreffenden Akkus angelegt. Auf eine sichere Kontaktierung ist hierbei Wert zu legen.

Sollte der Akku verpolt sein, ertönt ein Warn-Ton, und der Akku ist sofort wieder abzunehmen und korrekt anzuschließen. Eine Schutzdiode im Gerät schließt hierbei den Akku kurz und sorgt für einen Schutz der Schaltung des AKM 7000. Eine entsprechende Verpolung darf allenfalls nur sehr kurzzeitig erfolgen, da sonst Schäden zu erwarten sind.

Wichtig:

Ganz wesentlich ist es in diesem Zusammenhang, darauf zu achten, daß ein zu testender Akku zuvor voll aufgeladen wurde, da es sich beim AKM 7000 um ein Meßgerät zur Bestimmung der Kapazität und nicht um ein Ladegerät handelt.

Start der Messung

Für den Start der Messung und zum Rücksetzen der 3stelligen Digitalanzeige wird der rechts neben der Anzeige angeordnete Taster „Start“ betätigt. Unmittelbar darauf leuchtet die LED „Check“ auf. Je nach prozentualer Nennkapazität des angeschlossenen zu testenden Akkus wird die Messung rund 10 h dauern. Ist die tatsächliche Kapazität des angeschlossenen Akkus z. B. 20 % höher als die Nenn-Kapazität, wird die Messung 12 h benötigen. Liegt die tatsächliche Kapazität hingegen nur noch bei 50 %, beträgt auch die Meßzeit nur 5 h.

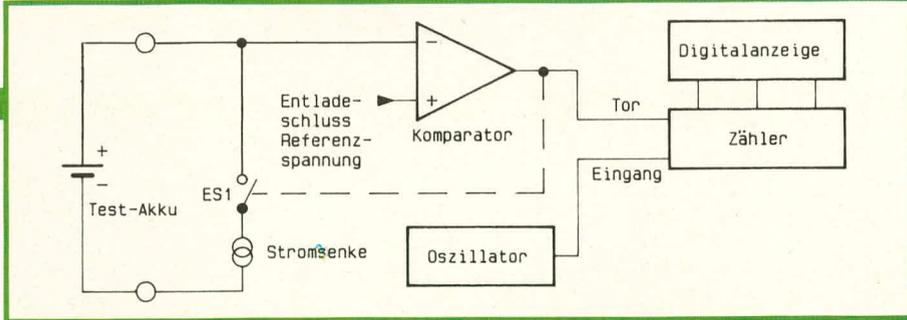
Sobald die Entladeschlußspannung erreicht ist, wechselt die Anzeige von „Check“ auf „Ready“ zur Kennzeichnung, daß jetzt das angezeigte Ergebnis der prozentualen Akku-Kapazität entspricht.

Ist z. B. ein Akku mit einer Kapazität von 1,4 Ah angeschlossen und die Anzeige zeigt „100 %“, so sind bei 10stündiger Entladung insgesamt 1,4 Ah entnehmbar. Zeigt die Anzeige hingegen „80 %“, sind nur noch 1,4 Ah x 0,8 = 1,12 Ah verfügbar.

Es empfiehlt sich, den betreffenden Akku unmittelbar nach abgeschlossenem Entladevorgang gleich wieder aufzuladen. Wird dies nicht sofort durchgeführt, nehmen angeschlossene Akkus normalerweise keinen Schaden, da der Entladevorgang beim Erreichen der Entladeschlußspannung unverzüglich vom AKM 7000 unterbrochen wird. Trotzdem sollte dann bald eine Neuaufladung erfolgen.

Akku-Regeneration

Sowohl Bleiakkus als auch in verstärktem Maße NC-Akkus können unter bestimmten Voraussetzungen vorzeitig ihre Speichereigenschaften verlieren, d. h. die entnehmbare Ladung sinkt. Dies ist z. B. bei einigen NC-Akkus besonders deutlich zu beobachten, wenn ständig nur Teilladungen bei anschließender Wiederauf-



Blockschaltbild des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes

dung erfolgen.

Zeigt in solchen Fällen das AKM 7000 eine stark verminderte Kapazität an (z. B. 30 %), empfiehlt es sich, den Akku sofort wieder zu laden und den Test mit dem AKM 7000 zu wiederholen. Bringt jetzt das Ergebnis einen gestiegenen Meßwert (z. B. 35 %), so sollten die Lade-/Meßzyklen so oft wiederholt werden, bis sich keine wesentliche Steigerung von einem zum nächsten Zyklus ergibt. Auf diese Weise ist es möglich, selbst einen Akku, dessen Kapazität auf weniger als 30 % zusammengebrochen ist, wieder zu einem nützlichen Mitglied der Akku-Gemeinschaft werden zu lassen, d. h. die Kapazität auf 50 % je nach Art der ursprünglichen Schädigung vielleicht sogar wieder in Richtung 100 % anzuheben.

Nachdem wir uns ausführlich mit den Fakten rund um NC- und Bleiakkus sowie mit der Bedienung des AKM 7000 befaßt haben, kommen wir als nächstes zur Beschreibung der Geräte-Hardware.

Das Blockschaltbild

Abbildung 1 zeigt in übersichtlicher Form das Blockschaltbild des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes AKM 7000.

Der zu testende Akku wird über den elektronischen Schalter ES 1 mit der Stromsenke verbunden, die einen konstanten Entladestrom aus dem Akku entnimmt. Die Bezeichnung „Stromsenke“ stellt hierbei nichts Besonderes dar. Schaltungstechnisch handelt es sich hierbei um eine Stromquelle, die jedoch nicht als Quelle, sondern als Belastung (Senke) arbeitet; daher die Bezeichnung „Stromsenke“.

Gleichzeitig mit dem Starten des Entladevorgangs wird das Tor des Digitalzählers freigegeben, und die vom Quarzoszillator kommenden Impulse (10 Impulse pro Stunde) werden vom Zähler aufsummiert.

Besitzt der Akku nun beispielsweise nur noch 80 % seiner Nennkapazität wird ein Strom, welcher 10 % des Zahlenwertes der Nennkapazität entspricht, nur 8 h fließen können bis zum Erreichen der Entladeschlussspannung. In diesem Moment wird von dem nachgeschalteten Komparator das Tor des Zählers gesperrt, und weitere vom Quarzoszillator kommende Impulse können nicht aufsummiert werden. Ein 8stündiger Zählvorgang bei 10 Impulsen pro Stunde hat den Zähler einen Stand von 80 erreichen lassen, entsprechend einer Digitalanzeige von „080 %“.

Soll ein weiterer Test erfolgen, wird ein wiederum voll aufgeladener Test-Akku angeschlossen und die Start-Taste am AKM 7000 betätigt. Hierdurch werden Zähler und Digitalanzeige zurückgesetzt und der neue Entladevorgang gestartet.

Zur Schaltung

In Abbildung 2 ist das komplette Schaltbild des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes AKM 7000 dargestellt. Die unstabilisierte 12 V-Betriebsspannung wird von der 3,5 mm-Klinkenbuchse kommend an den Platinenanschlußpunkten ST 1 und ST 2 eingespeist. Von dort wird diese Spannung über die Verpolungsschutzdiode D 22 dem Festspannungsregler IC 1 des Typs 7808 zugeführt, der eine stabilisierte 8 V-Betriebsspannung für die Schaltung bereitstellt. C 1 und C 2 dienen der Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung.

Der Test-Akku liegt über 2 Polklemmen an den Platinenanschlußpunkten ST 3 (Pluspol) und ST 4 (Minuspol). Die Schutzdiode D 1 schließt die Akku-Spannung kurz, sofern dieser mit falscher Polarität angeschaltet wird. Gleichzeitig schaltet im Verpolungsfall der Komparator IC 2 A seinen Ausgang von High nach Low und gibt damit über D 4 den Oszillator IC 2 B mit Zusatzbeschaltung frei, so daß der Sound-Transducer STR 1 einen Signalton abgibt. Bei korrekt anliegender Polarität sperrt der Komparator IC 2 A über D 4 den Signaloszillator. D 1 wird dann in Sperrichtung betrieben.

Nachdem wir den hoffentlich nicht auftretenden Störfall einer vertauschten Polarität besprochen haben, kommen wir als nächstes zur Beschreibung des wesentlichen Teiles der Schaltung, nämlich der Entladestromsenke. Dieser mit dem IC 2 C und Zusatzbeschaltung aufgebaute Schaltungsteil sorgt für einen konstanten Entladestrom über T 1, S 2 sowie die Widerstände R 14 bis R 38 (je nach Stellung von S 2). Im einzelnen läuft die Funktion wie folgt ab:

Am nicht invertierenden (+)-Eingang (Pin 10) des IC 2 C steht über den Spannungsteiler R 12, R 68 eine Referenzspannung von genau 0,2 V an. C 5 dient der Rauschunterdrückung. Der Ausgang (Pin 8) dieses Operationsverstärkers steuert über R 9 die Basis des nachfolgenden Leistungs-Transistors an, wobei der durch diesen Transistor fließende Akku-Entladestrom einen Spannungsabfall an den Emitterwiderständen (R 14 bis R 38) hervorruft. Dieser wird

über R 11 auf den invertierenden (-)-Eingang (Pin 9) des IC 2 C gegeben und so ausgeregelt, daß er der Referenzspannung exakt entspricht. Dies bedeutet nichts anderes, als daß an beiden Eingängen des IC 2 C genau gleiche Potentiale anstehen müssen.

Nachfolgendes Beispiel soll die Regelcharakteristik verdeutlichen:

Wir nehmen hierzu an, daß sich S 2 in der eingezeichneten Stellung befindet und der Sollstrom von 11 mA unterschritten wurde, d. h. wir nehmen einen Stromfluß von nur 10 mA an. Diese 10 mA verursachen an der Parallelschaltung von R 14, R 15 einen Spannungsabfall von 175 mV, der über S 2 und R 11 an Pin 9 des IC 2 C ansteht. Da die Spannung an Pin 10 dieses ICs 200 mV beträgt, wird der Ausgang (Pin 8) in Richtung positiverer Werte streben und T 1 weiter durchsteuern. Hierdurch erhöht sich der Stromfluß, und der Spannungsabfall an R 14, R 15 steigt soweit an, daß sich das Potential von Pin 9 des IC 2 C auf den gleichen Wert einstellt, welcher der Spannung an Pin 10 entspricht. Im vorliegenden Fall bedeutet dies einen Stromfluß von ca. 11 mA.

In der Schalterstellung 2 beträgt der Stromfluß 25 mA, in der Schalterstellung 3 50 mA, bis hin zur Schalterstellung 12, bei der ein Entladestrom von ca. 400 mA fließt.

Die Werte der strombestimmenden Widerstände R 14 bis R 38 sind unter Berücksichtigung der Leiterbahnwiderstände sowie des Schalter-Übergangswiderstandes bemessen. Eventuelle Abweichungen werden sich im Bereich von ca. 2 % bewegen. Ein Abgleich der Schaltung ist deshalb nicht erforderlich.

Für den Entlade-Längstransistor T 1 wurde ein verhältnismäßig leistungsfähiger Endstufentransistor des Typs BD 249 gewählt, der auch bei dem größten fließenden Entladestrom von 400 mA einen hinreichend geringen Kollektor-Emitter-Spannungsabfall aufweist, wodurch auch einzelne NC-Akkus mit einer Entladeschlussspannung von nur rund 0,9 V zuverlässig entladen und damit getestet werden können. Darüber hinaus reicht für diesen Transistor bei der maximal auftretenden Verlustleistung von rund 10 W ein mittelgroßer Fingerkühlkörper zur Wärmeabfuhr aus, der bei Maximalbelastung allerdings recht heiß wird (bei einem 12zelligem Bleiakku mit einer Nennspannung von 24 V und einem Entladestrom von 0,4 A sind rund 10 W Verlustleistung abzuführen). In den normalerweise auftretenden Testfällen, bei den üblicherweise Spannungen bis 12 V auftreten, wird sich dieser Transistor je nach fließendem Strom nur leicht erwärmen.

Nachdem wir den wichtigen Teil der Akku-Entladung ausführlich besprochen haben, wenden wir uns der Einstellung und

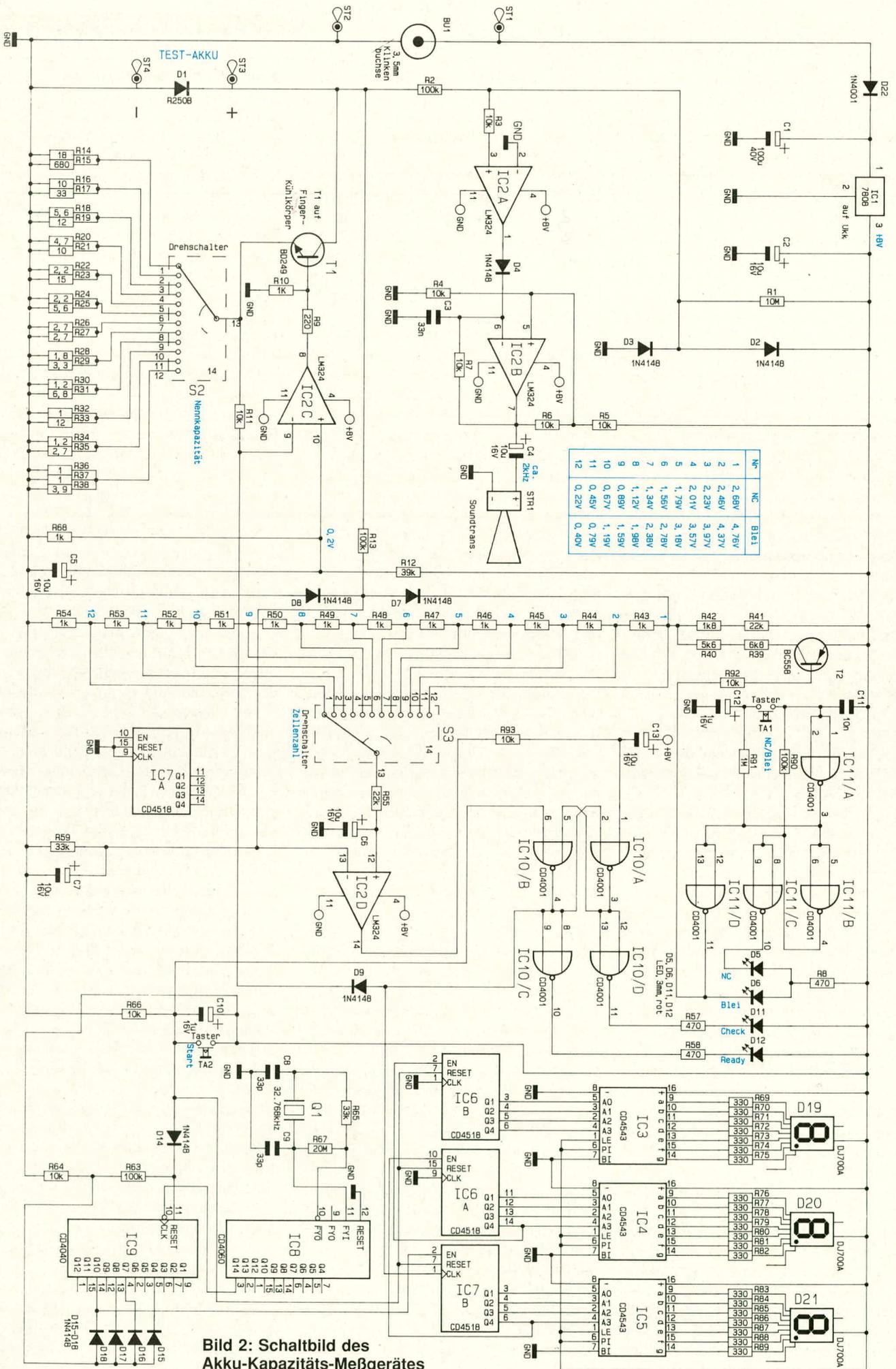


Bild 2: Schaltbild des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes

Erkennung der Entladeschlußspannung zu. Mit der Spannungsteilerkette, bestehend aus R 39 bis R 54, werden die verschiedenen Referenzspannungen für unterschiedliche Zellenzahlen der zu testenden Akkupacks erzeugt. Je nach Stellung des Drehschalters S 3 kann die Entladeschluß-Referenzspannung für eine Zelle (Stellung 1, d. h. Abgriff über R 54) eingestellt werden oder ein Vielfaches davon, d. h. bis hin zu 12 Zellen.

Die so gewonnene Referenzspannung gelangt über R 55 auf den nicht invertierenden (+)-Eingang (Pin 12) des als Komparator arbeitenden Operationsverstärkers IC 2 D. An seinem zweiten Eingang (Pin 13) wird diesem OP die vom Akku kommende positive Spannung über R 13 zugeführt. In Verbindung mit R 59 erfolgt hier eine Spannungsteilung, damit der zulässige Eingangsspannungsbereich der Schaltung selbst dann nicht überschritten wird, wenn das angeschlossene Akkupack bis zu 24 V abgibt. C 6 und C 7 dienen zur Störunterdrückung, während D 7 und D 8 die Schaltung vor unzulässig hohen Eingangsspannungen schützt.

Unterschreitet die Akkuspannung einen mit S 3 voreingestellten Wert, d. h. erreicht das angeschlossene Akkupack die betreffende Entladeschlußspannung, so sinkt als Folge die Spannung an Pin 13 des IC 2 D unter den Wert der Referenzspannung an Pin 12. Daraufhin wechselt der Ausgang (Pin 14) dieses OPs von vormals Low- nun auf High-Potential, und das Speicher-Flip-Flop IC 10 A, B wird über R 93 gesetzt.

Der Ausgang Pin 3 dieses Flip-Flops nimmt somit Low-Potential an, und der Ausgang Pin 4 wechselt auf High. Durch die nachfolgende Invertierung wird nun die Leuchtdiode D 12 („Ready“) über R 58 angesteuert, während D 11 „Check“ erlischt.

In dem Moment, in dem der Ausgang Pin 4 des Flip-Flops IC 10 A, B auf High-Potential wechselt, wird der Tor-Eingang des Zählers IC 7 (Pin 1) direkt gesperrt und gleichzeitig über D 9 die Stromsenke deaktiviert, indem der invertierende (-)-Eingang (Pin 9) des IC 2 C auf High-Potential angehoben wird. Der Ladevorgang ist beendet und die Digitalanzeige „eingefroren“.

Bevor wir zur weiteren Erläuterung des digitalen Anzeigeteiles kommen, soll noch die elektronische Umschaltung von NC-auf Bleiakkus erläutert werden. Diese Umschaltung erfolgt über den Taster TA 1 in Verbindung mit IC 11. Hierbei sind die Gatter IC 11 A, B in Verbindung mit R 90, 91 sowie C 12 als Wechsler geschaltet, d. h. bei jeder Tastenbetätigung erfolgt ein Pegelwechsel.

Führt der Ausgang Pin 3 z. B. High-Potential und Pin 4 Low, so liegt über R 90 auch an den Eingängen Pin 1, 2 Low-Potential. Die Schaltung ist in sich stabil. Der

Kondensator C 12 wird über R 91 auf High-Potential aufgeladen. Durch Schließen der Kontakte des Tasters TA 1 wird nun dieses Potential auf die Eingänge Pin 1, 2 gegeben und der Ausgang Pin 3 wechselt auf Low, Pin 4 auf High, wobei die Selbsthaltung über R 90 bewirkt, daß dieser neue Zustand erhalten bleibt.

Wichtig ist für die einwandfreie Funktion, daß R 91 wesentlich größer als R 90 gewählt wird, damit die Schaltung auch bei längerer Betätigung des Tasters einwandfrei arbeiten kann.

C 11 sorgt dafür, daß beim Anlegen der Versorgungsspannung immer ein definierter Zustand eintritt, d. h. der Ausgang Pin 3 führt Low-Potential, und die LED „NC“ leuchtet auf. Wird der Taster TA 1 betätigt, erfolgt ein Wechsel und die LED „NC“ erlischt, während die LED „Blei“ aufleuchtet.

Gleichzeitig mit der Ansteuerung von D 6 durch das Gatter IC 11 D wird auch der Transistor T 2 über den Widerstand R 92 durchgesteuert. Hierdurch liegen nun die Widerstände R 39, R 40 parallel zu den Widerständen R 41, R 42, d. h. die Spannung am Referenzspannungsteiler steigt an, und zwar genau so weit, daß die jetzt einstellbaren Entladeschluß-Spannungen für Bleiakkus ausgelegt sind.

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung der digitalen Anzeigeeinheit mit vorgeschalteter Zählerkette. Durch Betätigung des Tasters TA 2 werden die Zähler IC 6, 7 sowie der Teiler IC 9 (über D 14) zurückgesetzt, d. h. auf der Digitalanzeige erscheint der Wert „000“. Gleichzeitig wird durch Betätigen des Tasters TA 2 das Flip-Flop IC 10 A, B (an Pin 6) gesetzt. Der Ausgang (Pin 4) wechselt auf Low-Potential, und der Tor-Eingang (Pin 1) des IC 7 ist freigegeben. Über D 9 wird die Sperrung der Stromsenke aufgehoben, d. h. der Entladevorgang beginnt.

Mit IC 8 und Zusatzbeschaltung ist ein quartzgesteuerter Oszillator aufgebaut, an dessen Ausgang (Q 14, Pin 3) eine Frequenz von exakt 2 Hz ansteht. Diese Frequenz gelangt auf den Eingang (Pin 10) des nachgeschalteten Teilers IC 9. Dieser bewirkt mit seiner Zusatzbeschaltung (D 15 bis D 18 sowie R 63, 64) eine Teilung durch 720, d. h. am Ausgang (Q 10/Pin 14) erscheint alle 6 min. ein Impuls (10 Impulse/Stunde). Diese Impulse gelangen auf den Eingang (Pin 2) des Zählers IC 7. Wäre das Tor (Pin 1) für 10 h freigegeben, würde die Zählerkette (IC 6, 7) insgesamt 100 Impulse aufsummieren, entsprechend einer Anzeige von „100 %“. In jedem Zähler-IC des Typs CD 4518 sind 2 Dekadenzähler enthalten, so daß bei einer 3stufigen Zählerkette eine Dekade unbenutzt übrigbleibt (IC 7 A).

Zur Ansteuerung der drei 7-Segment-Anzeigen sind Decoder/Treiber-ICs des Typs

CD 4543 eingesetzt (IC 3, 4, 5), die über die Strombegrenzungswiderstände R 69 bis R 89 die 7-Segment-Anzeigen direkt treiben. Sobald die Entladeschluß-Spannung des Test-Akkus erreicht wird, schaltet der Komparator IC 2 D und setzt das Flip-Flop IC 10 A, B. Hierdurch wird der Tor-Eingang Pin 1 des IC 7 gesperrt, und es können keine weiteren Zählimpulse aufsummiert werden, d. h. die Anzeige bleibt gespeichert, und die LED „Ready“ signalisiert die Beendigung des Testvorgangs.

Zum Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt auf 2 übersichtlich gestalteten einseitigen Leiterplatten. Besonders angenehm ist auch die Tatsache, daß keinerlei Abgleichpunkte in der Schaltung vorhanden sind.

Die Platinen werden in gewohnter Weise bestückt. Zunächst werden die Brücken eingesetzt, gefolgt von den Widerständen, Dioden usw., worauf diese Bauteile auf der Leiterbahnseite zu verlöten sind. Im Anschluß an die niedrigen Bauelemente folgt das Einsetzen der größeren und höheren Bauelemente. Auf folgende Besonderheiten ist bei der Bestückung der Platinen zu achten:

Die 4 Leuchtdioden auf der Anzeigenplatte sind so einzulöten, daß sich ein Abstand von Diodenspitze zur Platinenoberseite von ca. 9 mm (maximal 10 mm) ergibt.

Da die beiden Drehschalter S 2, S 3 einen Mindestabstand zwischen Frontplatte und Frontplatte von 10 mm erfordern, sollten die drei 7-Segment-Anzeigen nicht ganz bis zum Anschlag auf die Platine gesetzt werden, sondern etwas hervorstehen, damit sie später nicht zu weit hinter der Frontplatte liegen. Aufgrund der Anschlußstiftlänge dieser Digitalanzeigen können ca. 2 mm Abstand zwischen Platinenfrontseite und Digitalanzeigen-Rückseite eingehalten werden, wobei die Anschlußstifte auf der Leiterbahnseite nur gerade eben hervorstehen. Der Abstand zwischen Frontplatteninnenseite und Frontfläche der Digitalanzeigen beträgt dann später nur rund 2 mm.

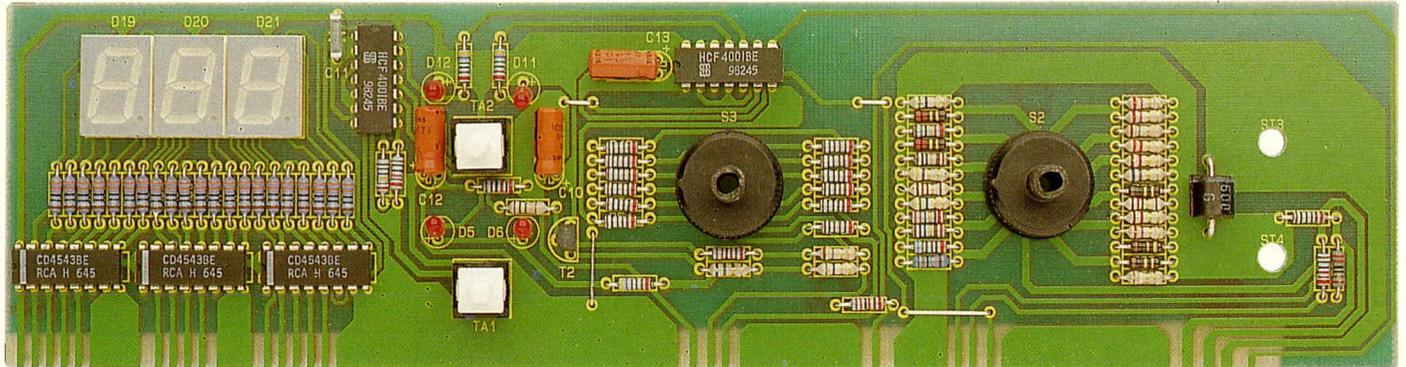
Für den Festspannungsregler IC 1 des Typs 7808 ist ein U-Kühlkörper vorgesehen. Die Beinchen dieses ICs werden ca. 3 mm vom Gehäuseaustritt entfernt im rechten Winkel abgebogen, durch das Langloch des U-Kühlkörpers gesteckt, und die gesamte Konstruktion wird auf die Basisplatte gesetzt. Die 3 IC-Beinchen werden in die zugehörigen Platinenbohrungen gesteckt, von der Leiterbahnseite aus wird eine Schraube M 3 x 10 mm durch die Platine, den Kühlkörper sowie die IC-Befestigungsbohrung geführt und auf der Oberseite mit einer Mutter M 3 fest verschraubt. Erst

jetzt erfolgt das Verlöten und anschließende Kürzen der IC-Anschlußbeinchen auf der Leiterbahnseite.

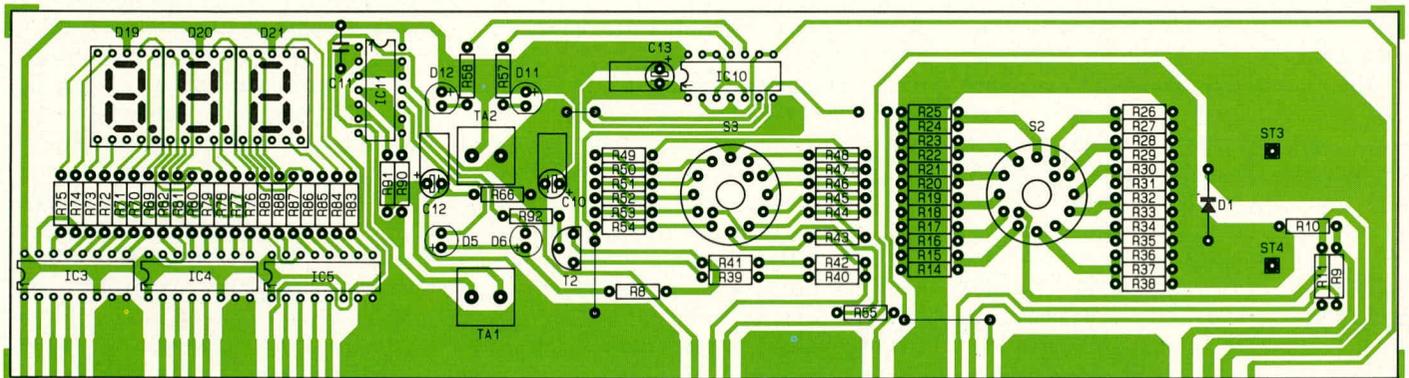
Bei der Montage des Leistungs-Endstufentransistors T 1 geht man in ähnlicher

Weise vor. Hier sind jedoch nur die beiden äußeren Anschlüsse abzuwinkeln und durch die Bohrungen des Fingerkühlkörpers zu stecken. Der mittlere Transistoranschluß (Kollektor) wird kurz abgekniffen, da die

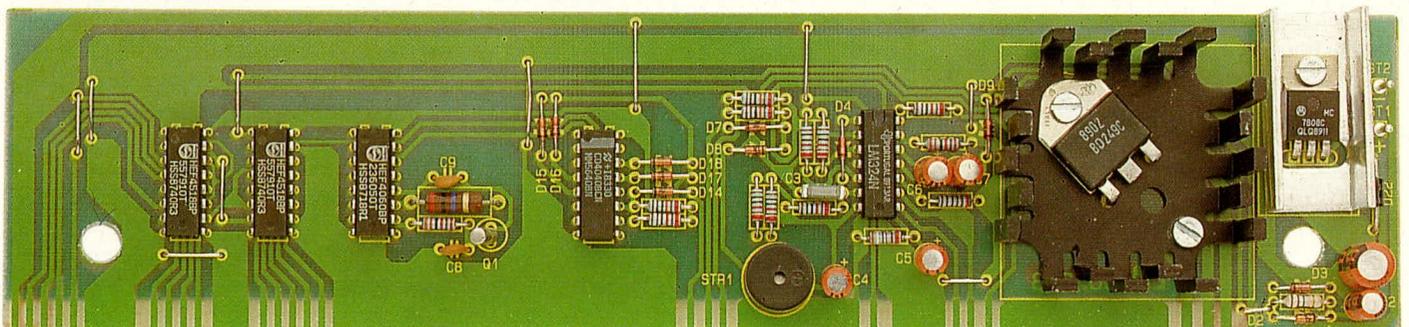
se Kontaktierung über die Metallanschlußfahne und die Befestigungsschraube zur betreffenden Leiterbahn erfolgt. Die Konstruktion Transistor/Kühlkörper wird auf die Platine gesetzt, wobei die Anschluß-



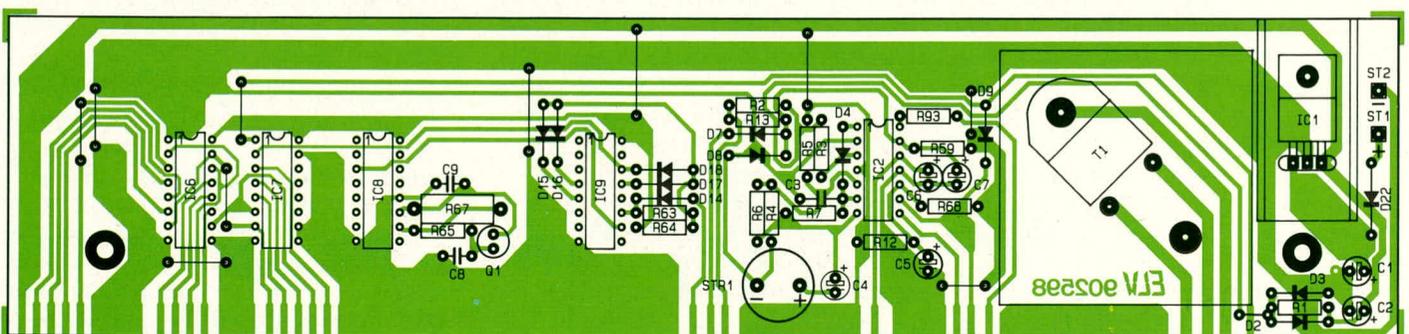
Ansicht der fertig bestückten Anzeigenplatine des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes (Originalgröße 245 x 65 mm)



Bestückungsplan der Anzeigenplatine des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes AKM 7000



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes (Originalgröße 245 x 57 mm)



Bestückungsplan der Basisplatine des Akku-Kapazitäts-Meßgerätes AKM 7000

beinchen durch die zugehörigen Bohrungen zu führen sind. Etwas Wärmeleitpaste zwischen Kühlkörper und Transistor kann hierbei nicht schaden. Von der Platinenunterseite aus werden nun 2 Schrauben M 3 x 10 mm durch die Befestigungsbohrungen des Kühlkörpers gesteckt, von denen eine Schraube mit Zahnscheibe zusätzlich durch die Metallfahne des Transistors zu führen ist. Auf der Oberseite erfolgt das feste Verschrauben mit je einer Mutter M 3.

Die zur Stromversorgung dienende 3,5 mm-Klinkenbuchse ist in die betreffende Bohrung der Gehäuserückwand einzusetzen und von außen mit einer Rändelmutter zu verschrauben. Die Verbindung dieser Buchse erfolgt über eine 2adrige flexible, isolierte Leitung (Querschnitt mindestens 0,4 mm²) mit der Basisplatine. Der Buchsenhals (vorderer/mittlerer Kontakt) ist hierbei mit dem Platinenanschlußpunkt ST 2 zu verbinden (Schaltungsmasse), und der rechte Buchsenkontakt (von

der Rückseite aus gesehen) wird an den Platinenanschlußpunkt ST 1 (+12 V) gelötet. Die Leitungslänge beträgt ca. 110 mm. Die soweit vorbereiteten, bestückten und nochmals sorgfältig kontrollierten Leiterplatten werden nun im rechten Winkel miteinander verbunden. Hierzu wird die Frontplatine vor die Basisplatine gesetzt, und zwar so, daß die Unterkante der Frontplatine ca. 2 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatine hervorsteht. An 2 Eckpunkten werden nun die beiden Platinen zunächst provisorisch angelötet. Nötigenfalls sind jetzt noch leichte Korrekturen durch wechselseitiges Erhitzen dieser beiden Lötstellen möglich. Als dann werden sämtliche Lötverbindungen unter Zugabe von ausreichend Lötzinn miteinander verbunden. Es ist darauf zu achten, daß sich zwischen benachbarten Leiterbahnen keine Lötzinnbrücken bilden.

Die beiden Polklemmen zum Anschluß eines Test-Akkus werden in die zugehöri-

gen Bohrungen rechts auf der Frontplatte gesetzt und auf der Innenseite verschraubt. An jede Polklemme wird auf der Innenseite ein ca. 10 mm langes Silberdrahtstück angelötet. Während die Frontplatte vor die Frontplatine gesetzt wird, sind diese Silberdrahtabschnitte durch die unmittelbar hinter den Buchsen angeordneten Bohrungen der Frontplatine zu stecken. Anschließend werden sie mit den direkt an den Bohrungen angeordneten Kupferflächen unter Zugabe von reichlich Lötzinn verlötet.

Die so vorbereitete Konstruktion kann nun in die untere Gehäusehalbschale eingesetzt werden. Das Lüftungsgitter weist hierbei zur Gehäusefrontseite. Befinden sich die Front- und Rückplatte in ihren zugehörigen Nuten in korrekter Position, kann von der Gehäuseunterseite aus durch jede der 4 Befestigungsbohrungen eine Schraube M 4 x 70 mm gesteckt werden. Die beiden vorderen Schrauben führen dabei gleichzeitig durch die Basisplatine. Auf der Gehäuseinnenseite erfolgt das Aufsetzen von insgesamt 6 Futterscheiben 1,5 x 10 mm. Je eine wird über die beiden vorderen Schrauben und jeweils 2 werden über die im Rückbereich liegenden Befestigungsschrauben gesteckt, worauf jeweils ein 60 mm langes Abstandsrollchen folgt.

Zur Erleichterung der weiteren Montage empfiehlt es sich, die Gehäuseunterhalbschale ca. 5 - 10 mm anzuheben und durch Unterlegen von 2 Bleistiften, einem gefalteten Taschentuch o. ä. in dieser Position zu belassen, damit die Köpfe der 4 Befestigungsschrauben um diesen Betrag nach unten heraus schauen können. Wird jetzt die Gehäuseoberhalbschale dicht über die untere Halbschale gehalten (Lüftungsgitter weist nach hinten), können Hilfs-Drahtstifte oder überzählige Schrauben von außen durch die Befestigungsbohrungen gesteckt und oben in die Abstandsrollchen geführt werden, da die von unten kommenden Befestigungsschrauben darin versenkt sind. Nun wird die Gehäuseoberhalbschale langsam abgesenkt, bis sie ihre endgültige Position einnimmt. Das Gehäuse wird vorsichtig über die Tischkante gezogen, damit die erste Montageschraube nach oben durchgedrückt werden kann, wobei der Hilfsstift herausfällt. Durch diesen Hilfsstift wird das Treffen der oberen Bohrung quasi automatisiert. Eine Mutter M 4 wird eingesetzt und festgezogen. In gleicher Weise folgt das Verschrauben der übrigen Befestigungen, danach das Einsetzen von Abdeck- und Fußmodulen (mit Gummifüßen) sowie der beiden Abdeckzylinder.

Zu guter Letzt sind die Achsen der beiden Drehschalter soweit zu kürzen, daß sie ca. 10 mm aus der Frontplatte hervorstehen, woraufhin die Drehknöpfe in korrekter Position aufzusetzen und festzuziehen sind.

Stückliste: Akku-Kapazitäts-Meßgerät AKM 7000

Widerstände:

| | |
|-------|---------------------------------------|
| 1Ω | R 32, R 36, R 37 |
| 1,2Ω | R 30, R 34 |
| 1,8Ω | R 28 |
| 2,2Ω | R 22, R 24 |
| 2,7Ω | R 26, R 27, R 35 |
| 3,3Ω | R 29 |
| 3,9Ω | R 38 |
| 4,7Ω | R 20 |
| 5,6Ω | R 18, R 25 |
| 6,8Ω | R 31 |
| 10Ω | R 16, R 21 |
| 12Ω | R 19, R 33 |
| 15Ω | R 23 |
| 18Ω | R 14 |
| 33Ω | R 17 |
| 220Ω | R 9 |
| 330Ω | R 69-R 89 |
| 470Ω | R 8, R 57, R 58 |
| 680Ω | R 15 |
| 1kΩ | R 10, R 43-R 54, R 68 |
| 1,8kΩ | R 42 |
| 5,6kΩ | R 40 |
| 6,8kΩ | R 39 |
| 10kΩ | R 3-R 7, R 11, R 64, R 66, R 92, R 93 |
| 22kΩ | R 41, R 55 |
| 33kΩ | R 59, R 65 |
| 39kΩ | R 12 |
| 100kΩ | R 2, R 13, R 63, R 90 |
| 1MΩ | R 91 |
| 10MΩ | R 1 |
| 20MΩ | R 67 |

Kondensatoren:

| | |
|------|----------|
| 33pF | C 8, C 9 |
| 10nF | C 11 |

| | |
|-----------|--------------------|
| 33nF | C 3 |
| 1µF/16V | C 10, C 12 |
| 10µF/16V | C 2, C 4-C 7, C 13 |
| 100µF/40V | C 1 |

Halbleiter:

| | |
|-----------------|-----------------------------|
| CD4001 | IC 10, IC 11 |
| CD4040 | IC 9 |
| CD4060 | IC 8 |
| CD4518 | IC 6, IC 7 |
| CD4543 | IC 3-IC 5 |
| LM324 | IC 2 |
| 7808 | IC 1 |
| BD249 | T 1 |
| BC558 | T 2 |
| R250B | D 1 |
| 1N4001 | D 22 |
| 1N4148 | D 2-D 4, D 7-D 9, D 14-D 18 |
| DJ700A | D 19-D 21 |
| LED, 3 mm, rot. | D 5, D 6, D 11, D 12 |

Sonstiges:

| | |
|---|------------|
| Quarz, 32.768 kHz | Q 1 |
| Drehschalter, 12 x 1 | S 2, S 3 |
| Sound-Transducer | STR 1 |
| Taster, steh., print. | TA 1, TA 2 |
| 1 Fingerkühlkörper | |
| 1 Kühlkörper SK 13 | |
| 3 Schrauben M 3 x 10 | |
| 3 Muttern M 3 | |
| 2 Lötstifte, 1,3 mm | |
| 110 mm, 2adrig, flexible Leitung, mind. 0,4 mm ² | |
| 250 mm Silberdraht | |
| 1 Zahnscheibe | |



PC-Videotext- Decoder PC-VT 7000

Dieser Videotext-Decoder ermöglicht die Decodierung, Darstellung und Speicherung der Fernseh-Videotextseiten auf einem IBM-PC oder kompatiblen Rechner. Weitere Komfortmerkmale wie Aufzeichnungsmöglichkeit von Videotextseiten oder auch von Untertiteln mit einem Recorder sowie die Wiedergabe über einen Fernseher zeichnen den PC-VT 7000 aus.

Allgemeines

Videotext ist ein zusätzlicher Informationsdienst, der von zahlreichen Sendeanstalten angeboten und in der Bildausstufung übertragen wird. Die Informationen beinhalten unter anderem die Themengebiete Nachrichten, Sport, Fernsehprogramme usw., die laufend von den Programm-Anbietern aktualisiert werden.

Zur Nutzung von Videotext wird ein entsprechender Decoder benötigt, der in manchen Fernsehgeräten und Videorecordern bereits serienmäßig enthalten ist, bzw. gegen Aufpreis nachgerüstet werden kann.

Die in Form von einzelnen Textseiten zusammengefaßten Informationen werden über 3stellige Zahlen aufgerufen. So befindet sich z. B. das Abendprogramm bei ARD und ZDF auf der Videotextseite 303. Wird diese Zahlenfolge eingegeben (z. B. über die Fernbedienung des TV-Gerätes), beginnt der Suchvorgang, bis nach kurzer Zeit die betreffende Seite auf dem Bildschirm erscheint. Zwischen Programmierung und Anzeige vergehen im allgemeinen nur einige Sekunden, wobei jedoch

auch Wartezeiten von über 10 s keine Seltenheit sind. Dies ist ein Wermutstropfen für die Benutzer des ansonsten informativen und interessanten Videotextes insbesondere dann, wenn eine häufigere und intensivere Nutzung erfolgt.

Von ELV wurde nun der Videotext-Decoder PC-VT 7000 entwickelt, der über die reine Decodierung hinaus wesentliche Komfortmerkmale bietet.

Zum Betrieb des PC-VT 7000 wird ein Videorecorder mit FBAS-Ausgang oder ein Fernsehgerät benötigt (auch ohne eingebauten Videotext-Decoder), das über seine Scart-Buchse mit dem PC-VT 7000 verbunden wird. Über diese Scart-Buchse wird das FBAS-Signal in den PC-VT 7000 eingespeist. Nach erfolgter Bearbeitung kann dann der Videotext wahlweise entweder auf dem Fernsehgerät (Einspeisung über die bereits angeschlossene Scart-Buchse) oder auf dem Bildschirm eines IBM-PC-XT/AT (oder kompatiblen Computers) erfolgen.

Wird ein Videorecorder an die zweite Scart-Buchse angeschlossen, können sogar Videotextseiten als auch Fernsehbilder mit eingblendeten Untertiteln (für Hörbehinderte) aufgezeichnet werden.

Ein weiteres, besonders interessantes Komfortmerkmal stellt die Möglichkeit dar, betreffende Videotextseiten über einen Drucker auszugeben. So können z. B. die aktuelle Programmvorschau, der Wetterbericht oder andere wichtige Informationen in schriftlicher Form bereitgestellt werden.

Auf einen ganz wesentlichen Vorteil des PC-VT 7000 wollen wir zum Abschluß dieser Einleitung eingehen. Hierbei handelt es sich um die Möglichkeit, die zu einer Videotextseite gehörenden Unterseiten abzuspeichern und direkt ohne Wartezeit wieder aufzurufen. Sind z. B. einer Videotextseite 10 Unterseiten zugeordnet, können diese nicht direkt adressiert wer-

den, da nur die Hauptseite aufrufbar ist. Die Unterseiten werden im regelmäßigen zeitlichen Abstand nacheinander angezeigt, so daß für die Sichtung einer bestimmten Unterseite teilweise mehrere Minuten Wartezeit erforderlich werden kann. Mit dem PC-VT 7000 kann hier jede einzelne Unterseite direkt angefahren und ohne Zeitverzögerung abgebildet werden - ein echter Komfort- und Zeit-Vorteil.

Der Anschluß

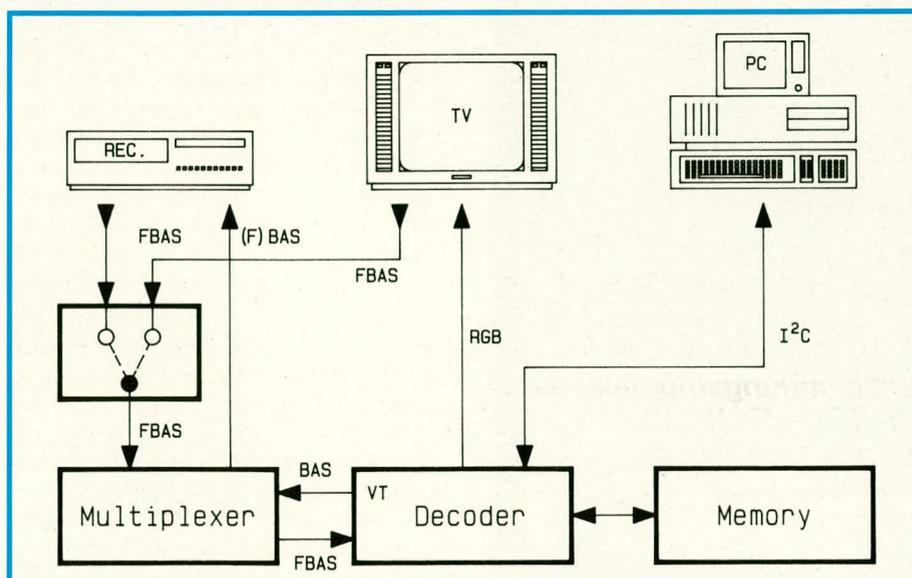
Der von ELV entwickelte Videotext-Decoder PC-VT 7000 besteht aus einer PC-Einsteckkarte, welche über einen PC-Bus die Verbindung zur Außenwelt herstellt sowie dem mit dieser Einsteckplatine verbundenen Basisgerät, das den eigentlichen Videotext-Decoder beinhaltet.

Auf der Geräterückseite, des in einem Gehäuse der ELV-Serie 7000 eingebauten Basisgerätes, sind die Ein- und Ausgänge angeordnet. Zum einen handelt es sich um die bereits erwähnte Verbindung zur speziellen PC-Einsteckkarte und zum anderen um die Verbindung zu den betreffenden Video-Endgeräten.

Als Minimum muß ein Fernsehgerät mit Scart-Buchse zur Verfügung stehen, das über ein entsprechendes Scart-Kabel mit dem PC-VT 7000 zu verbinden ist. Über den FBAS-Ausgang des Fernsehgerätes erhält der PC-VT 7000 nun seine Eingangsinformationen und stellt seinerseits dem Fernsehgerät die decodierten, aufbereiteten Signale zur Verfügung. Ein- und Ausgänge werden über die gleiche mehradrige Scart-Verbindungsleitung geführt.

Eine weitere ebenfalls auf der Geräte-

Bild 1:
Blockschaltbild mit den
zugehörigen Peripherie-Geräten
des PC-Videotext-Decoders



rückseite des PC-VT 7000 angeordnete Scart-Buchse bietet die Möglichkeit, einen Videorecorder anzuschließen. Damit besteht nun nicht nur die Möglichkeit, zur Aufzeichnung der reinen Bildinformation, sondern es können eingblendete Untertitel (für Hörbehinderte) mit aufgezeichnet werden oder aber sogar komplette Videotextseiten.

Mit dem auf der Geräterückseite angeordneten Umschalter kann als Eingangsquelle wahlweise ein Fernsehgerät oder ein Videorecorder, der auch ein FBAS-Ausgangssignal bereitstellt, angewählt werden. Steht der betreffende Schalter auf „TV“ muß auch das betreffende Fernsehgerät eingeschaltet sein, damit der Tuner seine FBAS-Signale bereitstellt. Befindet sich der Schalter in Stellung „Recorder“ muß dieser im Standby-Betrieb arbeiten, damit seine FBAS-Signale vom Tuner am Recorderausgang anstehen. Wird der Recorder hingegen auf Wiedergabe geschaltet, kommen die FBAS-Signale vom Band und können nicht vom PC-VT 7000 verarbeitet werden. Für die Aufzeichnung von Videotextseiten bzw. Filmen mit eingblendeten Untertiteln muß der Schalter in Stellung „TV“ stehen, damit die vom Fernsehgerät kommenden FBAS-Signale über den Videotext-Decoder des PC-VT 7000 decodiert und anschließend vom Recorder aufgezeichnet werden können.

Der Anschluß eines Fernsehgerätes kann komplett entfallen, sofern der Bildschirm nicht zur Wiedergabe benötigt wird und die FBAS-Eingangssignale von einem Recorder dem PC-VT 7000 zugeführt werden.

Die Stromversorgung der PC-Einsteckkarte erfolgt direkt aus dem PC. Von dort wird über die Verbindungsleitung zum Basisgerät auch dieser Schaltungsteil aus dem PC versorgt, so daß kein separates Netzteil erforderlich ist.

Die Hardware

In Abbildung 1 ist das Blockschaltbild mit den zugehörigen Peripherie-Geräten des PC-Videotext-Decoders PC-VT 7000 dargestellt. Herzstück ist hierbei der eigentliche Videotext-Decoderbaustein mit vorgeschaltetem Multiplexer, der sich im Basisgerät des PC-VT 7000 befindet. Das angeschlossene Fernsehgerät stellt über seinen Tuner durch entsprechende Programmwahl das FBAS-Signal zur Verfügung. Hierbei kann selbstverständlich nur das Videotextprogramm aufgerufen werden, dessen entsprechender Sender am Tuner des Fernsehgerätes eingestellt wurde.

Wie bereits erwähnt, kann durch Umschaltung als Eingangs-FBAS-Quelle auch ein Videorecorder dienen. Dieses FBAS-Signal muß vom Empfangsteil und nicht vom Band kommen. Bei der Aufzeichnung

werden nämlich die digitalen Videotextinformationen so verschliffen, daß keine Decodierung mehr möglich ist. Dieser Tatsache steht nicht entgegen, daß bereits decodierte Videotextseiten sehr wohl vom Videorecorder aufzuzeichnen sind und wiedergegeben werden können.

Das FBAS-Signal wird im Videotext-Decoder aufgesplittet und die Zeilen, welche die Videotextinformation enthalten, werden decodiert und in dem angeschlossenen Arbeitsspeicher abgelegt.

Die so gewonnenen Informationen können über eine I²C-Schnittstelle direkt zum PC übertragen und/oder mit Hilfe des integrierten Display-Controllers auf dem Bildschirm eines angeschlossenen Fernsehgerätes dargestellt werden.

Außerdem besteht die Möglichkeit, decodierte Videotextseiten aufzuzeichnen sowie auch in das laufende Programm eingblendete Videotext-Untertitel. Die Darstellung der abgespeicherten Videotextseiten wie auch der Untertitel erfolgt allerdings nur in schwarz/weiß, während die übrige Aufzeichnung des Videorecorders davon selbstverständlich unbeeinflusst in Farbe erfolgt.

Die Software

Voraussetzung für die Inbetriebnahme der speziellen Anwendersoftware ist ein MS-DOS-Betriebssystem. Die Software kann entweder von einer 5 1/4"-Standard-Diskette oder von einer Festplatte geladen werden. Hierzu ist die Eingabe VT und die Betätigung der Return-Taste erforderlich.

Nachdem das Programm vom Betriebs-

system gestartet wurde, wird der Videotext-Decoder im Basisgerät über die I²C-Schnittstelle aufgefordert, die Seite 100 zu suchen und auf dem PC-Monitor bzw. dem angeschlossenen Fernsehbildschirm darzustellen. Durch einfache Programmierung kann auch jede beliebige andere Videotextseite als erste Seite unmittelbar nach dem Einschalten aufgerufen und angezeigt werden.

In diesem Zusammenhang sei angemerkt, daß das Programm weitgehend selbsterklärend ist und zu allen wesentlichen Operationen Erklärungen zur Verfügung stehen. Durch Betätigen der Funktionstaste F1 erscheint ein Hilfe-Menü auf dem Bildschirm zur Anzeige weiterer Erläuterungen und Hilfsmaßnahmen.

Doch kommen wir nun zur weiteren, höchst einfachen Bedienung des Gerätes. Über die PC-Tastatur wird durch Eingabe einer 3stelligen Zahl die betreffende Videotextseite angewählt. Unmittelbar nachdem die erste Ziffer eingegeben wurde, erscheint in der Bildmitte das Eingabefenster mit der eben eingegebenen ersten Ziffer. Jetzt wird die folgende zweite sowie dritte Ziffer erfaßt. Da die Seitennummern grundsätzlich aus 3 Ziffern bestehen, ist ein Abschluß (Bestätigung) durch die Return-Taste nicht erforderlich. Ist die angewählte Seite gefunden, erscheint sie unmittelbar auf dem Bildschirm. Ist die betreffende Videotextseite nicht aktiv, so wird dies nach kurzer Suche

Ansicht einer Bildschirmmaske des PC-Videotext-Decoders



auf dem Bildschirm angezeigt.

In manchen Fällen stehen unter der Nummer einer Videotextseite mehrere Seiten zur Verfügung, die dann nacheinander im Abstand von einigen zehn Sekunden angezeigt werden. Hierauf hat der Videotextnutzer jedoch keinen Einfluß, so daß es unter Umständen mehrere Minuten dauern kann bis die gewünschte Unterseite verfügbar ist. Hier bietet der PC-VT 7000 eine wesentliche Verbesserung, in dem nacheinander alle Unterseiten in den PC-Speicher übernommen werden, sobald sie gesendet wurden.

Mit der Cursor-Taste ↑ kann jetzt eine Seite vor und mit der Taste ↓ eine Unterseite zurückgeblättert werden (nahezu verzögerungsfrei). Mit den Cursortasten ← und → können die „normalen“ Videotextseiten vor- und zurückgeblättert werden. Dies kann jedoch mehrere Sekunden in Anspruch nehmen, wie dies allgemein vom Videotext bekannt ist, da die Hauptseiten nicht grundsätzlich gespeichert werden.

Wie bereits erwähnt, kann durch Betätigen der Funktionstaste F1 ein Hilfe-Menü aufgerufen und auf dem Bildschirm angezeigt werden.

Mit der Taste F2 kann die momentan angezeigte Videotextseite auf einem am PC angeschlossenen Drucker ausgedruckt werden. Dies ist z. B. sinnvoll, um die aktuelle Programmvorschau in schriftlicher Form verfügbar zu haben.

Über die Taste F3 ist eine Abspeicherung der angezeigten Seite in eine Datei möglich. Unmittelbar nach Betätigen der Taste F3 erscheint auf dem Bildschirm die Aufforderung, einen Kommentar zu erfassen, der später das Auffinden der betreffenden Seite erleichtert. Als Suchbegriff wird automatisch die betreffende Seitennummer vom Programm gewählt.

Eine abgespeicherte Seite kann unabhängig vom Videotext-Decoder jederzeit aufgerufen und auf dem Bildschirm angezeigt werden. Hierzu wird die Taste F4, gefolgt von der betreffenden 3stelligen Seitennummer, eingegeben. Die Seite erscheint nahezu verzögerungsfrei auf dem Bildschirm, und zwar auch, ohne daß ein Videotext-Decoder bzw. die Einsteckkarte angeschlossen sein muß, da die abgespeicherten Informationen bereits im PC vorliegen.

Zur Anzeige einer Übersicht der abgespeicherten Seiten, einschließlich der dazu erfaßten Kommentare kann die Taste F5 betätigt werden.

Zum Verlassen des Programms wird die ESC-Taste gedrückt.

In der kommenden Ausgabe des „ELV journal“ wird die komplette Schaltung dieses interessanten Gerätes ausführlich beschrieben, gefolgt von Nachbau und Inbetriebnahme.

ELV

LED-Schmuck

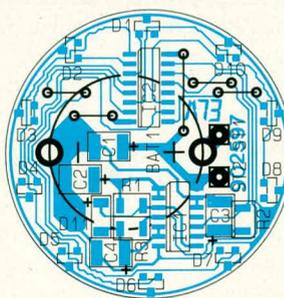
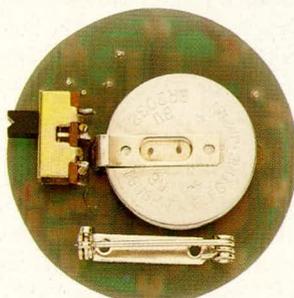
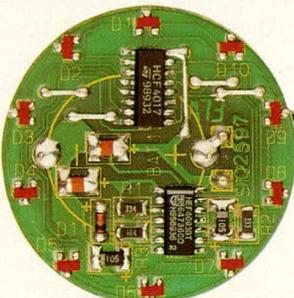
Elektronik als Schmuck in Form eines optisch ansprechenden LED-Arrangements kann mit Hilfe der SMD-Technik in optimalen Abmessungen realisiert werden.

Allgemeines

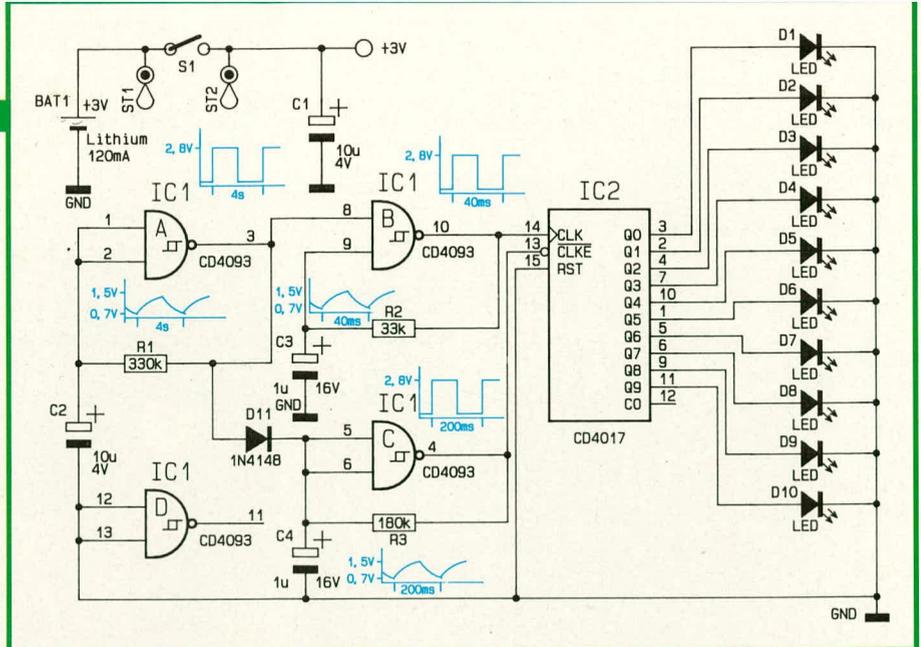
Der ELV-Leser ist es gewohnt, technisch und wirtschaftlich sinnvolle Schaltungen und Geräte im ELV journal zu finden, deren Nutzen eindeutig ist. Doch warum soll das Elektronik-Hobby nicht auch einmal „nur“ die Sinne erfreuen, ohne die zwingende Notwendigkeit eines direkten wirtschaftlichen Nutzens? Wir stellen Ihnen daher heute einen interessanten LED-Schmuck als besonderen Blickfang vor.

10 in einem Kreis angeordnete SMD-Leuchtdioden bieten dem Betrachter ein interessantes Bild. Etwa zwei Sekunden lang leuchten diese LED nacheinander auf und beschreiben hierdurch einen Kreis. In den nächsten Sekunden wird die Kreisbewegung beschleunigt, d. h. der Kreis etwa 5 mal durchlaufen, danach fällt die Schaltung in das langsame Tempo zurück und so fort. Die gesamte Elektronik-Brosche hat einen Durchmesser von 38 mm bei einer Bauhöhe von weniger als 10 mm. Alle SMD-Bauelemente befinden sich sichtbar auf der Platinenvorderseite (Leiterbahnseite), während die Platinenrückseite lediglich den Schalter, die extrem flache Lithium-Batterie sowie die Anstecknadel trägt.

Durch die Verwendung von Low-Current-LEDs in Verbindung mit dem Einsatz einer hochkapazitiven Lithium-Zelle beträgt die Betriebsdauer mehr als 100 h (!); danach kann die Zelle problemlos ausgelötet und durch eine frische ersetzt werden.



Links: Frontansicht der bestückten Platine in Originalgröße. Mitte: Platinenrückseite mit Lithium-Zelle. Rechts: Bestückungsplan der Bauteile-/Leiterbahnseite



Schaltbild des LED-Schmucks

Zur Schaltung

Die 10 in einem Kreis angeordneten SMD-Leuchtdioden D 1 bis D 10 werden direkt von den Ausgängen des Zählers IC 2 des Typs CD 4017 angesteuert. Aufgrund der Versorgungsspannung von 3 V kann auf einen Strombegrenzungswiderstand im Leuchtdiodenkreis verzichtet werden. Der Treiberstrom liegt bei ca. 1 mA.

Angesteuert wird das Zähler-IC wahlweise über den 25 Hz-Oszillator IC 1 B mit den frequenzbestimmenden Bauelementen R 2, C 3 oder den 5 Hz-Oszillator IC 1 C, dessen Frequenz durch R 3, C 4 festgelegt wird. Jeder dieser beiden Oszillatoren wird abwechselnd 2 s durch den Oszillator IC 1 A freigegeben. Die Wechselfrequenz wird mit R 1, C 2 bestimmt. Steht am Ausgang (Pin 3) dieses Oszillators ein „High“-Pegel an, so ist IC 1 C über D 11 gesperrt und IC 1 B freigegeben, d. h. die an Pin 14 des IC 2 anstehenden Impulse dienen zum schnellen Weiterschalten der angeschlossenen Leuchtdioden.

Wechselt das Potential an Pin 3 auf „Low“, ist IC 1 B über Pin 5 gesperrt und IC 1 C freigegeben. Jetzt dient die etwas langsamere Ansteuerfrequenz an Pin 13 des IC 2 zum Fortschalten der Leuchtdioden.

C 1 dient der Störunterdrückung hinter dem Schalter S 1, mit dem die Schaltung aktiviert wird. Die Lithium-Zelle besitzt eine Kapazität von 120 mAh und reicht somit für mehr als 100 h aus - auch bei Dauerbetrieb.

Zum Nachbau

Anhand des Bestückungsplanes sowie der Abbildung der Platine werden zunächst die beiden ICs, gefolgt von den Widerständen, den Kondensatoren, der Diode sowie den 5 Brücken (auf der Leiterbahnseite / Drahtenden dürfen auf der Batterieseite nicht hervorstehen) auf die Platine gesetzt und jeweils gleich nach dem Aufsetzen verlötet. Zum Abschluß sind die Leuchtdioden einzulöten.

Auf der gegenüberliegenden Platinenseite wird die Lithium-Zelle eingelötet sowie der Miniaturschalter S 1, der an 2 später zu kürzende Lötstifte angelötet wird. Die seitlichen Befestigungslaschen sind vom Schalter abzukneifen.

Zur Befestigung der Anstecknadel wird gemäß der Abbildung an der entsprechenden Stelle neben Schalter und Lithium-Zelle die Leiterplatte mit einer Schlüsselfeile oder Schmiergelleinen angeraut und anschließend die Anstecknadel mit 2-Komponenten- oder Sekundenkleber aufgeklebt. **ELV**

Stückliste: LED-Schmuck

Widerstände (SMD)

| | |
|-------------|-----|
| 33kΩ | R 2 |
| 180kΩ | R 3 |
| 330kΩ | R 1 |

Kondensatoren (SMD)

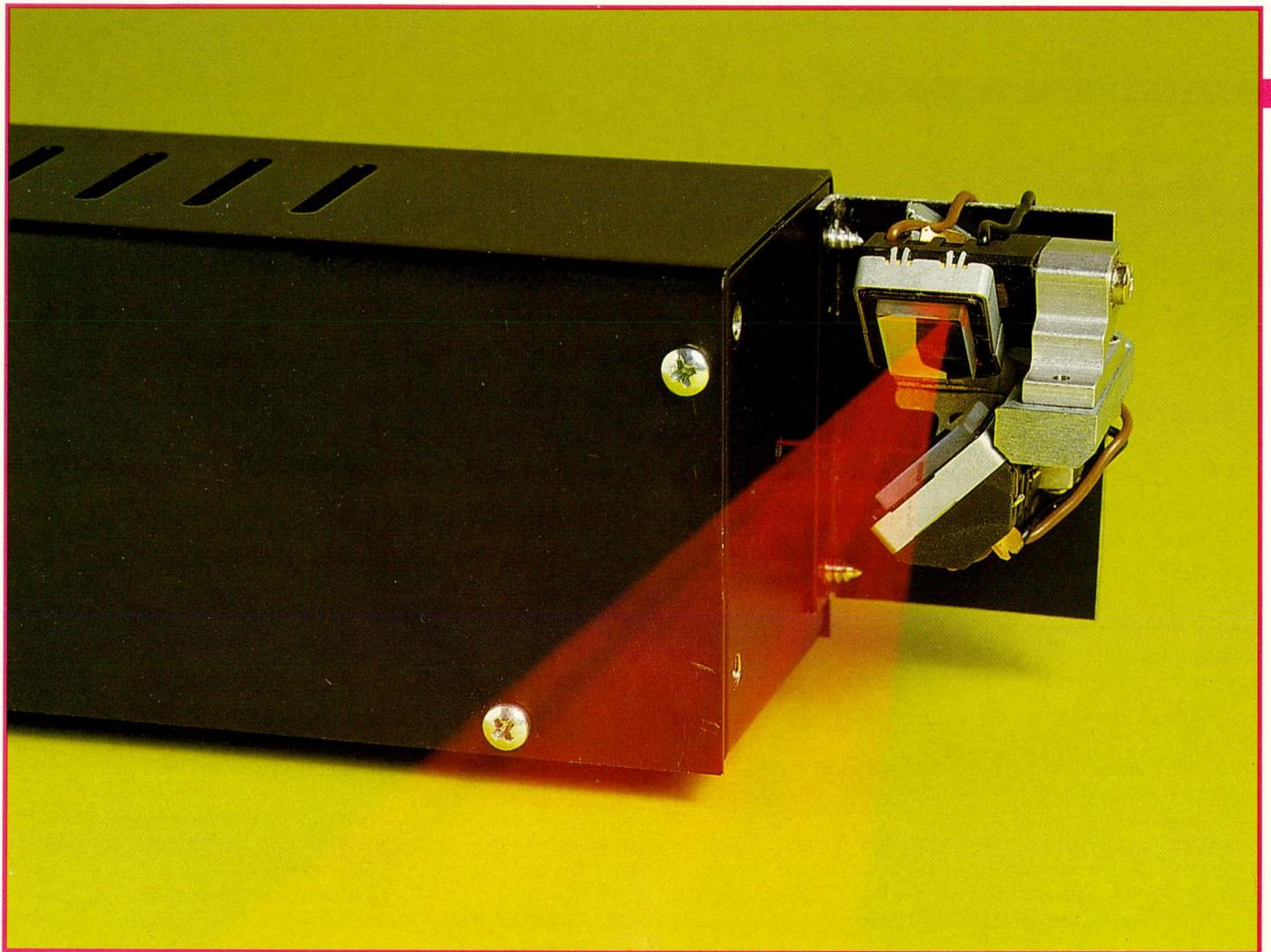
| | |
|---------------|----------|
| 1µF/16V | C 3, C 4 |
| 10µF/4V | C 1, C 2 |

Halbleiter (SMD)

| | |
|-----------------------------|----------|
| CD4017 | IC 2 |
| CD4093 | IC 1 |
| 1N4148 | D 11 |
| LED, rot, Low-Current | D 1-D 10 |

Sonstiges

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Lithium-Batterie, 120 mA | BAT 1 |
| Schiebeschalter, 1 x um, print | S 1 |
| 1 Anstecknadel | |
| 2 Lötstifte, 1 mm | |
| 30 mm Silberdraht | |



Laser-Linear-Ablenkeinheit LA 90

Lasergrafiken kontrolliert gesteuert zur Erzeugung von Lichtebenen, Geraden und gegenständlichen Darstellungen sind die Domäne elektromechanischer Laser-XY-Ablenkeinheiten. Mit der LA 90 bietet ELV einen hochwertigen und dennoch preisgünstigen Einstieg.

Allgemeines

Zur Ablenkung eines zunächst statischen Laserstrahls zur Erzeugung von Grafiken, Ornamenten oder Bildern stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung. Im Rahmen des Artikels „Informationsübertragung per Laserstrahl“, Teil 1 (ELV journal 54) sind wir darauf bereits eingegangen. Die für die Ablenkung eingesetzten Verfahren beruhen praktisch alle darauf, daß sie den Laserstrahl in hoher Geschwindigkeit durch die Luft oder über eine Projektionsfläche führen, wodurch sich dem trägen menschlichen Auge die Illusion geschlossener Flächen- bzw. Linienzüge bietet.

Die angewandten Ablensysteme operieren somit seriell, d. h. sie arbeiten das Bewegungspensum des Laserstrahls der Reihe nach ab und nicht, wie etwa eine Linsenanordnung oder ein Hologramm, simultan. Dies hat gute Gründe: Wollte man rasch veränderliche Linienzüge parallel, d. h. als Ganzes und gleichzeitig, erzeugen, wäre hierzu ein gigantischer Rechenaufwand und eine nahezu utopische

Strahlmanipulationsoptik erforderlich.

Eine für das Auge hinreichende serielle Strahlableitung hat allerdings eine recht schwierige Bedingung zu erfüllen: Das gesamte Laserbild muß mindestens 10 x pro Sekunde geschrieben werden, damit sich kein Flimmereindruck einstellt. Dies bedeutet: Je komplizierter das darzustellende Lasergrafikmuster sein soll, desto schneller muß der Ablenkwinkel des Laserstrahls variiert werden.

Die Alleskönner unter den Laser-Ablensystemen kommen aus dem chemischen Labor. In speziell gezüchteten und geschliffenen elektrooptischen Kristallen erfolgt die Strahlableitung über angelegte Hochspannung. Diese Systeme besitzen keine mechanische Trägheit und arbeiten daher extrem schnell, sind aber auch beinahe unbezahlbar.

Relativ weit verbreitet haben sich hingegen die akustooptischen Modulatoren, bei denen eine modulierte Ultraschallschwingung von vielen Megahertz optische Dichteschwankungen in einer Spezialflüssigkeit erzeugt, welche ihrerseits eine geringfügige Richtungsänderung eines eingestrah-

ten Laserbündels hervorrufen können. Diese Systeme waren in älteren Laserdruckermodellen im Einsatz, bevor die preisgünstigen und reaktionsschnellen Laserdioden ihren Siegeszug antraten.

Systeme, bei denen es nicht auf extreme Ablenkfrequenzen ankommt, werden im allgemeinen durch mechanisch bewegte Umlenkspiegel realisiert. Einfachster Vertreter dieser Gattung sind die über Motoren angetriebenen Drehspiegel, die einen daran reflektierten Laserstrahl im Idealfall auf einer Kreislinie und, beim optischen Hintereinanderschalten mehrerer Systeme, auf Rosetten- oder komplizierteren Projektionsbahnen herumführen. Deren Größe, Gestalt und Bewegung hängt ab vom Verhältnis der gewählten Ansteuerdrehzahlen, vom Neigungswinkel der Einzelspiegel gegen die Drehachse sowie von der Drehrichtungskonfiguration des Gesamtsystems. Die erzeugenden Anlagen sind sehr preisgünstig und inzwischen weit verbreitet. Bestes Beispiel: das ELV-Spiegelmotor-Set (ELV journal 2/89).

Sobald es jedoch um gezielte Strahlsteuerung, etwa in Form einer Strahlnachfüh-

rung oder Zeichenprojektion geht, versagen Drehspiegelsysteme ihren Dienst. Als Ausweg verwendet die Laserindustrie Ablenkensysteme, bei denen die Spiegel nicht rotieren, sondern nur um bestimmte, genau steuerbare Winkel gekippt werden können: die Linear-Ablenkensysteme, im Techniker-englisch vielfach auch „Scanner“ („Abtaster“) genannt.

Das Linear-Ablenkensystem

Ein Linear-Ablenkensystem besteht immer aus einem federnd oder anderweitig elastisch aufgehängten Spiegel mit einer definierten Kipp-Lagerung, aus einer Spule und mindestens einem Permanentmagneten. Ein Strom durch die Spule bewirkt Magnetkräfte, die in Verbindung mit dem Permanentmagnet zu einer Richtungsablenkung des Spiegels führen, bis sich ein Kräftegleichgewicht zwischen magnetischer Kraft und z. B. der Rückholfederwirkung einstellt. Die Spule ist hierbei entweder mit dem Spiegel verbunden und das Permanentmagnetsystem steht still, oder aber am Spiegel sind kleine Permanentmagnete angebracht, und die Spule steht stattdessen still. Letzteres hat den Vorteil, daß keine Zuführungsleitungen in das bewegliche Spiegelsystem geführt werden müssen. Andererseits ist aber ein möglichst starkes Dauermagnetfeld für reaktionsschnelle Spiegelbewegungen erforderlich, weshalb die entsprechend voluminösen Dauermagnete meist als Stator angeordnet werden und die vergleichsweise leichte Spule mit dem beweglichen Spiegel verbunden wird.

Die genannte Anordnung ist im Prinzip nichts anderes als ein Galvanometer, wie man es in herkömmlichen Zeiger-Meßinstrumenten findet, mit der Besonderheit,

daß aus den eingangs bereits genannten Gründen eine besonders rasche Beweglichkeit wünschenswert ist. Ein solches Linear-Ablenkensystem bewirkt, daß sich ein umgelenkter Laserstrahl bei Ansteuerung des Systems entlang einer geraden Linie bewegt, sofern eine Projektionsfläche existiert, d. h. also auf einer Ebene im Raum.

Ordnet man nun 2 Ablenkeinheiten hintereinander so an, daß die Drehachsen der Spiegel senkrecht zueinander stehen, und schickt den Laserstrahl nacheinander über beide Spiegel, so kann dieser Strahl wohldefiniert an jede Stelle der Projektionsfläche geführt werden. Entsprechende Spiegelsteuerung vorausgesetzt, sind damit beliebige Kurvenformen zeichbar.

Bei ausreichend hoher Wiederholungsgeschwindigkeit entsteht für das Auge der Eindruck eines stehenden, unveränderlichen Bildes. Wesentlicher Faktor hierfür ist übrigens ein „Nachleucht-Effekt“ der menschlichen Netzhaut. Zur Verstärkung dieses Effektes stattet man z. B. Fernsehbildschirme oder Oszilloskopröhren zusätzlich mit nachleuchtenden Fluoreszenzstoffen aus, was die Flimmerwirkung weiter reduziert.

Die ELV-Linear-Ablenkeinheit LA 90

Extrem hochwertige Umlenkspiegel, normalerweise als Einzelteil schon nicht unter 100 DM zu haben, eine exakt berechnete Zinkdruckguß-Trägerkonstruktion sowie zur Kapselung ein formschönes, kleines, mattschwarz lackiertes Stahlgehäuse, das sich fast übergangslos an den neuen ELV-12 V-Laser anflanschen läßt, sind herausragende Merkmale der LA 90. Diese Einheit ist natürlich ohne weiteres auch an andere Lasergeräte anschließbar, wenn

die erforderlichen Befestigungsbohrungen angebracht werden.

Das ELV-Ablenkensystem besitzt dielektrische Umlenkspiegel (Interferenzspiegel) mit einem Reflektionsgrad von ca. 99,7 % (!) für einfallendes HeNe-Laserlicht (unter 45°) und eine Oberflächengüte in der Größenordnung von etwa einem Zehntel der Laserwellenlänge (!). Die üppige Größe von 10 x 14 mm bedeutet Anwendungsfälle eventuell auch über den Einsatz in einem Ablenkensystem hinaus: Mit einem solchen Spiegel könnte man Laserstrahlen um 100 Ecken führen und hätte trotzdem erst 25 % Lichtverlust und kaum erwähnenswerte Strahlenverzerrung zu erwarten, weshalb jedem Laserprofi beim Wort „Interferenzspiegel“ das Wasser im Munde zusammenläuft (Bild 1).

Die Spiegel tragen auf ihrer Rückseite jeweils 2 kleine Permanentmagnete und dazwischen ein Lager aus Silikongummi, welches an einen winzigen Trägerkörper aus gefrästem Messing angespritzt ist. Die gesamte Anordnung wird von einer flachen Spule mit einem Innenwiderstand von ca. 10 Ω umschlossen, die bei Stromfluß eine Auslenkung durch das entstehende Magnetfeld bewirkt. Bild 2 zeigt einen Schnitt durch ein fertiges Ablenkensystem und verdeutlicht diesen Vorgang.

Zwei derartige Systeme sind, mit um 90° versetzten Drehachsen, in perfekter gegenseitiger Ausrichtung an einen Zinkdruckgußkörper montiert, wo 2 Justierschrauben außerdem noch einen Feinabgleich des abgestrahlten Laserbündels (in Ruhelage) ermöglichen.

Weitgehend umschlossen wird diese Anordnung von einem mattschwarzen Stahlgehäuse, welches unter anderem auch die zum Anschluß der beiden Systeme vor-

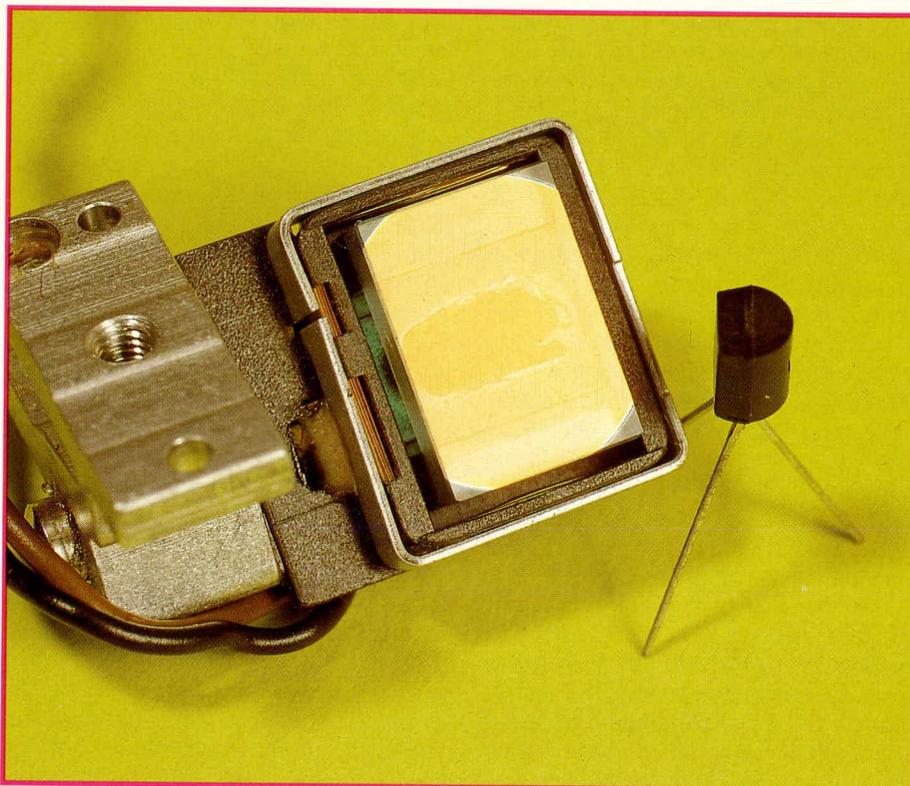
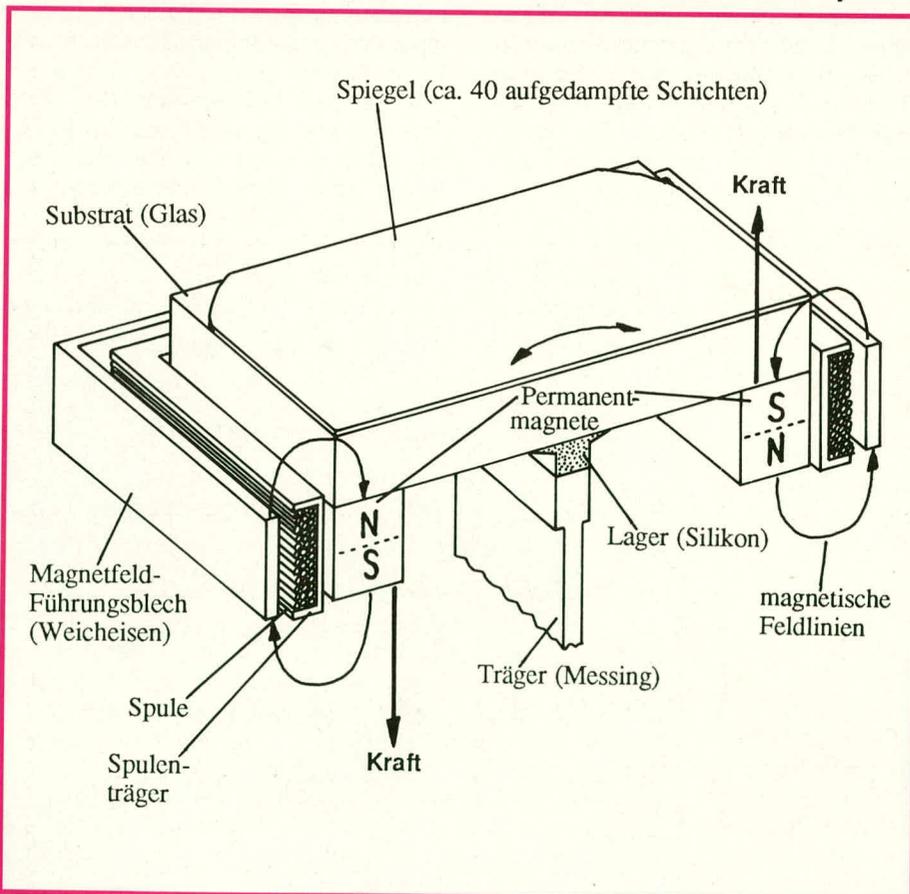


Bild 1: Nahaufnahme eines einzelnen Ablenk-systems mit Transistor zum Größen-vergleich. Man erkennt den auf 632,8 nm ausgelegten dielektrischen Umlenkspiegel.

Bild 2: Aufbau und Funktionsschema eines ELV-Linear-Ablenk-systems.

gesehene 3polige 3,5 mm-Klinkenbuchse trägt. Die beiden Justierschrauben sind dabei über Bohrungen von außen zugänglich, während die Verbindung mit dem Ablenk-system über eine einzige, stabile Halteschraube und eine Zentriernocke erfolgt. Im montierten Zustand ist dieses Gehäuse lediglich seitlich in Form der genau be-



messenen rechteckigen Aussparung für das Laser-Ablenk-bündel offen und gewährleistet insbesondere Schutz gegen Staubfall von oben.

Die Umlenkung des Laserstrahls innerhalb der Ablenkeinheit um $2 \times 90^\circ$ bei verschiedenen Winkelachsen, die miteinander ebenfalls einen rechten Winkel bilden, ist eine logische Forderung an ein funktionierendes XY-Ablenk-system. Als durch-aus positiver Nebeneffekt ergibt sich, daß der Laserstrahl beim Austritt aus der An-ordnung diese rechtwinklig zur ursprüngli-chen Strahlrichtung verläßt.

Der Vorteil dieser Strahlführung besteht darin, daß man das relativ lange Laserge-häuse nun nicht mehr in den Projektions-raum hineinragen lassen muß, was entspre-chend große Standflächen erfordert, son-dern den Laser nunmehr parallel zur Wand anbringen oder aufstellen kann, wozu ein sehr schmales Sims bereits ausreichen würde. In der Praxis bedeutet das erhebliche Platz-ersparnis und insbesondere bei wechseln-den Aufstellorten reduzierte Montagepro-bleme. Besonders die langjährigen Laser-anwender unter unseren Lesern werden die-sen Umstand sehr zu schätzen wissen.

An dieser Stelle wollen wir auf einige systembedingte Besonderheiten des ELV-Ablenk-systems eingehen. Absolute Priorität wurde auf die optische Qualität der Umlenkspiegel gelegt. Diese sind so gut, daß selbst auf Projektionsentfernungen von 10 m und mehr absolut saubere Laserkon-turen darstellbar sind. Als Folge ergibt sich jedoch auch ein relativ massiver Aufbau der Spiegelsubstrate, die aus BK 7-Spe-zialglas mit einer Dicke von ca. 3 mm be-stehen. Dies bedeutet eine vergleichsweise hohe Systemträgeit und einen zwar defi-nierten, jedoch nicht linearen Frequenzver-lauf (Abhängigkeit des Umsetzfaktors Amplitude/Winkel von der Ansteuerfre-quenz). Der größte Wirkungsgrad des Systems liegt bei einer Frequenz von ca. 50 Hz, während ab etwa 100 Hz stark erhöhte Ansteuerleistungen für die Auslenkung erforderlich sind.

Daraus resultiert, daß die Systeme zwar hervorragend zur Erstellung ornamentaler Grafikmuster oder einfacher, willkürlicher Ablenkfiguren geeignet sind, aber so komplexe Aufgaben wie Schriftdarstellung nicht bewältigen. Abgesehen davon, daß die hierzu erforderlichen Spannungs-Synthesizer-Programme sehr komplex sind, wären Ablenkfrequenzen im Kilohertzbe-reich erforderlich, da die zugehörigen, vielfach geknickten Kurvenzüge von Schrift-mustern wie bereits beschrieben mindestens $10 \times$ pro Sekunde komplett abgearbeitet werden müssen. Hierfür geeignete Systeme sind zwar für professionelle Anwen-dungen erhältlich, aufgrund ihrer Anschaf-fungskosten aber nahezu indiskutabel.

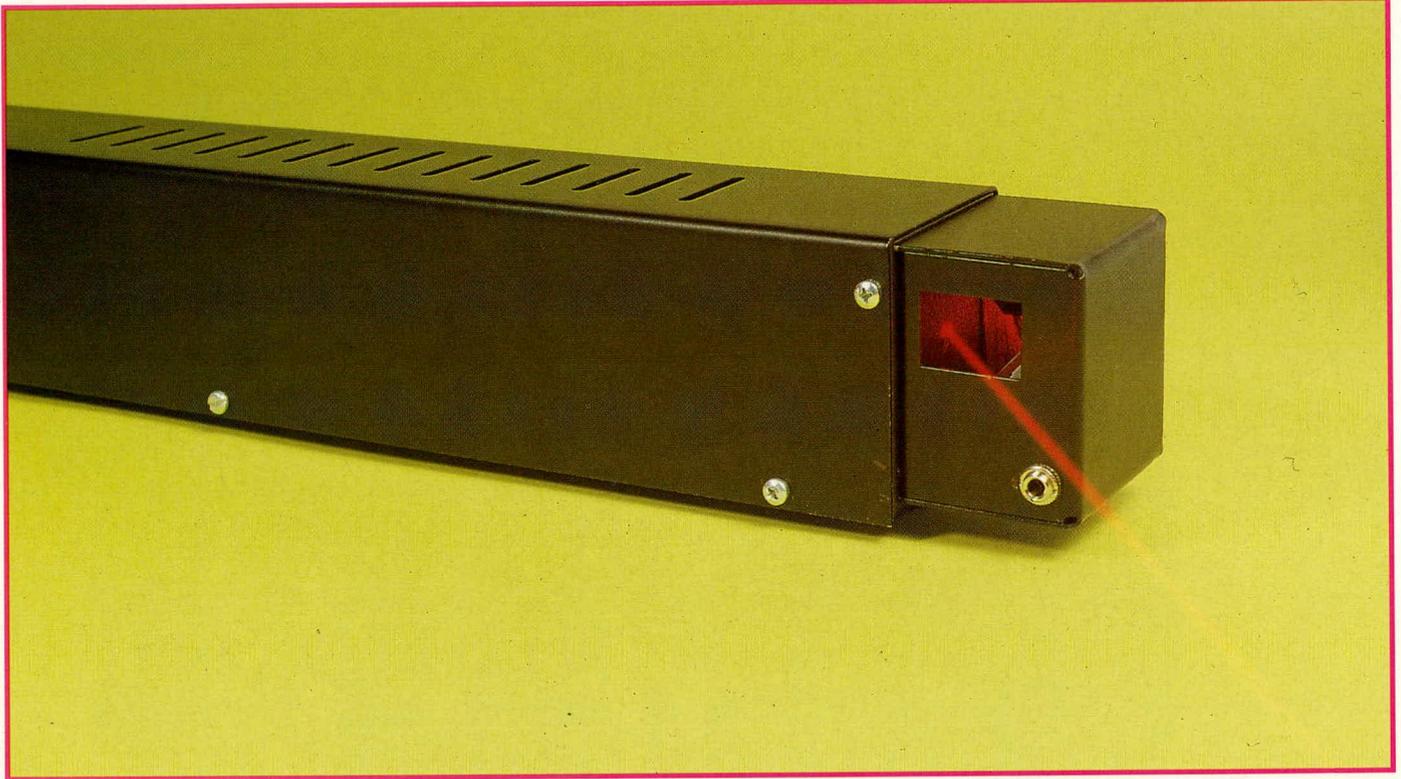


Bild 3: Ansicht der Laser-Linear-Ablenkeinheit montiert am ELV-12 V-Laser. Die Montage der LA 90 erfolgt ohne von außen sichtbare Schrauben.

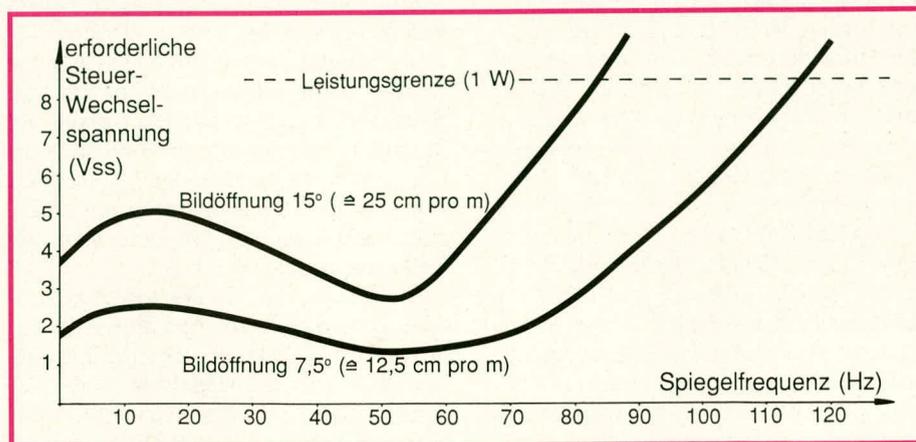
Hier stellt das von ELV angebotene Ablenkensystem einen sinnvollen Kompromiß dar, mit dem sich vielseitige Anwendungsfälle einer XY-Strahlsteuerung bestens abdecken lassen.

Die Montage

Die Laser-Ablenkeinheit LA 90 wird über 4 ins Gehäuse eingebrachte Innengewinde M 3 befestigt, die in einem Quadrat von 40 mm Kantenlänge konzentrisch um den Strahleintritt angeordnet sind. Die Schrauben werden vom Inneren des Lasergehäuses her eingedreht und sind im Endzustand

vollkommen unsichtbar (Bild 3). Das Gehäuse des ELV-12 V-Lasers weist die hierzu erforderlichen Bohrungen bereits auf und muß zur Montage des LA 90 kurz geöffnet werden. Sollen andere Laser verwendet werden, so müssen die 4 Bohrungen mit einem Durchmesser von 3,5 mm noch ins Gehäuse eingebracht werden. Zum Anzeichnen fertigt man sich hierzu am besten eine Schablone auf kariertem Papier an, deren geometrischer Mittelpunkt mit dem Strahlaustritt identisch sein muß.

Bild 4: Steuerkennlinie der Laser-Linear-Ablenkeinheit LA 90. Aufgetragen ist der Zusammenhang zwischen Ablenkempfindlichkeit (Auslenkung bezogen auf die Steuerspannung) in Abhängigkeit von der Ansteuerfrequenz.



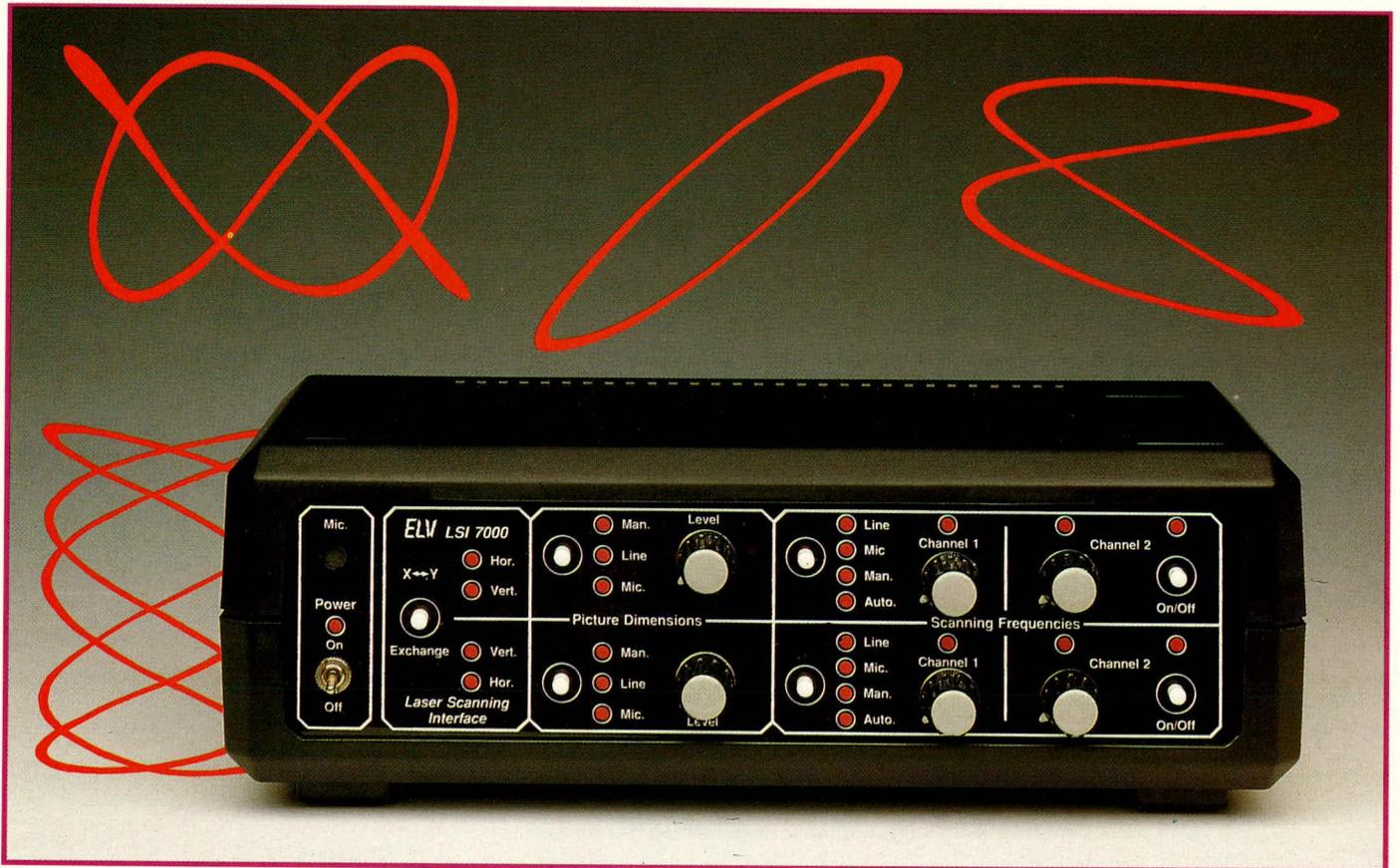
Die Ansteuerung

Die beiden Wicklungen der Ablenkeinheit LA 90 verhalten sich aufgrund ihres Innenwiderstandes ähnlich wie 8 Ω -Lautsprecher und können daher auch entsprechend angesteuert werden. Hierbei müssen zu große Signalamplituden ebenso vermieden werden wie zu große Dauerleistungen. Bei Überspannungen schlagen die Spiegel der LA 90 mit ihrer Rückseite an die mechanische Begrenzung ihres Gehäuses, und die Aufhängung könnte beschädigt werden.

Leistungen über 1 W pro Ablenkkanal dürfen den Systemen dauerhaft nicht zugemutet werden, da dann eine unzulässige Erwärmung auftritt. Entscheidend auch bei der Nennleistung von 1 W ist, daß ein Ablenkensystem in seinem Sollfrequenzbereich arbeitet, da dann die Spiegelbewegung für eine höchst effiziente Wärmeabfuhr per Luftstrom sorgt. Steuerfrequenzen über 120 Hz sollten vermieden werden, da ihre Energie fast nur noch in Wärme umgesetzt wird und zum Bildmuster nur noch sehr wenig beiträgt.

In Abbildung 4 ist das Ablenkverhalten eines Systems gezeigt für diejenigen Anwender, die dieses System direkt betreiben möchten, was prinzipiell mit verschiedenen Steuerspannungen möglich ist.

In idealer Weise wird das Laser-Linear-Ablenkensystem LA 90 unter Berücksichtigung seines Frequenz- und Leistungsspektrums angesteuert durch das im ELV journal 2/90 vorgestellte Laser-Scanning-Interface LSI 7000.



Laser-Scanning-Interface LSI 7000

Laserstrahl-Ablenkung in Perfektion

In Verbindung mit der ELV-XY-Linear-Ablenkeinheit LA 90 und einem Laser ermöglicht dieses Gerät bei komfortabler Bedienung die Erstellung von interessanten statischen und bewegten, abgestuft musikabhängigen Lasereffekten bei insgesamt 288 einstellbaren Betriebskonfigurationen.

Allgemeines

Es war schon ein gutes Stück Pionierarbeit, die Ausgangsforderungen wie Übersichtlichkeit und Vielseitigkeit, insbesondere das elegante Umschaltkonzept über Drucktaster sowie viele mediumspezifische Besonderheiten der Show-Laser-Technik, unter einen schaltungstechnischen Hut zu bringen und die zahlreichen Steuerparameter abzustimmen. Mehr als 40 überwiegend analoge ICs, darunter allein 4 elektronisch in Amplitude und Frequenz steuerbare Präzisions-Sinusgeneratoren, verrichten harmonisch ihren Dienst auf Basis- und Frontplatine des LSI 7000, deren Layout durchaus als kleines Meisterstück zu be-

zeichnen ist. Das mechanische Aufbaukonzept hält sich dabei äußerst einfach, und die Schaltung besitzt keinen einzigen Abgleichpunkt, weshalb sie, bei entsprechender Aufmerksamkeit, auch von Laien problemlos aufgebaut werden kann. Was leistet nun dieses bemerkenswerte Gerät?

Funktion und Eigenschaften

Das LSI 7000 steuert die beiden in der ELV-Linear-Ablenkeinheit LA 90 befindlichen Systeme in genau auf deren Frequenzgang abgestimmter Weise an. So können ausgehend von intern erzeugten Sinusbewegungen durch Überlagerung, Mischung und Veränderung von Frequenz und Amplitude unterschiedlichste hochinteres-

sante, sich ständig verändernde Grafikmuster erzeugt werden. Zusätzlich können Steuerinformationen aus Sprach- oder Musiksensoren gewonnen werden, die ebenfalls über komplexe Aufbereitungsvorgänge separat oder in Kombination mit den erstgenannten, intern erzeugten Kurven zur Systemsteuerung dienen. Hierbei stehen Line- und Lautsprechereingänge zur externen Signaleinspeisung sowie ein eingebautes Mikrofon zur Verfügung. Doch der Reihe nach:

Die Einspeisung der Versorgungsspannung erfolgt über eine 3,5 mm-Klinkenbuchse auf der Geräterückseite. Für den Betrieb ist z. B. ein handelsübliches 12 V-Steckernetzteil geeignet mit einer Strombelastbarkeit von mindestens 0,75 A (typ. 1 A).

Die XY-Linear-Ablenkeinheit LA 90, die ihrerseits aus 2 Ablenssystemen besteht und sich direkt vor dem Laser befindet, wird über eine 3,5 mm-Stereo-Klinkenbuchse an das LSI 7000 angeschlossen. Hierbei können ohne weiteres 10 m und mehr Verbindungsleitung mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm² eingefügt werden.

Für die externe Einspeisung von Stereo-NF-Signalen stehen 2 Cinch-Buchsen (niedriger Signalpegel) sowie 2 Lautsprecherbuchsen (hoher Signalpegel) zur Verfügung, die jedoch nur alternativ beschaltet werden dürfen (Cinch oder Lautsprecher). Eine eingebaute automatische Amplitudenanpassung sorgt dabei jederzeit für optimale geräteinterne Signalpegel. Eine Rückbeeinflussung der ansteuernden HiFi-Komponenten ist aufgrund des hohen Innenwiderstandes ausgeschlossen.

Darüber hinaus befindet sich ein Einbaumikrofon im Gerät, das die Raumgeräusche aufnimmt. Auch hier sorgt ein automatischer Pegelregler jederzeit für korrekte Signalanpassung. Auf die Bedienung gehen wir im weiteren Verlauf noch detailliert ein.

Jeder auf einen Laserstrahl einwirkende Linear-Ablenkmechanismus besitzt 2 entscheidende Kenngrößen, die das Laserbild bestimmen: Frequenz und Amplitude. Letztere ist hierbei maßgeblich für das Bildgrößenverhalten, erstere bestimmt im wesentlichen den Bildinhalt. Die Parameter kommen allerdings nur dann effektiv zum Tragen, wenn beide Ablenssysteme zur Strahlablenkung beitragen, denn ein einzelner Ablenkanal wird nie etwas anderes bewirken als eine gerade, in ihrer Länge veränderliche Linie.

Gemäß dem eben Gesagten ordnet das LSI 7000 jedem einzelnen der beiden Ablenkanäle jeweils völlig unabhängig voneinander Frequenz- und Amplitudensignale (Hüllkurvensignale) zu. Die Quelle oder Erzeugung kann auf der Frontplatte unter jeweils mehreren Möglichkeiten ausgewählt werden. Hierbei werden beide Ablenkanäle schaltungstechnisch völlig separat behandelt.

Unmittelbar links auf der Frontplatte des LSI 7000 befindet sich der Hauptschalter mit Power-LED sowie die Öffnung für das eingebaute Elektret-Mikrofon. Hierdurch ist eine NF-Beeinflussung der Muster auch ohne extern eingespeiste Pegel möglich.

Kanalzuordnung

Nach rechts schließt sich der Kanalzuordnungsblock an („X↔Y“), gefolgt von der über die gesamte restliche Frontplattenfläche reichenden oberen sowie unteren Steuerzeile, von denen jede für ein Ablenssystem verantwortlich ist. Über den „X↔Y“-Block wird festgelegt, ob die obere Steuer-

zeile für das horizontal oder für das vertikal wirkende Ablenssystem zuständig ist. Die untere Steuerzeile bedient dann das entsprechend verbleibende andere System. Jeder Druck auf die „Exchange“-Taste bewirkt den Austausch der angesteuerten Kanäle, wobei die Zuordnung stets durch jeweils 2 der insgesamt 4 „Hor./Vert.“-Anzeige-LEDs signalisiert wird. Nach dem Einschalten befindet sich das LSI 7000 in einem Zustand, in dem die obere Steuerzeile den Horizontalkanal steuert. Ein Austausch des horizontalen und vertikalen Ablenkanals bewirkt optisch eine Drehung des erzeugten Laserbildes um 90°.

Für die Erläuterung der weiteren Gerätefunktionen beschränken wir uns auf die obere Steuerzeile des Gerätes. Die untere ist exakt identisch aufgebaut und von den Einstellungen der oberen Zeile völlig unabhängig.

Bildgrößensteuerung

Rechts an den „X↔Y“-Block schließt sich das Bedienfeld „Picture Dimensions“ an, d. h. hier werden die für das Bildgrößenverhalten bestimmenden Parameter eingestellt. In Verbindung mit dem „Level“-Poti sind 3 unterschiedliche Quellen der Bildamplitude einstellbar: das eingebaute Mikrofon, der NF-Eingang sowie eine statische, frei wählbare Bildgröße („Manuell“).

In den erstgenannten Stellungen wird die Bildgröße durch die Hüllkurven der anstehenden NF-Signale mit maximal 5 Hz moduliert, wobei das Poti die Größe des hierbei zustandekommenden Maximalwertes festlegt. In Stellung „Man.“ erfolgt keine Modulation der Bildgröße, sondern diese wird über das Poti statisch auf einen gleichbleibenden Wunschwert eingestellt. Die maximal erreichbare Bildgröße beträgt etwa 0,5 m pro Meter, entsprechend einem Bildöffnungswinkel von 30°. Zu beachten ist allerdings, daß bei derart großen Schwingamplituden ein Ablenspiegel die höchsten durch das LSI 7000 bereitgestellten Ablenfrequenzen nicht mehr linear abbilden kann, sondern daß gemäß einer Maximalleistung von 3 W pro Ablenkeinheit bei höheren Frequenzen eine automatische Bildgrößenreduktion zum Schutz der Systeme erfolgt.

Das Weiterschalten zwischen den Bildgrößen erfolgt durch Druck der zugeordneten Umschalttaste, wobei 3 LEDs den jeweils aktuellen Stand signalisieren. Nach dem Einschalten befinden sich die Bildgrößen-Erzeugungsschaltungen des LSI 700 im „Man.“-Modus.

Ablenfrequenzsteuerung

Die gesamte rechte Hälfte jeder Steuerzeile wird vom Funktionsblock „Scanning Frequencies“ eingenommen. Über Weiter-

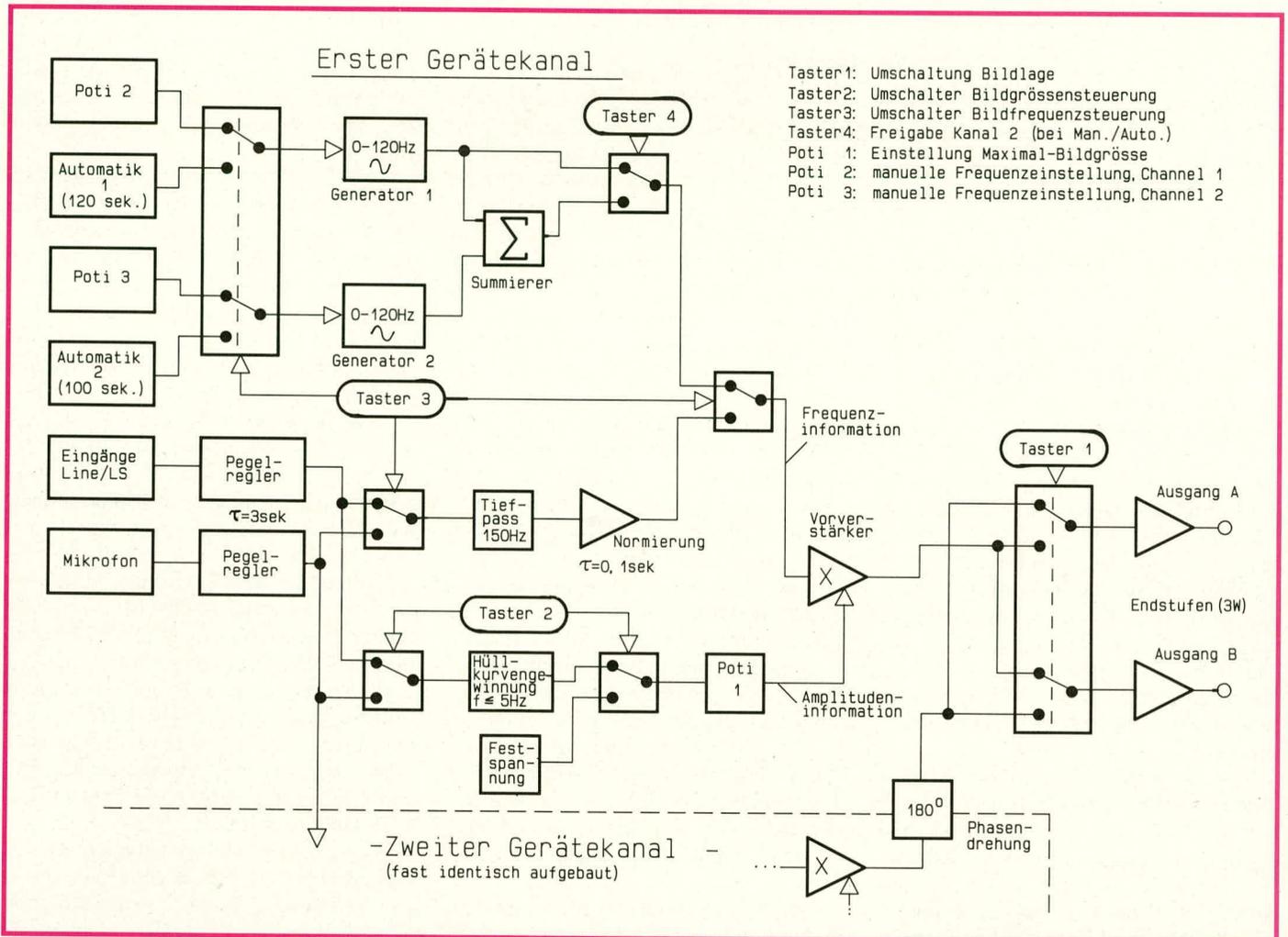
schalttaster sind hier 4 unterschiedliche Frequenzsignalquellen wählbar, die jeweils durch LEDs angezeigt werden: Manuell, Automatik, „Line“ (= externer NF-Eingang) und „Mic.“ (= eingebautes Elektret-Mikrofon).

Die beiden letztgenannten Einstellungen nutzen NF-Frequenzen bis etwa 120 Hz zur Ansteuerung der Ablenkeinheit aus, wobei eine Normier-Elektronik auf der Platine sicherstellt, daß die hierbei geräteintern verarbeitete Amplitude mit einer Nachregelfrequenz von maximal 10 Hz auf einem Norm-Pegel gehalten wird. Somit wird das ursprünglich vorhandene Hüllkurven-Amplitudenverhalten der NF-Frequenzen also weitgehend kompensiert, da die Bildgröße eines Ablenssystems, wie schon beschrieben, unter Umständen auch durch ganz andere Signale bestimmt werden soll.

In Stellung „Man.“ wird das Ablenssystem mit einer oder wahlweise 2 sauberen Sinussignalen beaufschlagt, deren Frequenz über die Potis von Channel 1 und Channel 2 jeweils zwischen Null und 120 Hz einstellbar ist. Der zweite Kanal ist dabei über eine Taste abschaltbar, da sich Bildmuster erheblich angenehmer justieren lassen, wenn zunächst nicht unnötig viele Frequenzkanäle daran mitwirken.

Nach dem Einschalten befindet sich das LSI 7000 stets in der „Scanning-Frequencies“-Stellung „Manuell“, wobei lediglich Channel 1 in Betrieb ist. Die „Man.“-LED leuchtet also, ebenso die LED über dem Poti von Channel 1. Gleichzeitig wird auch der ganz rechts auf der Frontplatte angeordnete „On/Off“-Taster für das Zuschalten von Kanal 2 beleuchtet, wodurch dessen Bedienbarkeit signalisiert wird, während das Poti von Channel 2 unbeleuchtet ist. Ein Druck auf diese Taste aktiviert nun auch das Poti von Channel 2 (LED leuchtet auf), erneuter Druck deaktiviert es und so fort. Auf diese Weise lassen sich über das LSI 7000 bis zu 4 Ablenfrequenzen gleichzeitig erzeugen, deren Wechselspannungen paarweise addiert und auf X- und Y-Ablensystem gegeben werden. Hierdurch sind bei Zweikanalbetrieb 35, bei Dreikanalbetrieb 172 und bei Vierkanalbetrieb 627 unterschiedliche, dem Auge jeweils ruhig erscheinende Bildmuster einstellbar, wobei die verschiedenen Möglichkeiten zur Bildgrößenbeeinflussung noch gar nicht berücksichtigt sind.

Die vierte Methode zur Bildfrequenzgewinnung ist ein Automatikmodus, in dem die beiden Sinusgeneratoren eines Kanals mit etwas unterschiedlichen Geschwindigkeiten kontinuierlich auf- und abgeriegelte Frequenzen erzeugen. Auch hier ist der zweite Kanal über die ganz rechts befindliche On-/Off-Taste zu- oder abschaltbar, d. h. die Taste ist auch im „Auto.“-Modus



beleuchtet, die Poti-LEDs dagegen sind erloschen.

Damit wären die Einstellmöglichkeiten des LSI 7000 besprochen. Zu erwähnen ist noch, daß die Automatik-Frequenzänderung aller 4 Sinusgeneratoren unterschiedlich schnell erfolgt und bei Zykluszeiten von im Mittel 100 s liegt. Hierdurch würde es theoretisch mehr als 24 Stunden dauern, bis der gesamte Automatik-Komplex wieder dieselbe Musterabfolge generiert.

Das Blockschaltbild

Wenden wir uns nach der ausführlichen Beschreibung der Eigenschaften nun dem in Abbildung 1 dargestellten Blockschaltbild des LSI 7000 zu. Genaugenommen handelt es sich dabei nur um eine Hälfte, da lediglich eine Steuerungszeile wiedergegeben ist. Nicht eingezeichnet, da unnötig verwirrend, ist weiterhin die Aufbereitung der Wechseltaster sowie die zugehörige Signal-LED-Ansteuerung. Es sind daher nur die verwendeten elektronischen Umschalter und, über Wirkpfeile, die jeweils auf sie einwirkenden Taster dargestellt zur optimalen Übersicht.

Ganz rechts sind die Endstufen zu erkennen, welche direkt auf die Ablenkssysteme einwirken und automatisch eine

Bild 1:
Blockschaltbild des
Laser-Scanning-Interface
LSI 7000

Leistungsbegrenzung auf 1 W vornehmen. Unmittelbar links schließt sich der „X↔Y“-Umschaltblock an, über den die Eingangssignale von Endstufe A und B ausgetauscht werden können. Hier ist, von unten kommend, das Signal der zweiten Steuerzeile angedeutet, wobei dieses noch ein Phasenumkehrglied enthält. Hierdurch wird erreicht, daß das beiden Steuerzeilen gleichzeitig zugeordnete Elektret-Mikrofon bei entsprechender, gleichartiger Stellung beider Steuerzeilen nicht auf beide Ablenkssysteme exakt gleiche Signale gibt.

Die als „Vorverstärker“ bezeichnete Baugruppe führt die Multiplikation von Frequenz- und Amplitudeninformation eines Kanals sowie außerdem die recht aufwendige Frequenzganganpassung an die Ablenkssystemcharakteristik durch.

Taster 2 ist für den Bereich „Picture Dimensions“ zuständig. Man erkennt die Umschaltung zwischen Line- oder Mikrofonfrequenz sowie der für die „Manuell“-Einstellung erforderlichen Festspannung und

außerdem Poti 1, welches die Größenordnung der auf den Vorverstärker gelangenden Amplitudensignale festlegt.

Um einiges komplexer ist die interne Beschaltung von Taster 3, der die Herkunft der Bildfrequenzsignale vorgibt. Auch hier wird entweder auf „Line“ oder „Mikrofon“ zugegriffen (eingezeichnet sind die automatischen Eingangspegelregler, der Tiefpaß zur Kappung von Frequenzen schädlicher Höhe sowie die mit „Normierung“ bezeichnete Schaltung zur Kompensation der Lautstärkeabhängigkeit der Frequenzsignale) oder auf zwei weitere Stellungen, nämlich „Manuell“ und „Automatik“. In diesen Stellungen wirken entweder 2 durch Poti 2, Poti 3 vorgegebene Steuerspannungen auf die Sinusgeneratoren oder aber die durch Automatik 1, Automatik 2 erzeugten, gleichmäßig ansteigenden und abfallenden Spannungen. In Abhängigkeit hiervon variiert jeder Frequenzgenerator seine Ausgangsfrequenz im angegebenen Bereich. Abschließend zu erwähnen ist nur noch Taster 4, der in den beiden letztgenannten Modi die Zu- oder Wegschaltung des zweiten Frequenzgenerators vornimmt.

In der kommenden Ausgabe des ELV journal wird die Schaltung ausführlich beschrieben, gefolgt von Nachbau und Inbetriebnahme. **ELV**