

ELV journal

4/89 Aug./Sept. Fachmagazin für angewandte Elektronik DM 5,80

Video-Überblend-Verstärker



- Prozessor-Multimeter DMM 7002 ● PC-Radio
- Power Indikator für Lautsprecherboxen
- Leitungs-Zuordnungs-Tester LZT 16
- Prozessor-Frequenzzähler FZ 7001
- Druck-Vakuum-Station DVS 7000
- Automatischer Mikrofon-Einblendverstärker
- V-24-Bus-Schnittstelle ● Supraleitung

Die V 24 B-Schnittstelle

Die V 24 B-Schnittstelle ist eine Anlehnung an die bekannte V 24/RS 232 C-Schnittstelle. Sie besitzt aber gegenüber dieser den Vorteil, daß mehrere Geräte, die mit dieser Schnittstelle ausgerüstet sind, an einem „Strang“ betrieben werden können. An dem angeschlossenen PC wird aber trotzdem nur eine V 24-Schnittstelle (Com 1, Com 2 oder Com 3) benötigt.

Allgemeines

Für die Vernetzung von mehreren Geräten steht normalerweise nur die IEC oder IEEE zur Verfügung. Diese Schnittstelle ermöglicht eine hohe Datenübertragungsrate und gleichzeitig den Anschluß von mehreren Peripheriegeräten, die mit der gleichen Schnittstelle ausgerüstet sind. Der Nachteil dieser Schnittstelle liegt darin, daß der Hardwareaufwand für jedes angeschlossene Peripheriegerät recht umfangreich ist. Außerdem benötigt der PC eine spezielle IEC-Controller-Karte, die ebenfalls recht teuer ist. Zusätzlich wird für jedes angeschlossene Gerät ein spezielles Verbindungskabel benötigt.

Die hier vorgestellte V 24 B-Schnittstelle besitzt diese Nachteile nicht. Wie oben erwähnt, basiert die Schnittstelle auf der

bekanntem V 24/RS 232 C-Schnittstelle, die an jedem IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen PC mindestens einmal standardmäßig vorhanden ist. Ein weiterer Vorteil der V 24 B-Schnittstelle liegt in der recht großen Reichweite bei einem nur 5adrigen Verbindungskabel. Hieraus resultiert eine recht preiswerte Verkabelungsmöglichkeit.

Der Nachteil, der in der relativ langsamen Datenübertragung der V 24 B-Schnittstelle liegt, fällt bei den mit der V 24 B-Schnittstelle konfigurierten ELV-Geräten nicht ins Gewicht. Es werden deshalb ausschließlich Geräte mit dieser Schnittstelle ausgerüstet, die eine geringe Datendurchsatzrate benötigen. Als Beispiel sei hier das ELV-Prozessor-Netzteil PNT 7000 aufgeführt. Die Meßwerte bzw. Vorgabewerte brauchen nur in recht großen Zeitabständen gelesen bzw. geschrieben zu wer-

den. Ebenfalls benötigt das digitale Multi-meter DMM 7002 eine geringe Datenübertragungskapazität, da ein neuer Meßwert ohnehin nur ca. alle 0,5 Sekunden bereitsteht.

Die Hardware der V 24 B-Schnittstelle

Der Anschluß der verschiedenen Peripheriegeräte und des angeschlossenen Computers ist in Abbildung 2 zusammengestellt. Die Verbindungen des PCs und der einzelnen Geräte untereinander erfolgt immer mit einer 1 : 1-Verbindungsleitung. Die Verdrahtung erfolgt entweder vom PC aus zum nächsten Gerät und von dort aus wiederum zu den weiteren oder es findet eine Verteilung der Anschlußkabel direkt im Sternpunkt am PC statt. Denkbar ist auch eine Kombination aus den vorher genannten Möglichkeiten. Die Entschei-

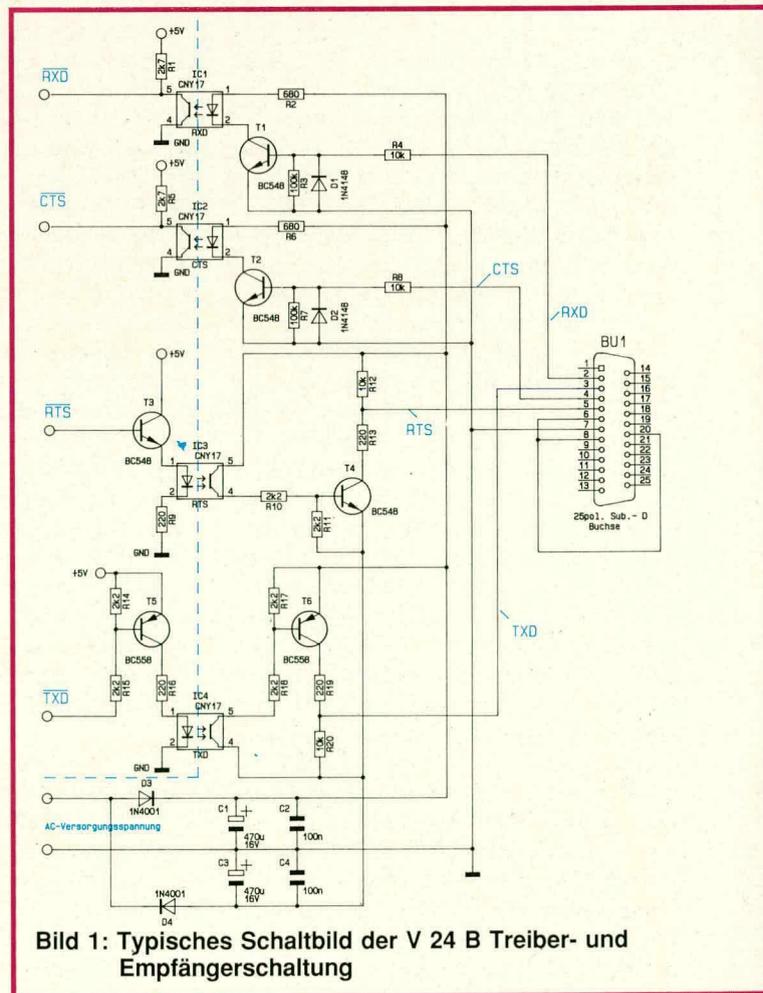


Bild 1: Typisches Schaltbild der V 24 B Treiber- und Empfängerschaltung

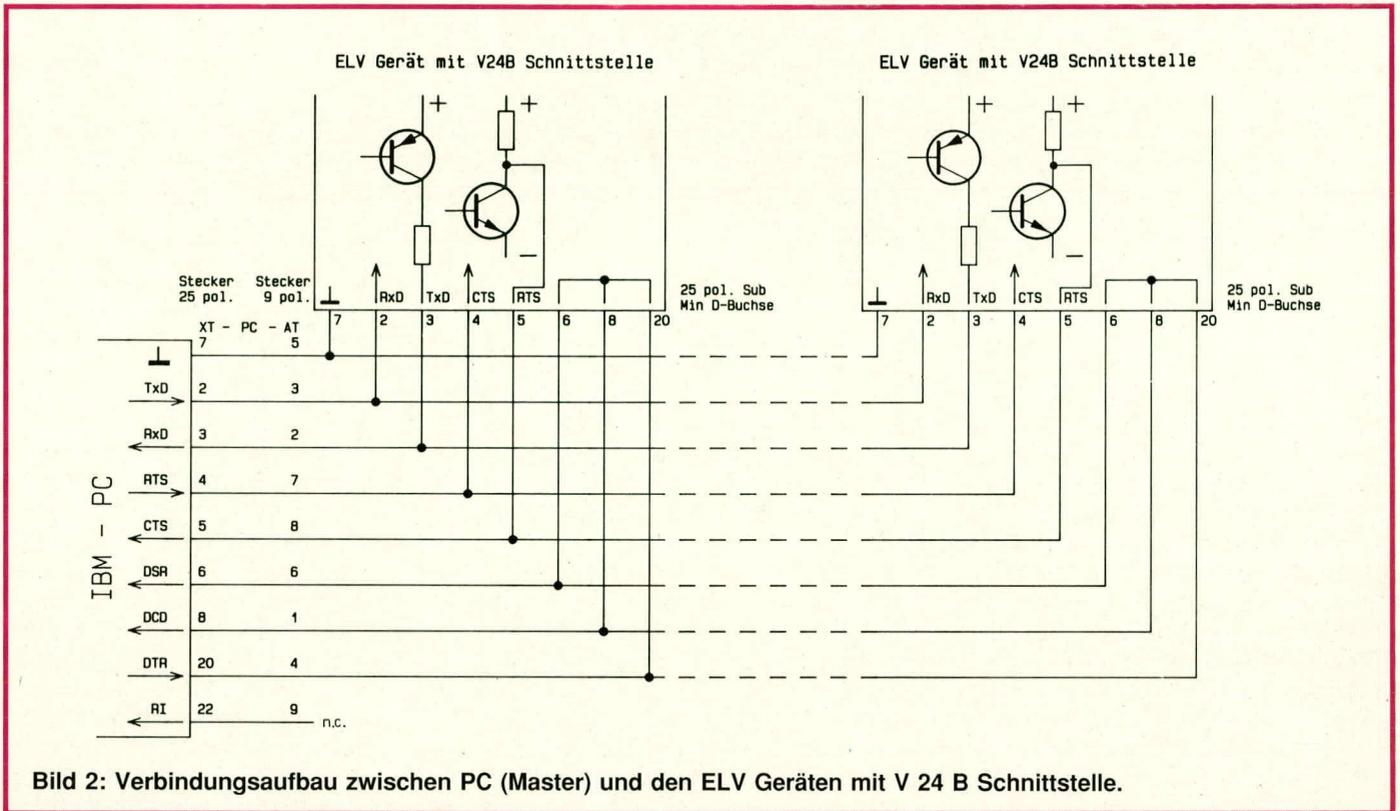


Bild 2: Verbindungsaufbau zwischen PC (Master) und den ELV Geräten mit V 24 B Schnittstelle.

derung dazu muß vor Ort fallen, wo die endgültige Zusammenstellung der verschiedenen ELV-Geräte erfolgt.

In Abbildung 1 ist ein typisches Teilschaltbild der Leistungstreiber der V 24 B-Schnittstelle dargestellt. Anzumerken ist hier noch, daß alle Schnittstellenpotentiale von denen der ELV Peripheriegeräten durch Optokoppler getrennt sind. Hierdurch ist es möglich, die angesprochenen Geräte je nach Bedarf unabhängig vom Potential der Anschlußbuchsen auf der Frontplatte in den erforderlichen Meßaufbau einzuschleifen.

Die Sende- und Empfangsleitungen (TxD und RxD) sind jeweils mit einer Handshakeleitung (CTS und RTS) ausgestattet. Um das Senden von Daten vom Computer auf der TxD-Leitung (Pin 2 des 25poligen Sub-D-Steckers am PC) für kurze Zeit etwas zu verzögern, falls dieses erforderlich sein sollte, ist die zugehörige Leitung CTS (Pin 5 des 25poligen Sub-D-Steckers) vorgesehen. Jedes der angeschlossenen Peripheriegeräte hat die Möglichkeit, diese Handshakeleitung bei Bedarf zu benutzen. Die Hardware der einzelnen Geräte mit V 24 B-Schnittstelle ist so ausgelegt, daß jeweils passiv mit einem 10 kΩ-Widerstand diese Handshakeleitung auf +12 V, d. h. aktiv „gezogen“ wird. Benötigt eines dieser besagten Geräte diese Handshakeleitung, so kann die Leitung jeweils über einen PNP-Transistor auf negatives Potential „gezogen“ werden. Dieses bedeutet, daß der angeschlossene PC solange das Senden von Daten unterbricht, bis auch das langsamste Peripheriergerät bereit ist, die Daten zu übernehmen.

In ähnlicher Weise ist die Beschaltung der RxD-Leitung (Pin 3 des 25poligen Sub-D-Steckers) vorgenommen. Im Normalfall, d. h. keines der angeschlossenen Peripheriegeräte sendet Daten, wird die TxD-Leitung an den einzelnen Geräten passiv mit einem 10 kΩ-Widerstand auf negatives Bezugspotential „gezogen“. Sobald eines der Geräte Daten zum PC zu senden hat, „zieht“ es seine TxD-Leitung über einen PNP-Transistor in den aktiven Zustand. Diese Datenübertragung kann ebenfalls kurzfristig vom PC über seine RTS-Leitung (Pin 4 des 25poligen Sub-D-Steckers) unterbrochen werden. Das Überbrücken der Leitungen an Pin 6, 8 und 20 kann natürlich auch am PC vorgenommen werden. Hierdurch ist es dann möglich, eine Verbindung zwischen PC und den angeschlossenen Peripheriegeräten mit nur einem 5adrigen Kabel herzustellen. Der PC überträgt seine ausgegebenen Daten an alle angeschlossenen Peripheriegeräte. Hierzu bedarf es einer Auswahllogik, so daß sich auch wirklich nur ein Gerät angesprochen fühlt und entsprechend die Kommunikation mit dem PC (Master) aufnimmt.

Die Software zur V 24 B-Schnittstelle

Die Schnittstelle ist so konzipiert, daß der angeschlossene Computer (Master) die Initiative, d. h. die eigentliche Datenübertragung auslösen muß. Dieses wurde erforderlich, da, wenn die einzelnen angeschlossenen Geräte von sich aus Daten senden

würden, sich ein „Chaos“ auf der Datenleitung ergäbe. Aus diesem Grund werden die betreffenden Geräte jeweils einzeln angesprochen. Hierzu hat jedes angeschlossene Gerät eine Typennummer und eine Geräteadresse bekommen. Letztere ist individuell für jedes Gerät einstellbar. Um ein ordnungsgemäßes Ansprechen der Geräte zu ermöglichen, wurden zwei unterschiedliche Datenprotokolle, wie aus Abbildung 3 und 4 ersichtlich, erforderlich. Die Kommunikation zwischen Computer und Peripherierät erfolgt über ASCII-Zeichen. Einige der dort spezifizierten Steuerzeichen werden allerdings in etwas abgewandelter Form genutzt. Der Master sendet zum Verbindungsaufbau das ASCII-Zeichen SOH (Start Of Heading). Hiermit betrachten alle angeschlossenen Geräte eine evtl. vorher aufgebaute Verbindung als beendet und loggen sich auf dieses Steuerzeichen ein. Anschließend sendet der Master einen Identifikationscode für den Gerätetyp, den er ansprechen möchte, aus. Für das PNT 7000 ist dieser Identifikationscode „0“, für das DMM 7002 „1“, für den FZ 7001 „2“ usw. Als nächstes wird die Geräteadresse gesendet. Diese Adresse kann Zahlenwerte von 0 bis einschließlich 7 beinhalten. Die Zahlenwerte sind über entsprechende Steckbrücken am ELV-Peripherierät einzustellen. Hierbei ist darauf zu achten, daß bei mehreren Geräten gleichen Typs die Geräteadressen jeweils unterschiedlich eingestellt sind. Ist durch diese Adressierung ein sich am Bus befindliches Gerät angesprochen, so hat

dieses unverzüglich das Zeichen ETX (End Of Text) als Bestätigung auszugeben. Jedes andere und nicht eingeloggte Peripheriegerät verhält sich passiv (d. h., ohne Daten zu senden, nur hörend) auf dem Bus.

Mit diesem Schritt ist bereits die Einloggprozedur beendet und der Master kann sich jetzt mit dem betreffenden Gerät „unterhalten“. Bleibt die Bestätigung von dem angesprochenen Peripheriegerät aus, ist dieses für den Master ein Indiz, daß entweder das angewählte Gerät nicht existiert, eine falsche Konfiguration eingestellt wurde, das Gerät nicht eingeschaltet oder nicht betriebsbereit ist.

Ein Abbruch der Kommunikation zwischen Master und Peripheriegerät erfolgt durch rechnerseitiges Senden von EOT (End Of/Transmit). Dieser Befehl bewirkt ebenfalls, daß die Remote-LED, die auch ein Indiz dafür ist, daß das angeschlossene Peripheriegerät Befehle ausgeführt hat, erlischt. Hiermit ist die Tastatur des Gerätes wiederum für manuelle Eingabe freigegeben. Soll die manuelle Bedienung der Tastatur unterbunden und gleichzeitig ein weiteres Peripheriegerät angesprochen werden, so ist dies durch einfaches Einloggen mit SOH in die entsprechenden Geräte möglich. Um die Remote-LED abzuschalten und entsprechend die Tastatur für manuelle Eingabe wiederum freizugeben, muß der Master sich in das Gerät einloggen und die Kommunikation ordnungsgemäß mit EOT beenden.

Kommen wir als nächstes zur Erläuterung der Datenkommunikation zwischen dem Master und dem Peripheriegerät. Voraussetzung für die Datenübertragung ist, daß zuvor ein erfolgreiches Einloggen stattgefunden hat. Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, wie der Befehlsübertragungsrahmen zur Kommunikation mit dem Peripheriegerät konzipiert ist. Je nach angewähltem Gerätetyp folgen unterschiedliche Befehle. Diese sind im Normalfall mit den Buchstaben „a“.. „z“ oder „A“ .. „Z“ gekennzeichnet. Anschließend folgen je nach Befehlsstruktur noch die dazugehörigen Parameter. Als Abschluß sendet der Master das Steuerzeichen CR (Carriage Return). Als Antwort sendet das angeschlossene und eingeloggte ELV-Meßgerät die angeforderten Meßwerte und schließt dieses mit dem Steuerzeichen ACK (Acknowledge), als Bestätigung für eine fehlerfreie Transaktion der Daten, ab. Auch wenn keine Meßwerte oder sonstige Statussignale zurück zum Rechner gesendet werden, muß auf jeden Fall das genannte Steuerzeichen ACK als Bestätigung für den Empfang des Befehls gesendet werden. Sollte ein unkorrekter Befehl, unkorrekte Parameter, ein Kommunikationsfehler oder sonst ein Übertragungsfehler aufgetreten sein, so quittiert dieses angeschlossene Gerät mit

einer Fehlernummer und dem abschließenden Steuerzeichen NAK (Negative Acknowledge) anstatt des ACK. Hiermit ist eine komplette Befehlsübertragung abgeschlossen. Die Fehlermeldungen können dann in dem Serviceprogramm des PCs weiterverarbeitet werden.

In Abbildung 5 ist ein Schichtenmodell für die sich auf dem PC befindliche Treiber- bzw. Bediensoftware dargestellt. Als unterste Ebene befinden sich hier die Schnittstellentreiber, die die serielle Schnittstelle des PCs direkt ansprechen. Darüber sind Treiber, die für die ordnungsgemäße Datenübertragung zuständig sind, angeordnet.

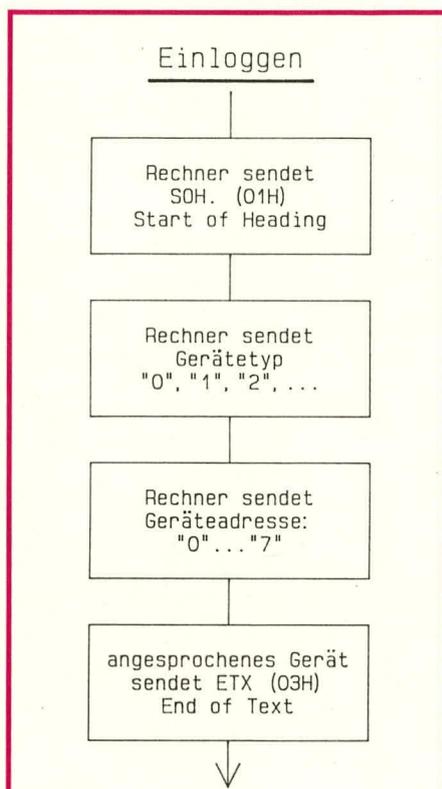


Bild 3: Ablaufdiagramm für die „Einlogg“-Prozedur

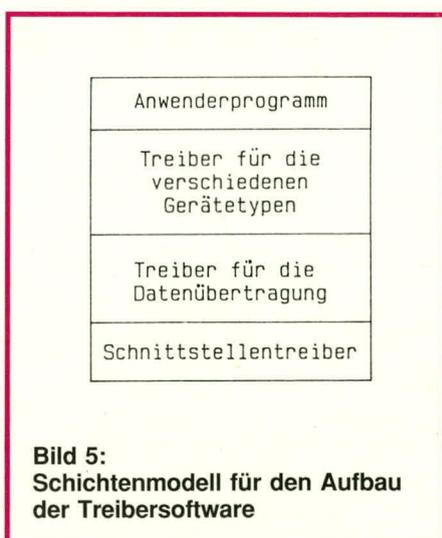


Bild 5: Schichtenmodell für den Aufbau der Treibersoftware

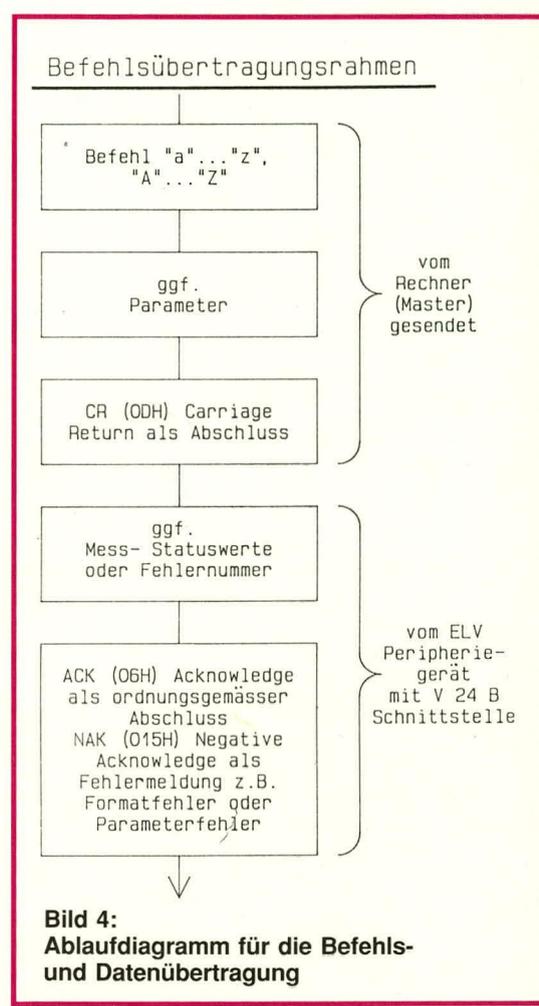
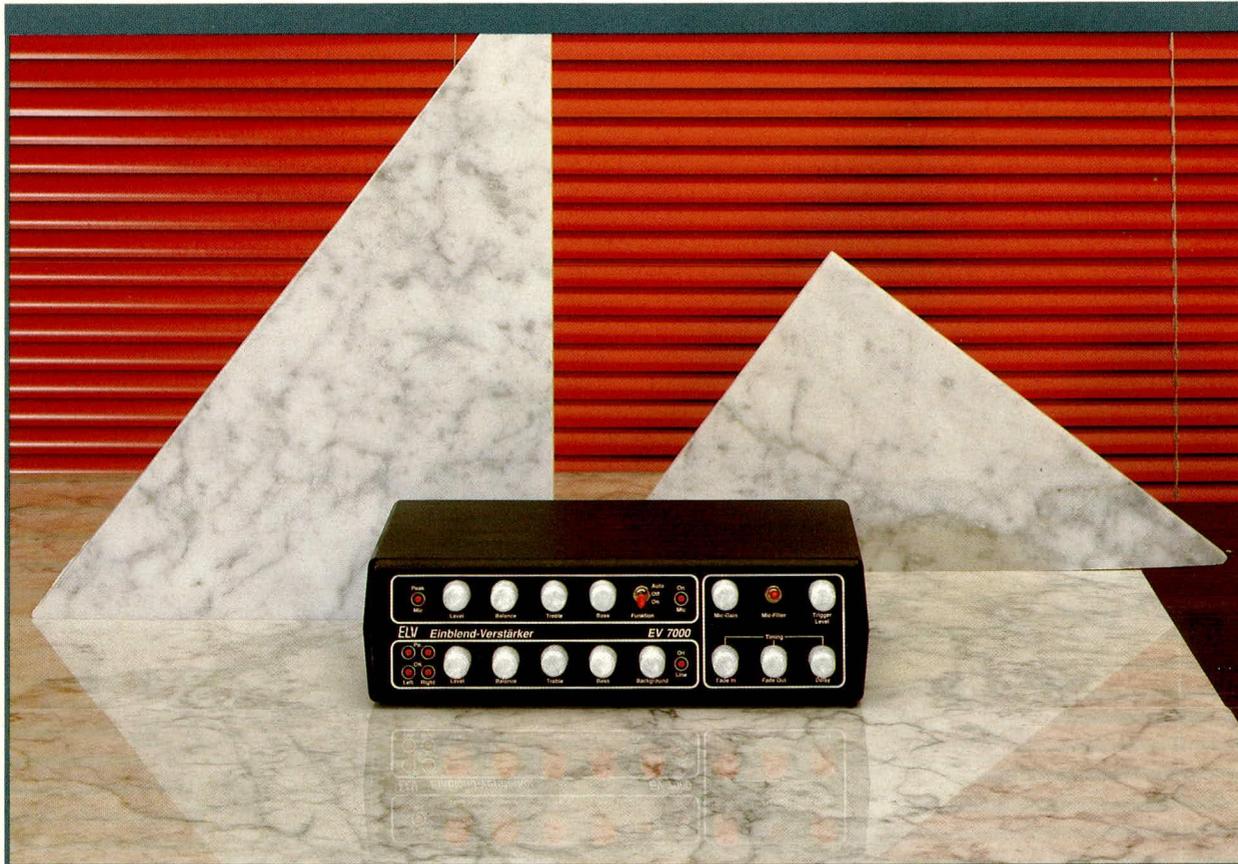


Bild 4: Ablaufdiagramm für die Befehls- und Datenübertragung

Die beiden untersten Ebenen der genannten Software sind bei den verschiedenen Peripheriegeräten identisch. Darüber sind die Treiber für die unterschiedlichen Gerätetypen platziert. Hier werden auch spezielle Eigenarten der Peripheriegeräte berücksichtigt. Als letzte und oberste Ebene folgt das Anwenderprogramm. Dies kann in individueller Art und Weise vom Anwender verändert werden. ELV stellt hierzu eine Demonstrationsoberfläche, die alle Möglichkeiten beinhaltet, zur Verfügung, wodurch individuelle Gestaltungsmöglichkeiten auf breite Ebene möglich sind. Zu jedem Gerät, das mit der ELV V 24 B-Schnittstelle ausgerüstet ist, gehört eine Programmdiskette, die von IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen Computern verarbeitet werden können. Diese Diskette beinhaltet u. a. die Sourcecodes für die in Pascal geschriebenen Treiber- und Demonstrationsprogramme und ein entsprechend ausführbares Programm. Mit Hilfe dieser Sources können individuell angepaßte Anwenderprogramme erstellt werden. Voraussetzung hierfür ist lediglich ein Turbo-Pascal-Compiler der Version 4.0 oder 5.0. Außerdem befindet sich auf der o. g. Programmdiskette ein ASCII-File mit dem Namen „READ.ME“, das eine Kurzbeschreibung der Treiber beinhaltet.



Einblend-Verstärker EV 7000

Teil 2

Mit dem automatischen Mikrofon-Einblend-Verstärker EV 7000 können in Stereo-Musiksignale weiche Mikrofon-Ein- und Ausblendungen vorgenommen werden bei einer Vielzahl weiterer Besonderheiten. Im abschließenden zweiten Teil dieses Artikels wird der Nachbau dieses interessanten Audio-Zubehörgerätes beschrieben.

Zum Nachbau

Der Aufbau der Schaltung erfolgt in übersichtlicher Weise auf 2 Leiterplatten, die sämtliche aktiven und passiven Bauelemente tragen, einschließlich der Potis und der Printbuchsen. Lediglich die beiden auf der Frontplatte anzuordnenden Kippschalter werden nachträglich angeschlossen.

Die Bestückung der beiden Leiterplatten wird in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne vorgenommen. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und auf den Leiterbahnseiten verlötet. Für die beiden Kippschalter werden an den entsprechenden Anschlußpunkten ST 1 bis ST 5 Lötstifte gesetzt.

Die 7 Leuchtdioden werden mit abgewinkeltem Diodenkopf eingebaut. Hierzu werden die Anschlußdrähte 5 mm hinter dem Leuchtdiodengehäuse im rechten Winkel abgeknickt. D 8 und D 10 werden in einer Höhe von 5 mm eingelötet (Abstand zwischen Leiterplattenoberseite und

Diodenmittelpunkt), während D 3, D 4 und D 7 in einer Höhe von 9 mm einzusetzen sind. Für D 9 und D 10 beträgt der Abstand zwischen Diodenmittelpunkt und Leiterplattenoberseite 15 mm.

Zur Verbindung der großen Basisplatine mit der schmalen Potiplatine dienen 19 36 mm lange Silberdrahtabschnitte, die senkrecht von oben nach unten an den entsprechenden Verbindungspunkten die beiden Leiterplatten verbindet. Diese Silberdrahtabschnitte werden in die große Basisplatine eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet, so daß sie ca. 1 mm aus den Lötösen auf der Unterseite hervorstehen.

Außerdem wird eine 100 mm lange, einadrige, abgeschirmte Leitung an die Platinenanschlußpunkte „A“ (Abschirmung) und „B“ (Innenader) der Basisplatine angelötet und später mit der Potiplatine verbunden.

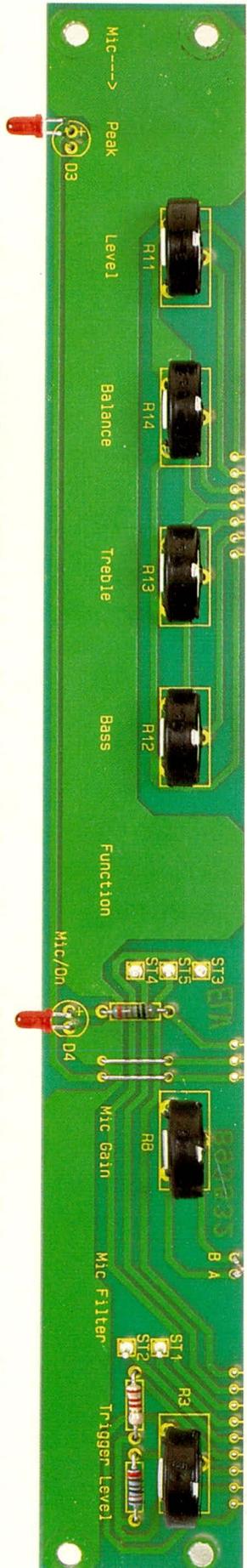
Die soweit vorbereiteten und noch nicht miteinander verbundenen Platinen werden nochmals sorgfältig auf korrekte Bestückung überprüft, um dann in der nachfolgend beschriebenen Weise in die Gehäuseunterhalbschale eingebaut zu werden.

Die Basisplatine wird über die beiden

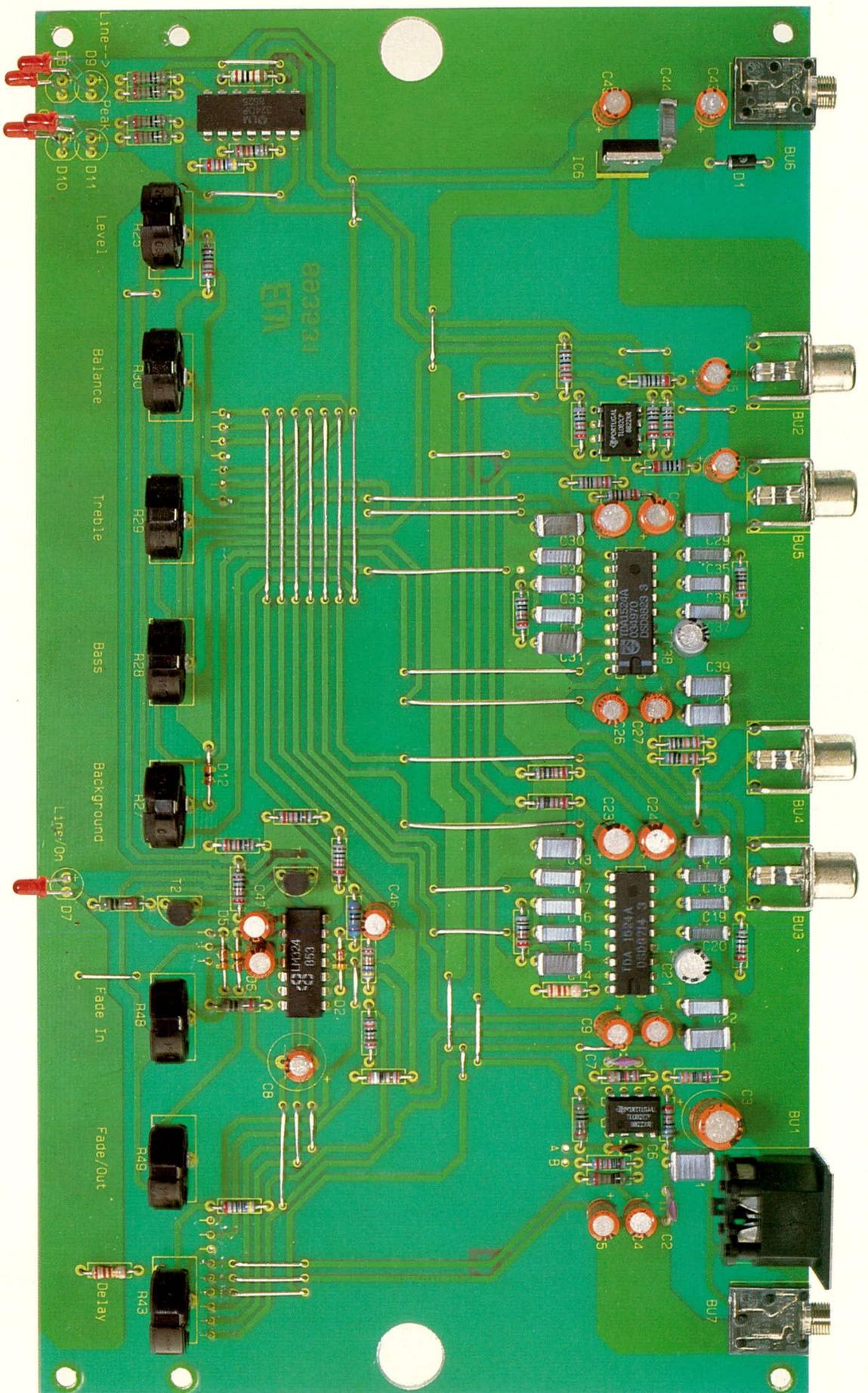
zentralen Gehäusezapfen gesetzt, um die 6 Befestigungslöcher im Gehäuseboden zu markieren und mit einem 3,5 mm Bohrer einzubringen. Als dann wird die Basisplatine wieder aus der Gehäuseunterhalbschale entnommen. Im rückwärtigen Bereich werden 2 Schrauben M 3 x 10 mm von der Gehäuseunterseite aus durch die beiden zugehörigen Bohrungen gesteckt und auf der Gehäuseinnenseite mit je einer Mutter fest verschraubt. Die 4 Bohrungen im Frontbereich werden mit Schrauben M 3 x 50 mm versehen und ebenfalls auf der Gehäuseinnenseite mit je einer Mutter verschraubt. Über jede dieser 6 Schrauben wird nun ein 5 mm Distanzröllchen gestülpt. Gemeinsam mit der Rückplatte erfolgt das Einsetzen der Basisplatine, wobei die 6 Schrauben durch die zugehörigen Bohrungen gesteckt werden. Die Rückplatte ist deshalb gleichzeitig mit einzusetzen, da die durch die Rückwand ragenden Buchsen eine zusätzliche Fixierung bewirken.

Im rückwärtigen Gehäusebereich erfolgt das Festsetzen der Basisplatine mit je einer Mutter M 3. Über die 4 50 mm langen Schrauben werden je 2 15 mm lange Di-

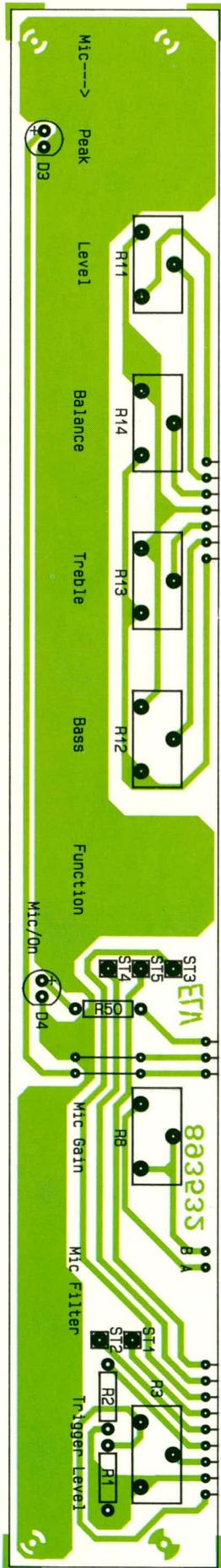
Ansicht der fertig bestückten Potiplatine



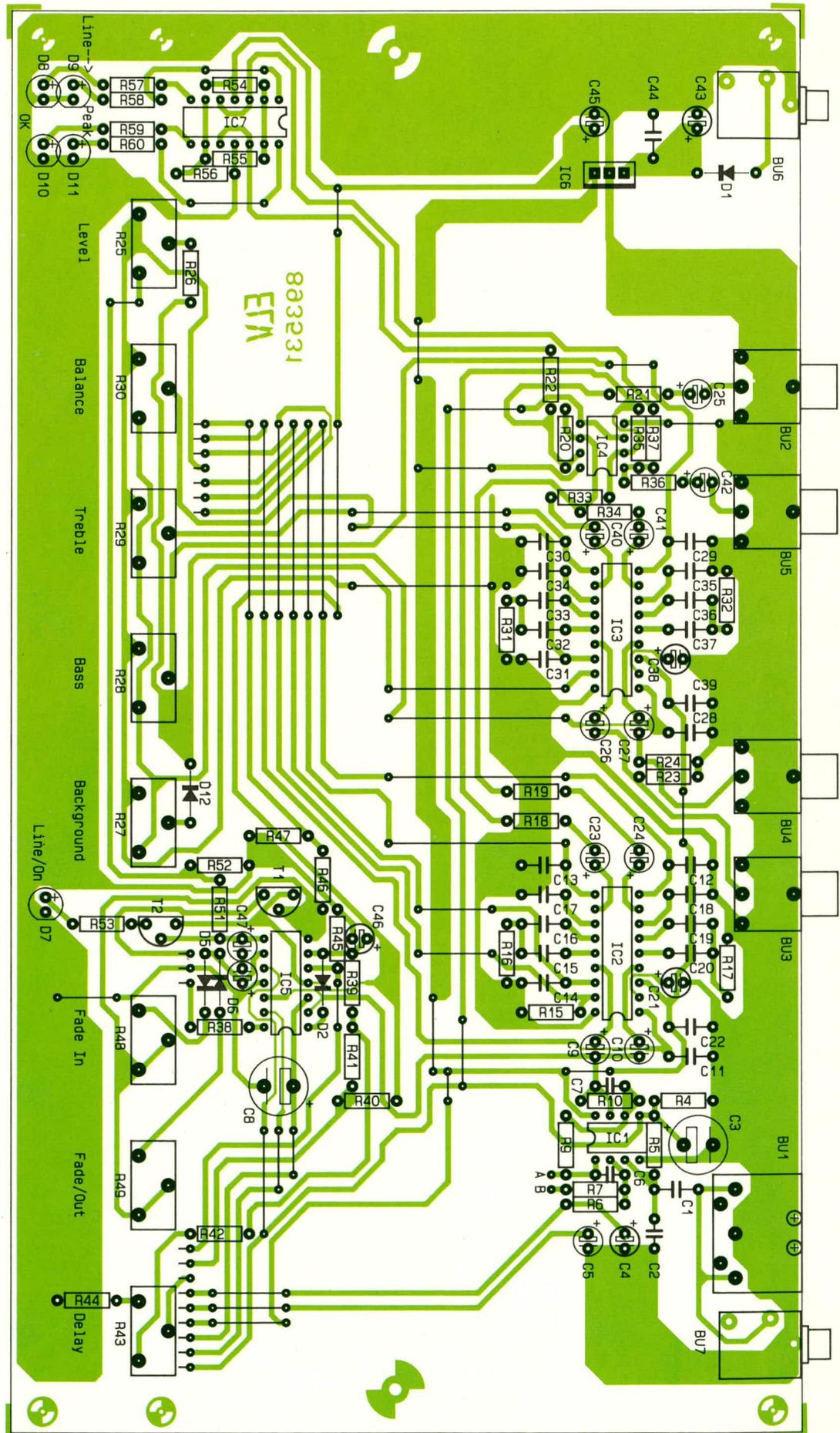
Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des Einblend-Verstärkers EV 7000

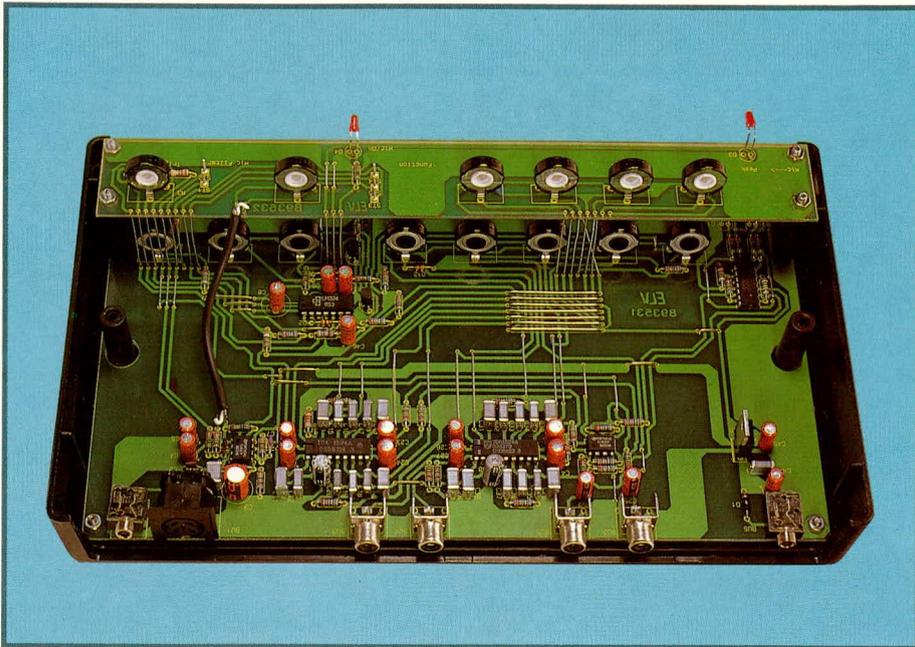


Bestückungsplan der Potiplatine



Bestückungsplan der Basisplatte des Einblend-Verstärkers EV 7000





Rückansicht des fertig aufgebauten Einblend-Verstärkers EV 7000 mit abgenommener Gehäuseoberhalbschale

stanzröllchen (insgesamt also 30 mm lang) gesetzt und mit einer weiteren Mutter M 3 festgezogen.

Nun kann die schmale Potiplatine aufgesetzt werden, wobei gleichzeitig die 19 Silberdrahtabschnitte vorsichtig in die entsprechenden Bohrungen einzuführen sind. Mit 4 weiteren Muttern M 3 erfolgt das Festsetzen auf dieser Platine. Anschließend können die 19 Verbindungsabschnitte auf der Leiterbahnseite der oberen Platine verlötet werden.

Die Frontplatte wird in die entsprechende Nut eingeschoben, um anschließend die Position der 7 Leuchtdioden zu kontrollieren und ggf. anzupassen.

Alsdann folgt das Einsetzen der beiden 1poligen Kippschalter in die Frontplatte. Hierzu wird die vordere Rändelmutter vom Kippschalterhals entfernt, und die Sechskantmutter ungefähr in die Kippschalterhalsmitte gedreht. Nach dem Einsetzen von der Frontplattenrückseite aus werden die Kippschalter mit je einer Rändelmutter auf der Frontseite verschraubt. Geringfügige Korrekturen der Sechskantmutter geben dem Kippschalter seine Position, so daß er nicht unnötig weit mit dem Gewindehals aus der Frontplatte hervorsteht.

Der untere Anschluß des linken Kippschalters (direkt neben der Leuchtdiode D 4) wird mit ST 4, der mittlere mit ST 5 und der obere mit ST 3 über kurze Silberdrahtabschnitte verbunden. Vom Mittelabgriff des rechten Kippschalters führt eine Leitung zu ST 4 und vom unteren Anschlußpunkt zu ST 2.

Zum Abschluß werden die 14 Drehknöpfe mit integrierten Achsen von der Frontseite aus durch die entsprechenden Bohrungen der Trimmer eingeführt. Durch leichten Druck rasten die Arretierungen der Achsen in die Zentralbohrungen der Potis ein. Nachdem die Gehäuseoberhalbschale aufgesetzt und unten mit 2 Knippingschrauben verschraubt wurde, steht dem Einsatz dieses interessanten Gerätes nichts mehr im Wege. Aufgrund der ausgereiften Schaltungstechnik ist kein Abgleich erforderlich.

Die Versorgung des Gerätes erfolgt über ein 12 V / 300 mA-Steckernetzteil, das allerdings nur mit ca. 80-100mA belastet wird.

Stückliste EV 7000:

Widerstände

100Ω	R 21, R 36
470Ω	R 42
1kΩ	R 6, R 9, R 38, R 50, R 53, R 57-R 60
1,2kΩ	R 1
2,2kΩ	R 2, R 15, R 44
3,3kΩ	R 4
3,9kΩ	R 40
8,2kΩ	R 41
10kΩ	R 7, R 16-R 20, R 22, R 26, R 31-R 35, R 37, R 46, R 47, R 51, R 52
18kΩ	R 55
27kΩ	R 54
33kΩ	R 10
47kΩ	R 56
56kΩ	R 5
100kΩ	R 23, R 24
470kΩ	R 39
1MΩ	R 45
Trimmer, PT15, stehend,	
2,2kΩ	R 27
Trimmer, PT15, stehend,	
10kΩ	R 3, R 43
Trimmer, PT15, stehend,	
47kΩ	R 11-R 14, R 25, R 28-R 30
Trimmer, PT15, stehend,	
100kΩ	R 8
Trimmer, PT15, stehend,	
250kΩ	R 48, R 49

Kondensatoren

22pF/ker	C 6
100pF/ker	C 2, C 7
15nF	C 17, C 18, C 34, C 35
47nF	C 44

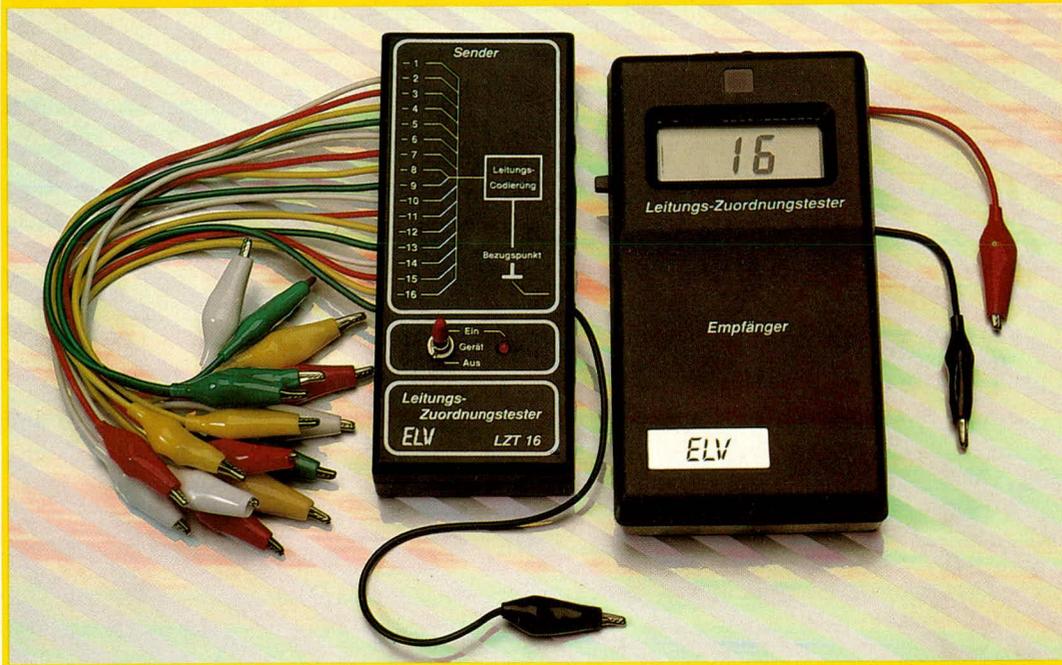
56nF	C 15, C 16, C 19, C 20, C 32, C 33, C 36, C 37
100nF	C 11-C 14, C 28-C 31
220nF	C 22, C 39
330nF	C 1
1µF/16V	C 4
2,2µF/16V	C 9, C 10, C 26, C 27
4,7µF/16V	C 23, C 24, C 40, C 41
10µF/16V	C 5, C 8, C 25, C 42, C 43, C 45, C 46
22µF/16V	C 47a, C 47b
100µF/16V	C 3, C 21, C 38

Halbleiter

TDA1524	IC 2, IC 3
TL082	IC 1, IC 4
LM 324	IC 5, IC 7
7810	IC 6
BC548	T 1, T 2
1N4001	D 1
1N4148	D 2, D 5, D 6, D 12
LED, 3mm, rot	D 3, D 4, D 7-D 11

Sonstiges

Klinkenbuchse, 3,5mm, mono, print	BU 6, BU 7
DIN-Buchse, 5pol., print	BU 1
Cinchbuchse, print	BU 2-BU 5
5 x Lötstifte	
8 x Abstandsrollchen 15mm	
6 x Abstandsrollchen 5mm	
4 x Schraube M3 x 50	
2 x Schraube M3 x 10	
16 x Mutter M3	
100mm l adrige, abgeschirmte Leitung	
2100mm Silberdraht	



Leitungs-Zuordnungstester LZT 16

Sie verlegen neue Steuer- oder Telefonleitungen. Mit dem LZT 16 können die einzelnen Adern einfach und schnell identifiziert werden.

Allgemeines

Wer schon einmal eine mehradrige Leitung womöglich durch mehrere Räume verlegt hat, kennt das Problem:

Nach dem Anklemmen auf der einen Seite z. B. im Keller, steht man anschließend auf der anderen Seite (vielleicht auf dem Dachboden) vor dem Problem „welche Ader führt nun welches Signal?“

Ist die Ader nur 2adrig und obendrein farblich gekennzeichnet, stellt sich dieses Problem nicht. Wohl aber bei mehradrigen Leitungen, die entweder unzureichend oder z. B. beim Einsatz für Alarmanlagen aus guten Gründen überhaupt nicht markiert sind. Schwierig wird es auch, wenn z. B. farbige Leitungen mit ringcodierten Leitungen verlängert werden.

Eine elegante Lösung dieses Problems bietet der ELV Leitungszuordnungstester LZT 16. Am Leitungsanfang wird ein codiertes Signal eingespeist, um am Leitungsende über einen digital anzeigenden Empfänger die einzelnen Adern identifizieren zu können.

Bedienung und Funktion

Der ELV Leitungszuordnungstester LZT 16 besteht aus 2 getrennten Geräten:

1. Dem drahtgebundenen Sender mit 16 Ausgängen und

2. dem Identifizierungs-Empfänger.

Für die Identifikation einzelner Leitungen, d. h. für die Zuordnung von End- zu Anfangspunkten wird der LZT 16 wie folgt eingesetzt:

Der drahtgebundene Sender des LZT 16 besitzt 16 Ausgänge, die über Krokodklemmen an bis zu 16 auszumessenden Leitungen anzuschließen sind. Besitzt ein Leitungsbündel weniger einzelne Adern, so bleiben die übrigen Ausgänge des Senders unbenutzt, während bei noch größerer Adernzahl als 16 zwei oder mehr Meßdurchgänge vorzunehmen sind.

Wichtig ist, vor dem Anschluß des Senders sicherzustellen, daß die zu identifizierenden Leitungen potentialfrei und noch nirgendwo angeschlossen sind.

Die Anfänge der bis zu 16 Einzeladern werden mit kleinen Klebeschildchen, die die Zahlen 1 bis 16 tragen, versehen, entsprechend der Aufschrift der Steuerausgänge des Senders.

Die 17. auf der gegenüberliegenden Gehäusesseite aus dem Sender herausgeführte Leitung stellt den Bezugspunkt (Masse) dar. Diese Leitung muß in jedem Fall mit angeschlossen werden und bildet die Verbindung zum Masseanschluß des Empfängers. Diese eine Verbindung muß somit bekannt sein. Zweckmäßigerweise wählt man hierfür z. B. die Abschirmung des Leitungsbündels (sofern vorhanden) oder eine markante Ader (sofern bekannt). Al-

ternativ besteht auch die Möglichkeit, den Bezugspunkt mit dem Erdpotential zu verbinden (Schutzkontakt einer Schuko-Steckdose oder Anschluß an eine Wasserleitung oder einen Heizkörper, die ebenfalls annähernd Erdpotential führen).

Kommen wir als nächstes zu den Endpunkten der auszumessenden Leitungen.

Der Empfänger des LZT 16 besitzt lediglich 2 Eingangsklemmen. Der Bezugspunkt (Masse) muß mit dem entsprechenden Punkt des Senders verbunden werden, also auf demselben Potential liegen. Hierzu dient entweder, wie bereits erwähnt, die Abschirmung, eine bekannte Ader oder das Erdpotential.

Mit dem zweiten Anschluß des Empfängers werden nun nacheinander die bis zu 16 zunächst noch unbekannt Adern abgetastet. Unmittelbar nach dem Anlegen des Empfängers an eine Ader erscheint auf dem LC-Display die Nummer der Ader, und zwar korrespondierend zum Einspeisepunkt des Senders (1 bis 16).

Als Besonderheit bietet der LZT 16 die Möglichkeit der Anzeige eines Kurzschlusses zum Bezugspunkt. Ist eine beliebige Ader mit dem Bezugspunkt (Masse) direkt verbunden, erscheint auf dem Display des Empfängers anstelle der Adernnummer die Zahl „36“.

Die Versorgung der beiden Geräte erfolgt über je eine 9 V-Blockbatterie.

Beim Sender wird hierzu die zentral angeordnete Kreuzschlitzschraube auf der Geräteunterseite gelöst, die Gehäuseoberhalbtschale entfernt und die Batterie eingesetzt. Der Empfänger mit Digitalanzeige besitzt ein separates von außen zugängliches Batteriefach, ohne daß hierzu eine Schraube zu lösen ist.

Beim Sender beträgt die Batterielebensdauer (9 V Alkali-Mangan-Blockbatterie) ca. 400 Stunden und beim Empfänger ca. 2000 Stunden.

Zur Betriebskontrolle besitzt der Sender eine rote Signal-LED, die unmittelbar nach dem Einschalten mit einem Tastverhältnis von 1 : 7 fortlaufend blinkt (zur Stromersparnis). Sinkt die Batteriespannung unter ca. 6,5 V ab, verlischt die LED, und die Batterie sollte getauscht werden. Es steht jedoch noch eine Reservebetriebszeit von mehreren Stunden zur Verfügung.

Der Empfänger des LZT 16 wird mit dem an der linken Gehäuseseite angeordneten Schiebeschalter eingeschaltet. Sobald ein identifizierbares Eingangssignal anliegt, erscheint auf dem Display die entsprechen-

de Ziffer. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, den Empfänger über die beiden Steuerleitungen versorgen zu lassen, d. h. die Anzeige erfolgt auch ohne Batterie bzw. bei ausgeschaltetem Schiebeschalter. Lediglich die Funktion der Kurzschlußerkennung (Anzeige: „36“) ist ohne Eigenversorgung nicht möglich.

Zur Schaltung

Beginnen wir unsere Beschreibung mit dem in Abbildung 1 dargestellten Schaltbild des Senders des ELV Leitungs-Zuordnungstesters LZT 16.

Die Spannung der 9V-Blockbatterie gelangt über den Kippschalter S 1 und den Strombegrenzungswiderstand R 6 auf den Pufferkondensator C 3. Die hier anliegende Betriebsspannung dient zur Versorgung der gesamten Elektronik mit Ausnahme der Kontroll-LED. Die Spannungshöhe ist von untergeordneter Bedeutung und bewegt sich je nach externer Belastung der 16 Steuerausgänge zwischen 5 V und 8 V (Anmerkung: CMOS-Bausteine, wie sie in dieser

Schaltung ausschließlich verwendet werden, arbeiten im allgemeinen in einem Betriebsspannungsbereich zwischen 3 V und 15 V).

Der im IC 1 des Typs CD 4060 integrierte Oszillator schwingt in Verbindung mit dem externen Quarz Q 1 auf einer Frequenz von genau 32,768 kHz. Die nachgeschalteten Teilerstufen stellen die erforderlichen quartzgenauen Steuerimpulse bereit. An Q 5 wird eine Frequenz von 1024 Hz ausgekoppelt und auf die Clockeingänge eines jeden der 4 Schieberegister des Typs CD 4015 gegeben. Da in jedem dieser ICs 2 Schieberegister enthalten sind, werden insgesamt nur 2 ICs dieses Typs benötigt.

Der Dateneingang (Pin 7 des IC 2) des ersten (oberen) Schieberegisters ist mit der positiven Versorgungsspannung verbunden (High-Pegel). Beim ersten Clockimpuls (von Pin 5 des IC 1 auf Pin 9 des IC 2) wechselt somit Q 1 (Pin 5 des IC 2) von Low (ca. 0 V) nach High. Beim zweiten Clockimpuls wechselt auch Q 2 (Pin 4) von Low nach High, während Q 3 erst beim dritten und

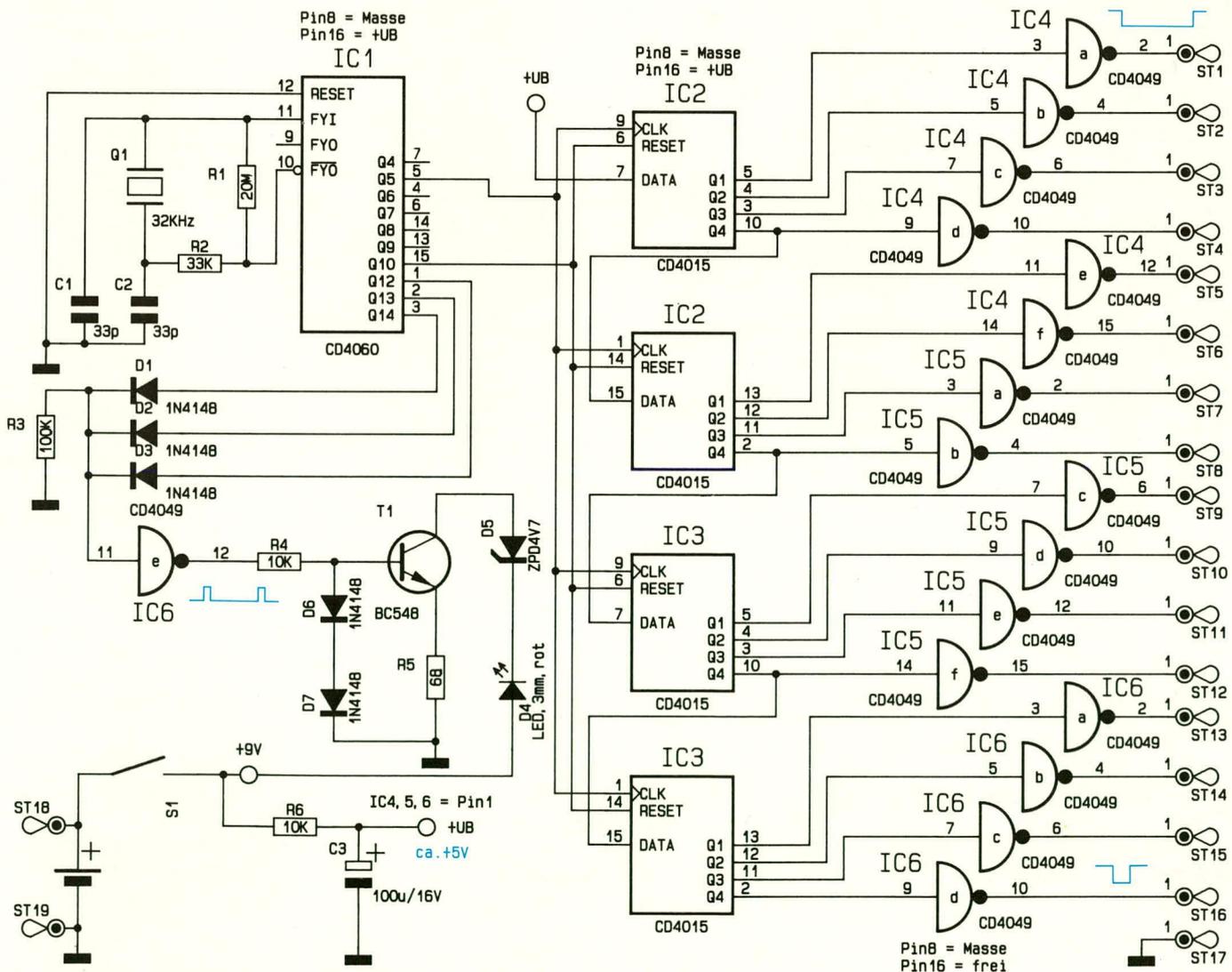


Bild 1: Schaltbild des Senders des ELV Leitungs-Zuordnungstesters LZT 16

Q 4 beim vierten Clockimpuls High-Potential annehmen.

Von Q 4 des oberen Schieberegisters führt eine Leitung zum Dateneingang (Pin 15) des zweiten darunter eingezeichneten Schieberegisters. Erst nachdem Q 4 High-Potential angenommen hat (nach dem vierten Impuls), kann mit dem fünften Clockimpuls jetzt Q 1 (Pin 13) des zweiten Schieberegisters von Low nach High geschaltet werden. Der sechste Impuls läßt Q 2 (Pin 12) des zweiten Schieberegisters auf High-Pegel wechseln, der siebte Q 3, der achte Q 4 usw. Zuletzt wechselt Q 4 (Pin 2) des vierten Schieberegisters (IC 3) seinen Pegel von Low auf High. Kurz darauf wird die ganze Anordnung über Q 10 (Pin 15) des IC 1 in ihren Grundzustand zurückgesetzt, d. h. alle Ausgänge der Schieberegister nehmen wieder Low-Potential (ca. 0 V) an. Die Zeitspanne bis zum nächsten akzeptierten Clockimpuls hat die gleiche Länge wie die gesamten 16 ersten Steuertakte.

Nachdem Q 10 (Pin 15) des IC 1 nach insgesamt 32 Takten wieder Low-Potential angenommen hat, sind die Schieberegister hierdurch freigegeben und akzeptieren die von Q 5 (Pin 5) des IC 1 kommenden Clockimpulse. Der erste Impuls läßt Q 1 des ersten Schieberegisters (Pin 5 des IC 2) von Low- auf High-Potential wechseln, der zweite Q 2 usw. in der bereits beschriebenen Reihenfolge. Die Dauer des High-Zustandes eines jeden Ausganges der 4 Schieberegister ist umso kürzer, je später der betreffende Ausgang High-Potential annimmt. Q 1 (Pin 5) des oberen (ersten)

Schieberegisters ist somit am längsten (für 16 Takte) und Q 4 (Pin 2) des vierten, unteren Schieberegisters am kürzesten (für einen Taktimpuls) auf High-Potential. Genau diese Zeiten werden vom Empfänger ausgezählt und den entsprechenden Leitungen zugeordnet.

Die nachgeschalteten Inverter IC 4, 5, 6 nehmen eine Invertierung bei gleichzeitiger Pufferung vor. Am Ausgang Pin 2 des IC 4 steht somit für 16 Taktimpulse ein Low-Signal an, während am Ausgang Pin 10 des IC 6 die Low-Zeitspanne nur einen Taktimpuls beträgt.

Zur Bereitschaftsanzeige dient eine rote Leuchtdiode (D 4), deren Anode unmittelbar hinter dem Schalter S 1 mit der 9 V-Batteriespannung verbunden ist. Der zweite Anschluß wird über die 4,7 V Z-Diode D 5 zum Kollektor des Transistors T 1 geführt. Dieser Transistor stellt in Verbindung mit D 6, 7 und R 5 eine Konstantstromquelle dar mit einem eingepprägten Strom von 10 mA. Solange die Batteriespannung ca. 6,7 V überschreitet, blinkt D 4 mit konstanter Helligkeit (ca. 0,7 V Spannungsabfall an R 5 zuzüglich 4,7 V Spannungsabfall an D 5 zuzüglich ca. 1,3 V Spannungsabfall an D 4). Aufgrund des vergleichsweise geringen Stromes durch T 1 kann der Spannungsabfall an der Kollektor-Emitter-Strecke praktisch vernachlässigt werden. Sinkt die Batteriespannung unter 6,7 V ab, fällt die Leuchtkraft der LED rapide, bis sie bei ca. 6 V komplett verlischt.

Damit die Batterie möglichst wenig belastet wird, erfolgt eine Taktung der mit

T1 aufgebauten Stromquelle mit einem Tastverhältnis von 1 : 7. Ohne die 3 Dioden D 1, 2, 3 liegt der Eingang (Pin 11) des IC 6 über R 3 auf der Schaltungsmasse, d. h. der Ausgang (Pin 12) führt High-Potential, und die Stromquelle wird über R 4 angesteuert. Die LED D 4 leuchtet permanent. Durch Einfügen von D 1 wird der Eingang (Pin 11) des IC 6 zweimal pro Sekunde für eine Viertelsekunde auf High-Potential gezogen. Die LED D 4 blinkt im 2-Hz-Rhythmus mit einem Tastverhältnis von 1 : 1. Durch zusätzliches Einfügen von D 2 bleibt die Grundfrequenz konstant, wobei das Tastverhältnis auf 1 : 3 abnimmt. Wird nun auch D 3 hinzugefügt, sinkt das Tastverhältnis auf 1 : 7. Zur Bereitschaftsanzeige reicht dieses kurze Blinken im 2-Hz-Rhythmus vollkommen aus, und die Stromaufnahme verringert sich auf 12,5 %.

Kommen wir nun zur Beschreibung des Empfängers des ELV Leistungs-Zuordnungstesters LZT 16, dessen Schaltbild in Abbildung 2 gezeigt wird.

Die Versorgung erfolgt auch hier über eine 9 V-Blockbatterie, deren Spannung über den Schieberegister S 1 und den Strombegrenzungswiderstand R 8 dem Pufferkondensator C 3 zugeführt wird. R 8 ist vergleichsweise hochohmig, wodurch sich die Betriebsspannung automatisch auf recht geringe, jedoch vollkommen ausreichende Werte um 5 V einstellt. Da keinerlei „stromfressende“ Bauelemente in dieser Schaltung enthalten sind, reicht die Kapazität einer 9 V-Blockbatterie (Alkali-Mangan) für eine Betriebszeit von rund 2000 Betriebsstunden aus.

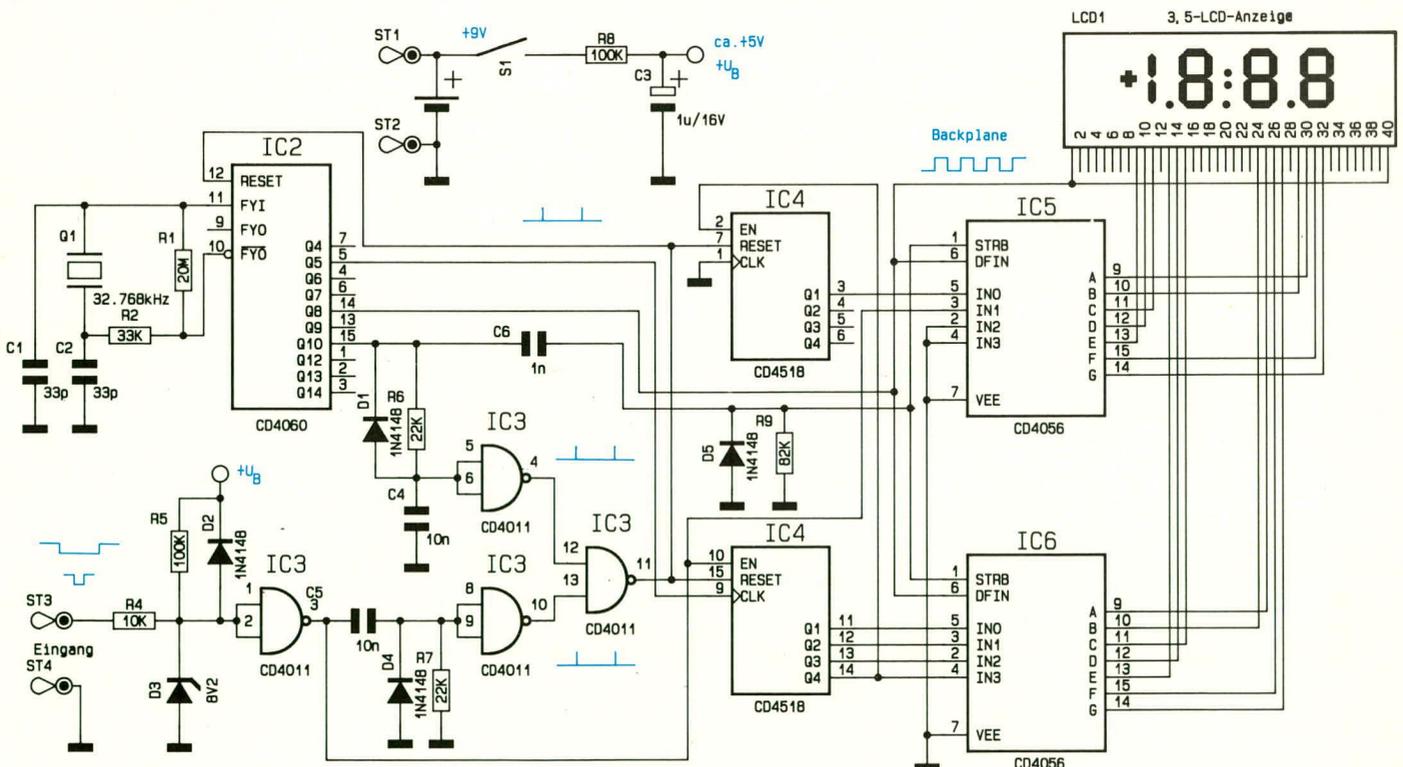


Bild 2: Schaltbild des Empfängers des ELV Leitungs-Zuordnungstesters LZT 16

Als Taktgeber dient auch hier genau wie beim Sender der Baustein CD 4060 (IC 2) mit dem integrierten Oszillator, der in Verbindung mit dem Quarz Q 1 ebenfalls auf 32,768 kHz schwingt. Am Ausgang Q 5 (Pin 5 des IC 2) steht die gleiche Taktfrequenz von 1024 Hz zur Verfügung, wie sie auch beim Sender verwendet wird.

Im Empfänger gelangt diese Frequenz auf den Zählengang (Pin 9) des IC 4. Je länger der Tor-Eingang (Enable, Pin 10) des IC 4 geöffnet ist, desto mehr Impulse können gezählt werden.

Die genaue Beschreibung eines Zählzyklus folgt nachstehend, und zwar beginnend an der Stelle, die durch das Auftreten eines Reset-Impulses an Q 10 (Pin 15) des IC 2 gekennzeichnet ist. Dieser Reset-Impuls (Wechsel von Low nach High) gelangt mit kurzer Verzögerung über R 6/C 4 auf die Eingänge Pin 5, 6 des als Inverter geschalteten Gatters IC 3. Am Ausgang erscheint ein Low-Impuls, der über das nachfolgende Gatter invertiert als High-Impuls an Pin 11 (IC 3) erscheint. Hierdurch werden sowohl die beiden im IC 4 integrierten Zähler als auch der Oszillator/Teiler IC 2 auf „0“ zurückgesetzt. Im selben Moment geht auch der Ausgang Q 10 des IC 2 zurück auf „0“ und der Resetimpuls an Pin 11 des IC 3 ist beendet. Die Schaltung ist bereit für einen neuen Zählzyklus.

Bei geöffneten Eingängen ST 3 und ST 4 liegen die Eingänge Pin 1, 2 des IC 3 über R 5 auf High-Pegel, und der Ausgang (Pin 3) führt 0 V.

Hierdurch ist der Tor-Eingang Pin 10 des IC 4 gesperrt und die Zählimpulse an Pin 9 desselben ICs bleiben unberücksichtigt. Auf der Anzeige erscheint die Zahl „00“.

Werden die beiden Eingangsklemmen ST 3 und ST 4 miteinander verbunden, wechselt der Ausgang (Pin 3) des ersten Gatters (IC 3) von Low auf High, und der Tor-Eingang Pin 10 des IC 4 wird freigegeben. Gleichzeitig gelangt über C 5 ein Impuls auf die Eingänge Pin 8, 9 des nachfolgenden Gatters, dessen Ausgang diesen Impuls weiter auf das anschließende Gatter gibt. An Pin 11 steht somit ein kurzer High-Impuls an, der die beiden im IC 4 integrierten Zähler wie auch die Teiler im IC 2 zurücksetzt. Da es sich nur um einen kurzen Impuls handelt, sind diese Zähler-Teiler unmittelbar darauf freigegeben. Die von Q 5 des IC 2 (Pin 5) kommenden Clockimpulse können jetzt von IC 4 gezählt werden.

Nachdem der erste (untere) Zähler des IC 4 bis „9“ hochgelaufen ist, folgt als nächstes über Q 4 (Pin 14) ein Übertrag auf den zweiten Zählereingang Pin 2. Insgesamt werden auf diese Weise 16 Impulse gezählt, bis der Ausgang Q 10 (Pin 15) des IC 2 von Low auf High wechselt.

Über C 6 gelangt im selben Moment ein High-Impuls auf die Speicher-Eingänge Pin 1 der ICs 5, 6, die daraufhin den aktuellen Zählerstand (in unserem Beispiel 16) übernehmen und abspeichern.

Eine Besonderheit ist in diesem Zusammenhang noch anzumerken:

Da der zweite, höherwertigere Zähler im IC 4 nur zwischen 0 und 1 zu unterscheiden braucht (es treten keine höheren Zahlen als 16 auf) wird nur der Q 1-Ausgang (Pin 3) des IC 4 mit dem zugehörigen niederwertigsten Eingang (Pin 5) des nachgeschalteten IC 5 verbunden. Bei den ICs 5 und 6 handelt es sich um Speicher-Decoder-Treiber-Bausteine. Im BCD-Code anliegende Eingangsinformationen können zwischengespeichert werden und dienen direkt zur Ansteuerung eines LC-Displays. Der nächst höherwertige Eingang (Pin 3) des IC 5 ist mit dem Ausgang (Pin 3) des ersten im IC 3 integrierten Gatters verbunden. Im Kurzschlußfall steht hier High-Pegel an, so daß die Eingangsinformation für das IC 5 um die Zahl „2“ erhöht wird (aus der von IC 4 Pin 3 vorgegebenen „1“ wird deshalb eine „3“). Im Kurzschlußfall erscheint auf dem Display somit die Zahl „36“.

Kurz nach dem Speicher-Impuls erscheint verzögert durch R 6/C 4 an Pin 11 des IC 3 ein Reset-Signal, mit dessen Hilfe IC 2 und IC 4 in ihren Grundzustand zurückversetzt werden. Da der ursprüngliche Zählerstand in die Speicher der ICs 5, 6 übernommen wurde, ändert sich an der Anzeige auf dem LC-Display zunächst nichts. Werden die Eingangsklemmen ST 3, 4 geöffnet, erfolgt beim nächsten Zählerdurchlauf der Wechsel zur Anzeige „00“. Durch die schnelle Zählfolge von über 30 Messungen pro Sekunde folgt die Anzeige praktisch verzögerungsfrei den Eingangsbedingungen, d. h. es treten keine Wartezeiten auf.

Doch kommen wir nun zur Funktionsbeschreibung eines konkreten Meßzyklus zur Anzeige einer bestimmten Leitung.

Der Eingang ST 4 wird mit dem Referenzpunkt (Masse) verbunden und ST 3 an eine zu identifizierende Leitung angelegt. Diese Leitung führt eines der 16 vom Sender kommenden Signale. Als Beispiel wollen wir annehmen, es handele sich um die Leitung Nr. 8.

Im Ruhezustand wird vom Sender ein High-Signal abgegeben, so daß der Ausgang des ersten Gatters (Pin 3 des IC 3) Low-Potential (ca. 0 V) führt. Sobald das Identifizierungs-Signal (Eingangssignal an ST 3) auf Low springt, wechselt der Ausgang Pin 3 des ersten Gatters auf High-Potential. Über C 5 wird in der bereits beschriebenen Weise ein Reset-Impuls erzeugt, und die Zähler-Teiler-ICs 2, 4 nehmen ihre Startposition ein. Unmittelbar darauf beginnt der Zählvorgang, d. h. die

von Q 5 (Pin 5) des IC 2 kommenden Taktimpulse werden von IC 4 (Pin 9) gezählt. Der Zählvorgang dauert solange wie an Pin 3 des IC 3 High-Potential anliegt. Auf unser Beispiel bezogen liegt für genau 8 Takte am Eingang ST 3, 4 Low-Potential an, das nach Ablauf der entsprechenden Zeit wieder auf High wechselt. Pin 3 von IC 3 geht auf Low-Potential zurück. Hierdurch wird über den Tor-Eingang (Pin 10) der Zähl-Eingang (Pin 9) des IC 4 gesperrt, so daß keine weiteren Eingangsimpulse gezählt werden können. Auf unser Beispiel bezogen war das Tor für genau 8 Zählimpulse geöffnet. Der Zählerstand im IC 4 beträgt jetzt „08“.

Nach Ablauf von insgesamt 16 Takten wechselt, wie bereits beschrieben, Q 10 (Pin 15) des IC 2 von Low auf High, und über C 6 wird ein Speicher-Impuls erzeugt, der die Übernahme des Zählerstandes in die ICs 5, 6 bewirkt. Auf dem LC-Display erscheint die Leitungs-Identifizierungsnummer „08“. Gleich danach erfolgt über R 6/C 4 der Rücksetzvorgang und ein neuer Meßzyklus beginnt.

R 4 bewirkt in Verbindung mit D 2, 3 den Eingangsschutz vor Überspannung. D 3 ist in diesem Fall als Z-Diode ausgebildet, da die Schaltung zwecks Stromminimierung einen recht hochohmigen Vorwiderstand zur Versorgungsbatterie beinhaltet und D 2 alleine bei größeren Überlastungen des Eingangs nicht ausreichen würde.

Ohne angeschlossene Batterie kann eine Versorgung über die Eingangsbuchsen ST 3, 4 erfolgen, indem hier während der High-Pegel-Eingangszeit über R 4 und D 2 der Pufferkondensator C 3 aufgeladen wird, um auch während der Low-Phasen die Schaltung zu versorgen. Ohne Eingangssignal sowie bei kurzgeschlossenen Eingängen kann die Schaltung verständlicherweise nur arbeiten, wenn auch eine interne Batterie die Versorgung sicherstellt.

Der Vollständigkeit halber soll abschließend noch kurz die Wechselspannungssteuerung des LC-Displays erwähnt werden. Hierzu wird eine Frequenz von 128 Hz am Ausgang Q 8 (Pin 14) des IC 2 ausgekoppelt und auf die entsprechenden Steuereingänge der ICs 5, 6 sowie auf die Backplane-Anschlüsse des LC-Displays gegeben.

Zum Nachbau

Der drahtgebundene Sender des LZT 16 besteht aus einer einzigen Leiterplatte, auf der sämtliche Bauelemente untergebracht sind.

Die Bestückung der Platine wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platine gesetzt und

auf der Leiterbahnseite verlötet. Auch der Kippschalter mit seinen etwas breiteren Anschlußbeinchen wird direkt bis zum Anschlag in die passenden Bohrungen gesetzt und verlötet. Lötstifte o. ä. sind hier wie auch beim übrigen Aufbau der Schaltung nicht erforderlich.

Die rote Leuchtdiode wird mit einem Abstand zwischen Leuchtdiodenunterseite und Platinenoberseite von ca. 15 mm eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet.

Der Batterieclip wird mit seinen beiden Zuleitungen an die zugehörigen Versorgungsspannungsanschlüsse der Platine gelötet (rote Ader = Plusanschluß = ST 18, schwarze Ader = Minusanschluß = ST 19).

Zuletzt erfolgt der Anschluß der 16 Steuerleitungen sowie als 17. Leitung der Anschluß der Masseverbindung. Hierzu werden 10 Standard-Verbindungsleitungen mit Krokoklemmen genau in der Mitte durchgetrennt, so daß sich daraus 20 einzelne Krokoklemmen-Anschlußleitungen ergeben, von denen in unserem Gerät allerdings nur 19 benötigt werden.

An einem Ende besitzen diese Leitungen also je eine Krokoklemme, während das andere Ende auf ca. 4 mm abzuisolieren und zu verzinnen ist.

In dem bedruckten Gehäuseoberteil des Senders befinden sich auf der einen Seite eine und auf der gegenüberliegenden Seite 16 Bohrungen, durch die die soweit vorbereiteten Anschlußleitungen hindurchzustekken sind. Für die 16 Signalleitungen sollten verschiedene Farben gleichmäßig verteilt gewählt werden, während für die Masseleitung eine sonst nicht vertretene Farbe (z. B. schwarz oder weiß) einzusetzen ist. Auf der Gehäuseinnenseite werden jetzt für die spätere Zugentlastung Knoten in die Leitungen eingebracht, und zwar so, daß ca. 10 mm Leitungsende hinter dem Knoten verfügbar ist. Nun können die Leitungen direkt in die zugehörigen Bohrungen der Sender-Platine eingesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet werden.

Die Platine wird jetzt vorsichtig in die Gehäuseunterhalbschale eingesetzt. Alsdann kann die 9 V-Blockbatterie angeschlossen und an der noch freien Stelle in der Gehäuseunterhalbschale eingesetzt werden.

Die Befestigungsmuttern werden vom Kippschalterhals entfernt, da dieser in der vorliegenden Konstruktion ausschließlich von seinen Lötanschlüssen gehalten wird.

Abschließend wird vorsichtig das Gehäuseoberteil aufgesetzt, wobei gleichzeitig die 17 Leitungsenden langsam bis zu den Zugentlastungsknoten herausgezogen werden. Die endgültige Verschraubung erfolgt von der Gehäuseunterseite aus mit einer Knippingschraube. Zu beachten ist, daß die rote 3 mm Leuchtdiode mit ausreichend langen Anschlußdrähten eingelötet wurde, damit sie ungefähr plan mit der

Gehäusefrontseite abschließt.

Kommen wir als nächstes zum Aufbau der Empfängerplatine. Auch hier werden die Bauelemente in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes auf die Platine gesetzt und auf der Bestückungsseite verlötet. Folgende Besonderheiten sind zu beachten:

Um eine ausreichende Aufbauhöhe für

Durch 2 Bohrungen in der Stirnseite des Handgehäuses sind 2 Leitungen mit Krokoklemmen zu stecken in gleicher Weise, wie dies beim Sender bereits beschrieben wurde. Die eine Leitung sollte rot und die andere Leitung schwarz oder weiß entsprechend der Masseleitung des Senders gefärbt sein. Auf der Gehäuseinnenseite

Stückliste: Leitungs-Zuordnungs-Tester

Sender	Empfänger
<p>Widerstände</p> <p>68Ω R 5 10kΩ R 4, R 6 33kΩ R 2 100kΩ R 3 20MΩ R 1</p> <p>Kondensatoren</p> <p>33pF C 1, C 2 100µF/16V C 3</p> <p>Halbleiter</p> <p>CD4060 IC 1 CD4015 IC 2, IC 3 CD4049 IC 4-IC 6 BC548 T 1 ZPD 4, 7V D 5 1N4148 D 1-D 3, D 6, D 7 LED, 3 mm, rot D 4</p> <p>Sonstiges</p> <p>32, 768 kHz Q 1 Kippschalter, 1 x um S 1 1 x Batterieclip 17 x Krokoklemmen-Anschlußleitungen 230 mm Silberdraht</p>	<p>Widerstände</p> <p>10kΩ R 4 22kΩ R 6, R 7 33kΩ R 2 82kΩ R 9 100kΩ R 5, R 8 20 MΩ R 1</p> <p>Kondensatoren</p> <p>33pF C 1, C 2 1nF C 6 10nF C 4, C 5 1µF/16V C 3</p> <p>Halbleiter</p> <p>CD4060 IC 2 CD4011 IC 3 CD4518 IC 4 CD4056 IC 5, IC 6 ZPD 8, 2V D 3 1N4148 D 1, D 2, D 4, D 5</p> <p>Sonstiges</p> <p>32, 768kHz Q 1 3,5-LC-Display LCD 1 Schiebeschalter, 1 x um S 1 1 x Batterieclip 1 x 40pol. IC-Fassung (für LC-Display) 2 x Krokoklemmen-Anschlußleitungen 390 mm Silberdraht</p>

das LC-Display zu erreichen, wird dieses nicht direkt auf die Platine gesetzt, sondern es werden 2 je 20polige Sockelleisten an den entsprechenden Stellen eingelötet. In diese wird anschließend das Display gesetzt. Der Kondensator C 3 sowie der Quarz Q 1 sind liegend einzubauen.

Zur Befestigung des Schiebeschalters werden 3 ca. 10 mm lange Silberdrahtabschnitte so in die zugehörigen Bohrungen der Platine gesetzt und verlötet, daß sie auf der Leiterbahnseite hervorstehen. Anschließend wird der Schiebeschalter mit den Bohrungen seiner Lötösen darübersetzt und angelötet.

wird jede Leitung mit einem Knoten versehen, so daß ca. 10 mm frei verfügbares Leitungsende übrig bleibt, das anschließend an die beiden Eingangsklemmen ST 3 (rot) und ST 4 (weiß oder schwarz) anzulöten ist, und zwar von der Leiterbahnseite aus. Ebenfalls auf der Leiterbahnseite wird der Batterieclip mit seinen beiden Anschlüssen an die Platinenanschlußpunkte ST 1 (plus entsprechend rot) und ST 2 (minus entsprechend schwarz) angelötet.

Alsdann wird die Platine mit dem LC-Display nach unten weisend in die obere Gehäuseschale eingelegt und soweit nach vorne gedrückt, bis das LC-Display vorne

leicht an den Fensterausschnitt anstößt. Mit 2 Knippingschrauben wird die Platine im unteren Bereich an der zum Batteriefach hinweisenden Seite fest verschraubt. Ein Tupper Klebstoff im Bereich der beiden Eingangsklemmen sichert die Leiterplatte dort vor Verrutschen.

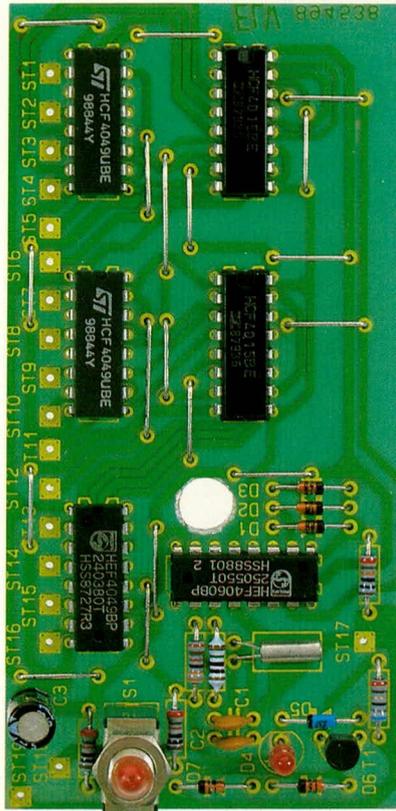
Die Gehäuseunterseite wird nun aufge-

setzt, wobei die Batterie-Anschlußleitung durch den entsprechenden Schlitz zum Batteriefach geführt und die Eingangsleitungen auf der Stirnseite gleichzeitig herausgezogen werden (bis zum Zugenlastungsknoten). Zweckmäßigerweise nimmt man den Batteriefachdeckel ab, um die Position der Batterieanschlußleitung mit dem

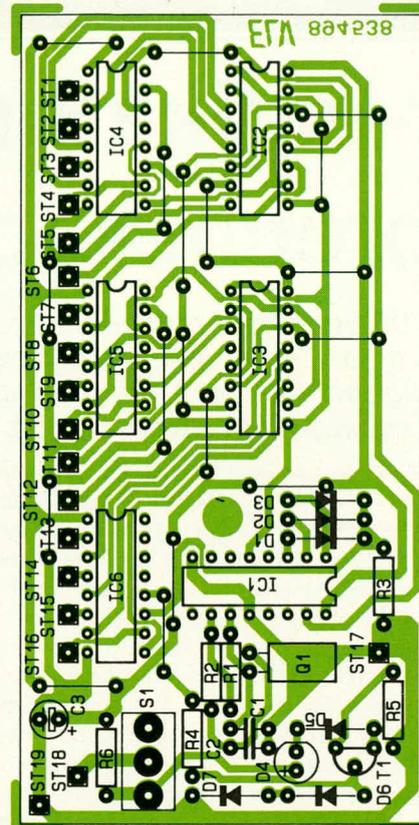
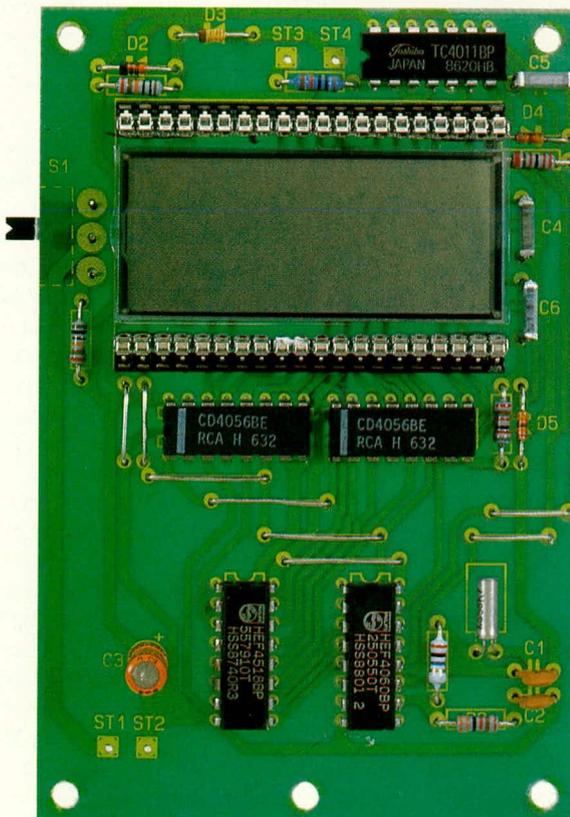
Batterieclip besser korrigieren zu können.

Nach dem Verschrauben des Gehäuseunterteils sowie Einsetzen und Anschließen der Batterie und Aufsetzen des Deckels kann das Gerät in Betrieb genommen werden. Ein Abgleich ist aufgrund der quartzgenauen Steuerung von Sender und Empfänger nicht erforderlich. **ELV**

Ansicht der fertig bestückten Platine des Senders des LZT 16

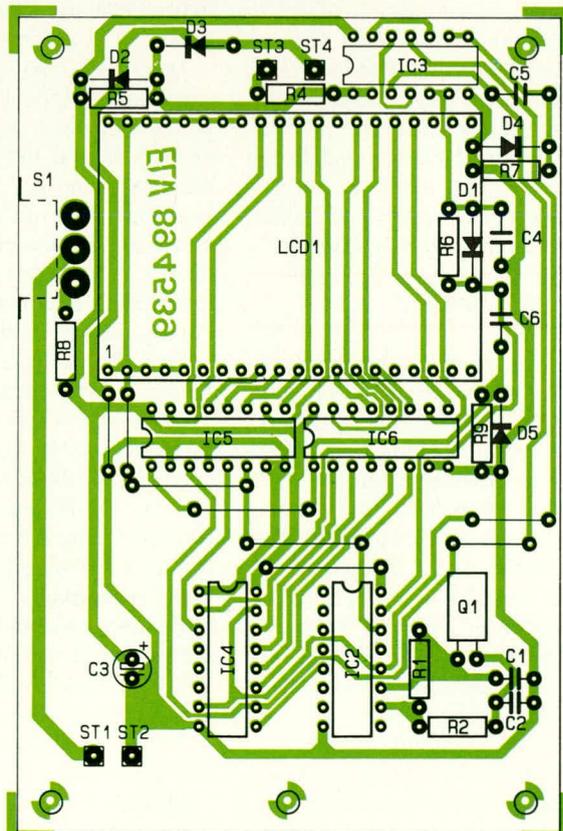


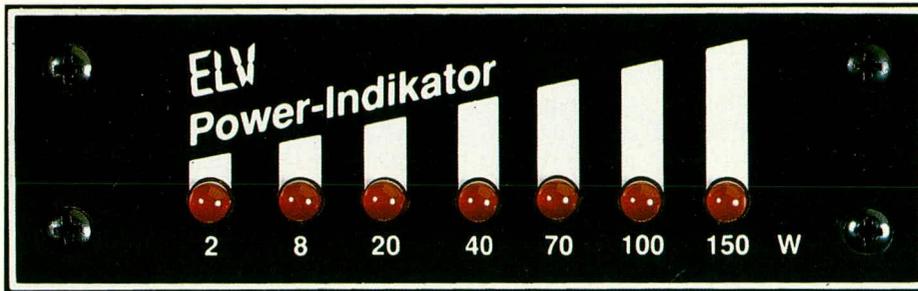
unten: Ansicht der fertig bestückten Platine des Empfängers des LZT 16



Bestückungsseite der Platine des Senders des LZT 16

unten: Bestückungsseite der Platine des Empfängers des LZT 16





Power-Indikator für Lautsprecherboxen

Mit einer aus 7 LEDs bestehenden Leuchtdiodenkette wird die Leistung einer Lautsprecherbox direkt angezeigt. Der Anschluß erfolgt parallel zur Lautsprecherbox über 2 Leitungen ohne separate Stromversorgung.

Allgemeines

Eine Peak-Anzeige, wie sie im ELV journal 3/89 vorgestellt wurde, ist eine preiswerte Lautsprecher-Zubehörschaltung, die den Hörer optisch informiert, daß die Grenzbelastbarkeit einer Lautsprecherbox erreicht bzw. überschritten wurde. Mit dem in diesem Artikel vorgestellten Power-Indikator wird nun nicht allein die Leistungsgrenze signalisiert, sondern der Anwender ist stets über die ganze Bandbreite des Leistungsspektrums informiert.

Neben dem rein technischen Nutzen, nämlich der rechtzeitigen Erkennung einer Überlastung bietet diese Schaltung den visuellen Nutzen einer in die Lautsprecherbox integrierten Miniatur-Lichtorgel. Durch den optischen Effekt des sich mit der Lautstärke ändernden Leuchtdiodenbandes wirkt die Lautsprecherbox „lebendiger“.

Anschluß und Funktion

Die Schaltung ist für Lautsprecherboxen mit einem Eingangswiderstand von 4 bis 16 Ω (typ. 8 Ω) geeignet. Sie wird mit 2 flexiblen isolierten Zuleitungen direkt parallel zu den Lautsprecherboxen-Anschlußklemmen geschaltet. Eine separate Stromversorgung ist nicht erforderlich. Die Schaltung selbst besitzt 3 Eingänge, von denen je nach Leistung entweder ST 1 und ST 3 (40 W) oder ST 2 und ST 3 (150 W) benutzt werden. Die Frontblende ist hierzu auf beiden Seiten bedruckt, so daß je nach Anwendungsfall entweder die eine oder die andere Frontbedruckung einsetzbar ist.

Um nun zu beurteilen, welche der beiden Leistungsstufen eingesetzt werden sollte, ist es interessant zu wissen, wie die Belast-

barkeitsangaben von Lautsprecherboxen zu bewerten sind. In unserem Fall ist einzig die Angabe der Sinus-Dauerbelastbarkeit einer Lautsprecherbox und nicht die Musik- oder gar Impulsbelastbarkeit von Interesse. Nach den von ELV gemachten Erfahrungen und Untersuchungen kann der Anwender den Daten, die von renommierten Boxenherstellern angegeben werden, im allgemeinen Vertrauen schenken. Bei No-name-Boxen im unteren Preisgefüge sind hingegen zum Teil erhebliche Abstriche von den Herstellerangaben zu den tatsächlichen Leistungsdaten zu machen (zum Teil minus 50 % und mehr).

Der Low-Eingang für die kleinere Leistungsstufe empfiehlt sich für Lautsprecherboxen mit einer realistischen Dauer-Belastbarkeit von bis zu 80 W. Selbstverständlich kann der ELV-Power-Indikator auch an Boxen mit niedrigeren Belastbarkeiten angeschlossen werden (sinnvoll ab 20 W), wobei dann die oberen LEDs nur kurzzeitig bei Impulsspitzen aufleuchten dürfen, um die Boxen nicht zu gefährden.

Der High-Eingang empfiehlt sich für Boxen-Belastbarkeiten zwischen 80 W und maximal 300 W. An dieser Stelle soll nochmals angemerkt werden, daß eine Lautsprecherbox, die realistisch eine Belastbarkeit von 300 W sinus verarbeiten kann, eine Musikbelastbarkeit von ca. 500 W und eine Impulsbelastbarkeit von in der Regel über 1000 W verträgt.

Bei festen Verstärker/Lautsprecherkombinationen ist darüber hinaus zu überlegen, den ELV Power-Indikator an die Verstärkerleistung anzupassen. Werden z. B. 200 W-Boxen an einen 80 W-Verstärker angeschlossen, empfiehlt es sich, die niedrigere Power-Indikator-Einstellung zu wählen, da im größeren Bereich die oberen

Leuchtdioden ohnehin niemals leuchten könnten (aufgrund der geringeren Verstärkerleistung). Werden die Boxen hingegen an wechselnden Verstärkern betrieben, so ist die Lautsprecher-Belastbarkeit einziges Kriterium zur Entscheidung, ob Low- oder High-Eingang verwendet werden sollte.

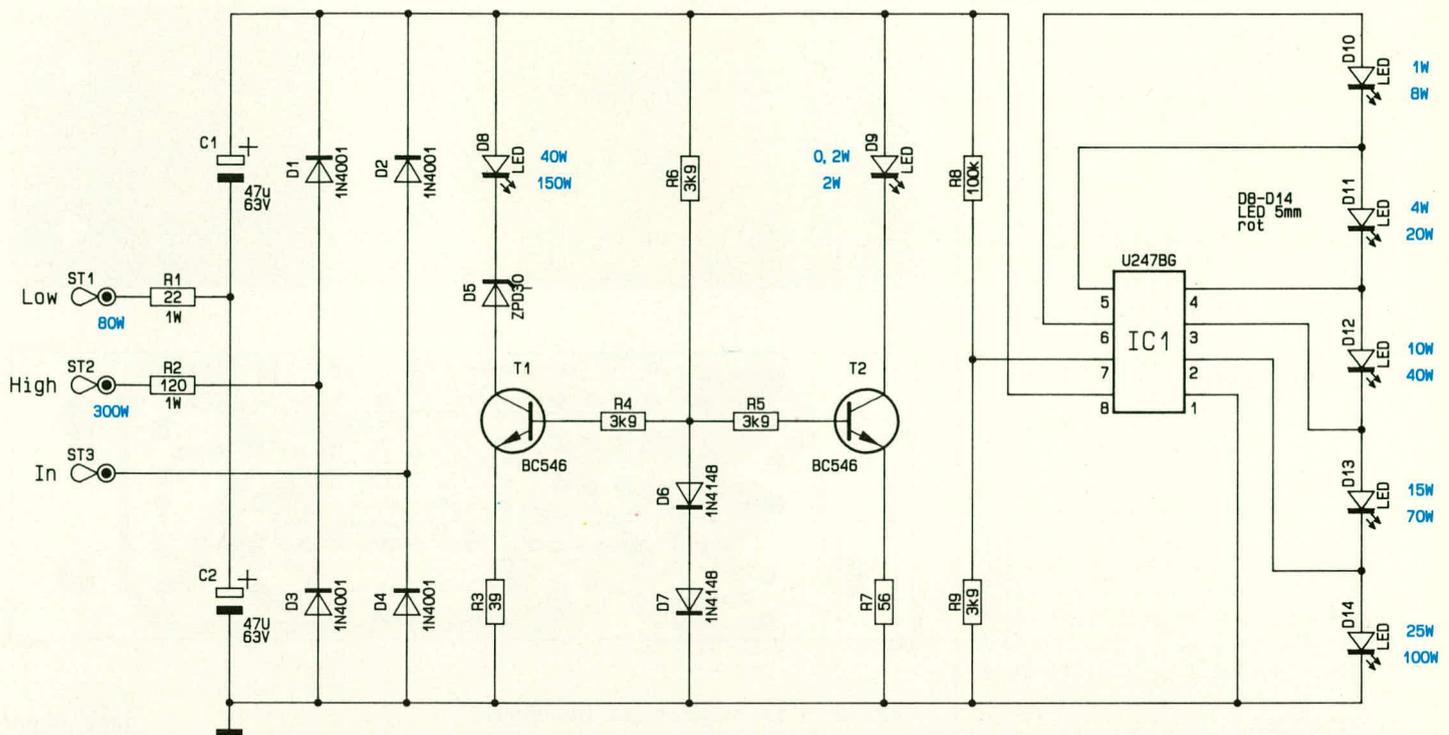
Die auf den beiden Skalen aufgedruckten Leistungswerte der einzelnen Leuchtdiodenstufen sind die Cirka-Werte, bei denen die Leuchtdiodenkette bis zu diesem Wert aufzuleuchten beginnt, und zwar bezogen auf eine Impedanz von 8 Ω . Beim Einsatz des Low-Eingangs leuchtet die 0,2 W LED ab einer dem Lautsprecher zugeführten Leistung von 0,2 W auf. Überschreitet die Leistung 1 W, leuchtet die 0,2 W und die 1 W LED auf. Werden 4 W überschritten, leuchten 3 LEDs, ab 10 W 4 LEDs ... bis hin zu 40 W, wo alle 7 LEDs aktiviert sind. Insgesamt verträgt die Schaltung in diesem Betriebsbereich Eingangsspannungen bis zu 45 V_{eff} entsprechend Eingangsleistungen von 200 W bei 4 Ω , 100 W bei 8 Ω und 50 W bei 16 Ω .

Bei Benutzung des High-Eingangs werden Eingangsspannungen bis zu 90 V_{eff} verarbeitet entsprechend Leistungen von 800 W bei 4 Ω , 400 W bei 8 Ω bzw. 200 W bei 16 Ω .

Da die Leistungsangaben auf der Frontseite des ELV Power-Indikators auf eine Lautsprecherimpedanz von 8 Ω bezogen sind, ist es wichtig zu wissen, daß die aufgedruckten Angaben auf der Frontplatte mal 2 zu nehmen sind, sofern 4 Ω -Boxen angeschlossen werden bzw. durch 2 zu teilen sind bei Boxen mit 16 Ω Innenwiderstand.

Zur Schaltung

Eine Besonderheit der Schaltung des ELV Power-Indikators stellt die Tatsache dar, daß die Meßspannung gleichzeitig die Versorgungsspannung darstellt. Dies ist im vorliegenden Anwendungsfall ohne weiteres möglich, da Lautsprecherboxen eine vergleichsweise hohe Leistung aufnehmen und die ansteuernden Verstärker deshalb hinreichend niederohmig sind. Die zusätzliche Belastung durch den Power-Indikator ist deshalb vernachlässigbar. Bei Benutzung der High-Eingänge (ST 2, 3) wird die an der Lautsprecherbox abfallende Spannung von ST 2 kommend über den Vorwiderstand R 2 dem Brückengleichrichter, bestehend aus D 1 bis D 4 zugeführt und zu ST 3 zurückgeleitet. Der Brückengleichrichter speist die beiden in Reihe geschalteten Kondensatoren C 1 und C 2. Durch die Reihenschaltung halbiert sich zwar die Kapazität (von 47 μ F auf 23,5 μ F) jedoch erhöht sich die Spannungsfestigkeit auf den doppelten Wert des Einzelkondensators. Die Versorgungs- und damit gleichzeitig Meßspannung steht somit



zwischen dem Pluspol von C 1 und dem Minuspol von C 2 an.

Wird der Low-Eingang (ST 1, 3) verwendet, arbeitet die Gleichrichterschaltung als Spannungsverdoppler. Die positiven Halbwellen (ST 1 positiv und ST 3 negativ) bewirken einen Stromfluß von ST 1 kommend über R 1, C 2, D 4 zu ST 3 und laden somit C 2 auf den Spitzenwert einer Halbwellen auf. Die negativen Halbwellen bewirken einen Stromfluß von ST 3 über D 2, C 1, R 1 zurück zu ST 1. Hierdurch wird C 1 ebenfalls auf den Halbwellen-Spitzenwert aufgeladen. Da die Ladevorgänge sehr schnell hintereinander im Wechsel mit der NF-Frequenz erfolgen, wird jeder der beiden Kondensatoren C 1 und C 2 auf den Spitzenwert V_{os} aufgeladen, d. h. über der Reihenschaltung C 1, 2 steht die doppelte Spannung wie bei Verwendung der Eingänge ST 2, 3 an (d. h. V_{ss}).

Die so erzeugte Versorgungs- und Meßspannung wird von der weiteren Schaltung in folgender Weise verarbeitet:

Die Funktion der Schaltung setzt bereits ab einer Betriebsspannung von rund 1,5 V an C 1, 2 ein, entsprechend einer Lautsprecheransteuerleistung von ca. 0,1 W an 8 Ω . Über R 6 wird den Referenzdioden D 6, 7

Bild 1:
Schaltbild des
ELV-Power-
Indikators

ein Strom zugeführt, der die Basen von T 1 und T 2 über R 4 bzw. R 5 auf 1,4 V vorspannt. In Verbindung mit den Emitterwiderständen R 3, R 7 sind damit 2 Konstantstromquellen realisiert. Die erste LED des Leuchtdiodenbandes (D 9) leuchtet bereits bei sehr geringen Lautstärken auf, während die 7. (letzte) Leuchtdiode D 8 die obere Begrenzung des Leuchtdiodenbandes vornimmt. Dies wird bewirkt durch die Reihenschaltung der 30 V Z-Diode D 5.

Die mittleren 5 Leuchtdioden (2. bis 6. LED des Leuchtdiodenbandes), die im Schaltplan mit den Nummern D 10 bis D 14 bezeichnet sind, werden über den integrierten Schaltkreis IC 1 des Typs U 247 angesteuert. In diesem IC sind sowohl die LED-Treiber als auch die Komparatoren für die einzelnen Schaltschwellen enthalten. Die Betriebsspannung wird dem IC 1 über Pin 8 (+ UB) und Pin 1 (Masse) zugeführt, während Pin 7 den Meßspannungseingang (bezogen auf Pin 1) darstellt. Hier wird die Versorgungsspannung über den Spannungsteiler R 8, 9 diesem Ein-

gang als Meßspannung zugeführt. Die übrigen 5 Anschlußpins stellen die Ausgänge zur Ansteuerung der 5 LEDs dar. Zur Betriebsstromminimierung erfolgt die Verarbeitung innerhalb des ICs so, daß die jeweilige leuchtenden LEDs in Reihenschaltung betrieben werden. Je weiter die Eingangsspannung ansteigt, desto mehr LEDs werden in Form eines Leuchtbandes angesteuert, wobei die separaten LEDs D 9 (für eine zusätzliche sehr kleine, untere Schwelle) und D 8 (für eine zusätzliche obere Schwelle) eine Erweiterung von 5 auf 7 Leuchtdioden vornehmen.

Nachbau

Zunächst schauen wir uns die in Abbildung 2 dargestellte Einbauskizze für die spätere Befestigung der Schaltung im Lautsprechergehäuse an. Wie daraus zu entnehmen ist, wird die Einbauhöhe der aus 7 LEDs bestehenden Leuchtdiodenkette durch die Wandstärke des Lautsprecherboxengehäuses bestimmt. Zweckmäßigerweise werden daher zunächst einige vorbereitende Arbeiten für den späteren Einbau der Schaltung in das Gehäuse getroffen.

Hierzu wird die Frontplatte des ELV Power-Indikators an die gewünschte Ein-

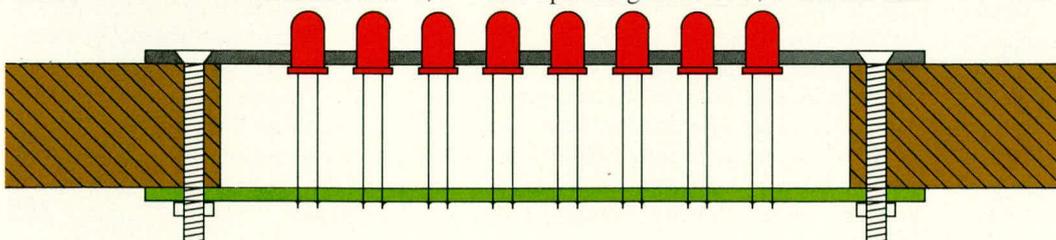


Bild 2:
Einbauskizze
des ELV Power-
Indikators

Stückliste: Power-Indikator für Lautsprecherboxen

Widerstände

39Ω	R 3
56Ω	R 7
3,9kΩ	R 4, R 5, R 6, R 9
100kΩ	R 8
22Ω/1W	R 1
120Ω/1W	R 2

Kondensatoren

47μF/63V	C 1, C 2
----------	----------

Halbleiter

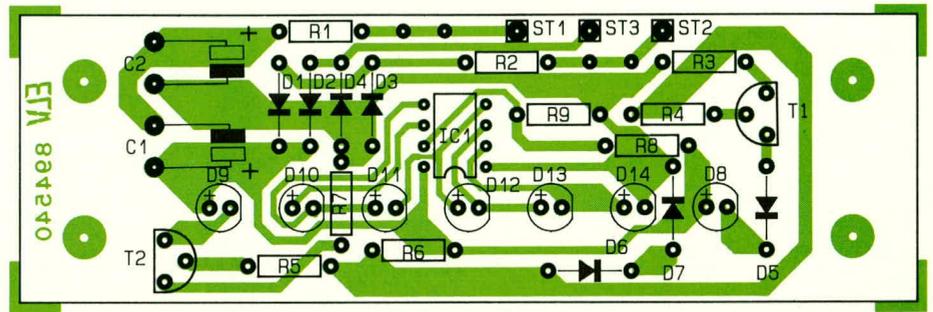
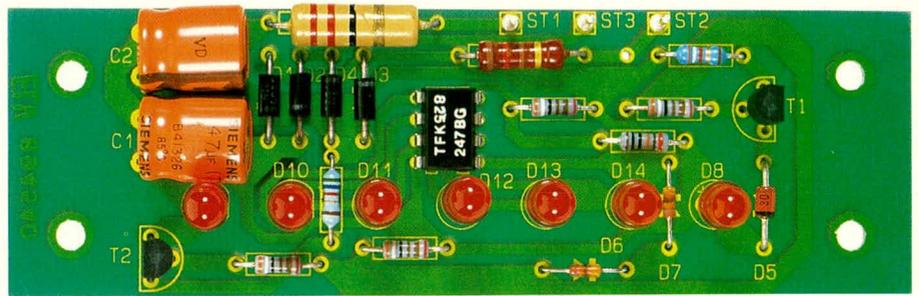
U247BG	IC 1
BC546	T 1, T 2
ZPD30V	D 5
1N4001	D 1-D 4
1N4148	D 6, D 7
LED, 5mm, rot	D 8-D 14

Sonstiges

Lötstifte	ST 1-ST 3
4 x Senkkopfschraube M3x30	
4 Muttern M3	
30 cm flexible Leitung 0,4 mm ²	
1 x Frontplatte	

baustelle auf der Boxenfrontseite gehalten und sowohl die Umriss- als auch die 4 Befestigungsbohrungen angezeichnet. Zwischen diese Bohrungen, die mit einem 3 mm Bohrer auszuführen sind, wird anschließend zentral, d. h. genau mittig zwischen den Bohrungen, ein rechteckiger Ausschnitt mit den Abmessungen 85 mm x 31 mm eingebracht. Die Höhe ist mit 31 mm so bemessen, daß sowohl die Frontplatte des Power-Indikators als auch die Leiterplatte oben und unten je 2 mm überstehen. Da 2 mm nicht viel sind, ist es von größter Wichtigkeit, daß die Aussparung sorgfältig und sauber ausgeführt wird. Jetzt wird die Gehäusewandstärke exakt gemessen. Dieses Maß ist für die Einbauhöhe der 7 Leuchtdioden des ELV Power-Indikators von besonderer Wichtigkeit. Von der gemessenen Wandstärke (z. B. 19 mm) werden 2 mm abgezogen. Das Ergebnis (hier: 17 mm) ergibt den Abstand zwischen Leiterplattenoberseite (Bestückungsseite) und Unterseite des roten Leuchtdiengehäuses (Einbauabstand).

Zunächst werden jedoch alle übrigen Bauelemente des ELV Power-Indikators entsprechend dem Bestückungsplan auf die Platine gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Es ist darauf zu achten, daß die beiden Elkos C 1 und C 2 liegend einzubauen sind. Die beiden Transistoren T 1 und T 2 werden mit ihren Beinchen recht



weit durch die zugehörigen Bohrungen gesteckt, damit die Gesamtaufbauhöhe 10 mm nicht überschreitet (dieses Maß stellt somit gleichzeitig die geringste Boxenwandstärke dar, in die die Schaltung eingebaut werden kann).

Die 7 Leuchtdioden werden mit dem errechneten Einbauabstand in die zugehörigen Bohrungen gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Auf die korrekte Einbaulage ist hierbei zu achten. Im allgemeinen besitzen Leuchtdioden an ihrer Gehäuseunterseite einen ca. 1 mm breiten Ring, der auf einer Seite abgeflacht ist (bei manchen Leuchtdioden muß man allerdings schon etwas genauer hinschauen, um die Abflachung zu erkennen). Diese Abflachung markiert die Kathode der LED, d. h. diejenige Seite, zu der die Pfeilspitze des Diodensymbols zeigt. In unserem Fall sind alle 7 Leuchtdioden in derselben Richtung einzubauen.

Ist die Bestückung fertiggestellt und nochmals sorgfältig kontrolliert, wird eine 2adrige, flexible isolierte Zuleitung mit einem Querschnitt von mind. 0,4 mm² an 2 der 3 Eingangslötstifte gelötet (ST 1 und ST 3 für Belastbarkeiten bis maximal 80 W an 8 Ω bzw. ST 2 und ST 3 für Belastbarkeiten bis maximal 300 W an 8 Ω). Das andere Ende der möglichst kurz zu haltenden Verbindungsleitung wird in der Lautsprecherbox parallel zu den beiden Versorgungsadern angeschlossen. Die Polarität spielt hierbei keine Rolle.

Entsprechend der Abbildung 2 erfolgt nun das Einsetzen der Frontplatte des ELV Power-Indikators von der Gehäusefrontseite aus und das Einsetzen der Platine von der Gehäuseinnenseite aus. Mit 4 Senkkopfschrauben M 3 x 30 mm, die von außen durch die entsprechenden Bohrungen zu

ganz oben:
Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV Power-Indikators

oben:
Bestückungsseite der Platine des ELV Power-Indikators (Abmessungen: 110 mm x 35 mm)

stecken sind, erfolgt die Befestigung der Konstruktion. Über je eine Mutter M 3 werden Frontplatte und Platine endgültig festgesetzt. Dem ersten Einsatz steht nun nichts mehr im Wege.

Da das Boxengehäuse durch den Einbau der Schaltung einen zusätzlichen Luftkanal erhalten hat, ist die Belastung in diesem Stadium nicht voll auszufahren. Nach erfolgreichem Test wird die Platine des ELV Power-Indikators nochmals abgeschraubt, um die Frontplatte luftdicht am Lautsprechergehäuse zu verkleben. Dies erfolgt entweder mit Silicon oder auch mit Zweikomponentenkleber. Die Bohrungen für die 7 Leuchtdioden sind verhältnismäßig eng bemessen, so daß hier ein nahezu vernachlässigbarer Druckausgleich erfolgt. Darüber hinaus wird die Leiterplatte in gleicher Weise von der Gehäuseinnenseite aus luftdicht verklebt, und bevor die Anordnung aushärtet, mit den 4 Schrauben M 3 und zugehörigen Muttern fest verschraubt. Durch die doppelwandige Abdichtung des Gehäuseschlitzes wird im allgemeinen eine hinreichende Stabilität erzielt und die ursprüngliche Boxenbelastbarkeit ist wieder hergestellt. Dem Punkt der Abdichtung ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken, damit sich durch den Einbau des ELV Power-Indikators auch tatsächlich ein echter Gewinn ergibt und die Leistungsdaten der Box voll erhalten bleiben.

ELV

Supraleitung - Strom ohne Widerstand

Diese mehrteilige Artikelserie wird mit einem Beitrag zu Anwendungsspekten der Supraleitungstechnologie abgeschlossen. Die z. Z. wichtigsten Einsatzmöglichkeiten supraleitender Materialien werden skizziert und zusammengestellt. Exemplarisch werden einige Anwendungen der Supraleitung ausführlicher behandelt.

Prof. Dr. Siegfried Fellmann

Teil 7: Anwendungen

Die Einsatz- und Anwendungsmöglichkeiten der Supraleitung sind äußerst vielfschichtig. Dazu muß herausgestellt werden, daß es sich zur Zeit nur um den Einsatz von den sogenannten klassischen Supraleitern mit so niedrigen Sprungtemperaturen handelt, daß die Kühlung mit flüssigem Helium erforderlich ist. Im wesentlichen lassen sich drei Anwendungsbereiche für die Supraleitung unterscheiden.

Zum einen steht die Erzeugung extrem großer Magnetfelder für Forschung und industrielle Anwendung im Vordergrund. So werden heute supraleitende Magnete mit unterschiedlichen Größen und diversen Geometrien hergestellt. In größerem Maßstab werden solche Magnete bereits heute in der Hochenergiephysik bei Teilchenbeschleunigern, in der Festkörperphysik, bei Experimenten zur kontrollierten Fusion (Energiegewinnung aus der Verschmelzung von Wasserstoffkernen zu einem Heliumkern - ein Prozeß, der auf der Sonne abläuft) und für Energiespeicher eingesetzt. Ein besonders spektakuläres Beispiel in diesem Zusammenhang ist die magnetische Lagerung von Zügen, für die der Einsatz der Supraleitungstechnik zumindest in der Planung ist.

Ein weiterer Bereich ist die Verwendung von Supraleitern bei weniger stark ausgeprägten Magnetfeldern. Dazu gehört z. B. der Stromtransport durch supraleitende Kabel. Da beim Transport der elektrischen Energie durch Kabel die Verlustleistung $R \cdot I^2$ beträgt, ist verständlich, wenn man Kabel mit möglichst niedrigem Widerstand R verwendet. Dies wäre bei Supraleitern der Fall.

Schließlich ist noch der große Bereich der meßtechnischen Anwendungen der Supraleitung zu nennen. Hier sind vor allem die Möglichkeiten bei der Ausnutzung der Josephson-Effekte von Bedeutung. Dazu gehören insbesondere extrem genaue Messungen von Magnetfeldern und Spannungen. Der Einsatz von Josephson-Kontakten als schnelle Schalt- und Speicherelemente in Großrechnern ist ebenfalls in ernsthafter Diskussion.

Die angesprochenen Möglichkeiten des Einsatzes der Supraleitung in Technik und Forschung sollen lediglich einen Eindruck über die Vielfalt dieser Technologie vermit-

eln. Daher können die Ausführungen zur Anwendung der Supraleitung keinesfalls vollständig sein. Um die Vorteile der Supraleitungstechnik gegenüber der herkömmlichen Technik wenigstens punktuell zu unterstreichen, werden nachfolgend aus den angesprochenen Gebieten einige Beispiele exemplarisch etwas ausführlicher dargestellt.

Zweifellos ist die Anwendung der Supraleitung beim Bau von großen Magneten oder aber von Magneten mit extrem großen Feldern ein besonders naheliegender Aspekt. So gibt es beim Entwurf konventioneller Elektromagnete zur Erzeugung großer magnetischer Felder 3 Hauptprobleme. Zum einen ist dies der große Energiebedarf. Wollte man mit einem konventionellen Magneten magnetische Feldstärken von $8 \cdot 10^6$ A/m erreichen, was wiederum einer magnetischen Kraftflußdichte von $B \approx 10$ T entspricht, müßte man eine Eingangsleistung von etwa 1 MW bereitstellen. Zum zweiten müßte man etwa den gleichen Anteil an Energie in Form von Wärme durch Kühlung abführen. In Leitern mit einem Widerstand $R \neq 0$ erzeugt ein Strom I die Joulesche Wärme $R \cdot I^2$. Würde diese Wärme nicht durch Kühlung abgeführt, würde sie den Magneten schmelzen. Für die Abführung der genannten Wärmemenge muß ca. 1 m^3 Kühlwasser pro Minute durch den Magneten gepumpt und nachfolgend durch einen Kühlturm geleitet werden. Schließlich müssen die bei großen magnetischen Feldstärken in der Spule auftretenden Druckkräfte, die sich aus der Wechselwirkung von Strom und Magnetfeld ergeben, von geeigneten Stützkonstruktionen aufgefangen werden. So greift an den Windungen einer Zylinder- spule mit einem inneren Spulendurchmesser von 50 cm bei einer Feldstärke von 5 T ein nach außen gerichteter radialer Zug von etwa 3000 N/cm^2 an. Einem vergleichbaren Druck ist man ausgesetzt, wenn man sich in ca. 3000 m Meerestiefe aufhält.

Die beiden erstgenannten Probleme lassen sich sofort lösen, wenn man die konventionelle Magnetspule durch eine supraleitende Spule ersetzt. Der das Magnetfeld erzeugende Strom fließt in dieser Spule ohne elektrischen Widerstand, so daß nach dem Aufbau des Magnetfeldes zu seiner weiteren Aufrechterhaltung im Prinzip keine elektrische Leistung mehr erforderlich ist. Daher entfällt auch eine aufwendige Kühleinrichtung. Als Gegenleistung muß die gesamte Spule auf Temperaturen von eini-

gen Kelvin abgekühlt und bei dieser Temperatur gehalten werden. Die Leistung zur Aufrechterhaltung der tiefen Temperatur ist vernachlässigbar im Vergleich zum o. g. Leistungsbedarf bei konventionellen Magneten. Als Materialien für die Drähte der supraleitenden Spulen kommen nur harte Supraleiter in Betracht, da nur diese - wie bereits früher ausführlich dargestellt - durch Kraftflußfesselung zum Nullwiderstand im Mischzustand führen, und zwar auch bei großen Magnetfeldern bzw. Strömen.

Bei Abschätzungen zur Wirtschaftlichkeit von supraleitenden Magneten müssen auch die sogenannten Kryomagnete berücksichtigt werden. Kryomagnete besitzen Spulen aus extrem reinem Material - z. B. Aluminium - das zwar normalleitend bleibt, aber bei Abkühlung auf extrem tiefe Temperaturen einen sehr kleinen Widerstand annimmt. Zumindest für Langzeiteinsätze kann gesagt werden, daß supraleitende Magnetspulen verglichen mit Kryomagneten die wirtschaftlich günstigere Version sind.

Magnetische Kraftflußdichten von etwas mehr als 20 T stellen zur Zeit die obere Grenze dar, die mit Supraleitern erreicht werden kann. Noch höhere Kraftflußdichten von 25 bis 30 T können durch sogenannte Hybridmagnete erzielt werden. Dazu wird mit Hilfe einer supraleitenden Magnetspule in deren Inneren eine Kraftflußdichte von ca. 15 T erzeugt. Innerhalb dieser Spule wird nun ein zweiter supraleitender Magnet mit einem freien Innendurchmesser von einigen Zentimetern angeordnet. Dabei muß ein Material gewählt werden, das bei diesen hohen Feldern eine möglichst große kritische Stromdichte besitzt und somit für die zusätzliche Erzeugung von einigen Tesla herangezogen werden kann. Bei Hybridmagneten wird auch die Kombination aus äußerem supraleitenden Magneten und einem Einsatz aus einem nicht supraleitenden Widerstandsmagneten verwendet.

Die größten magnetischen Kraftflußdichten werden an einigen wenigen Laboratorien der Welt mit konventionellen Hochfeldanlagen (Bittermagnete) erzeugt, wobei allerdings ein enormer Aufwand an elektrischer Energie betrieben werden muß (10 MW und mehr). Im Augenblick gibt es vier Laboratorien auf der Welt, in denen Felder von 30 T zur Verfügung stehen. In den USA arbeitet man zur Zeit an der Entwicklung eines neuen Hybridmagneten, der 35 T erzeugen soll. Ähnliche Pläne bestehen auch in Japan.

Der derzeitige Entwicklungsstand in der Supraleitungstechnologie soll nun an dem Großbeschleunigerprojekt HERA erläutert werden. HERA ist ein Kunstwort und steht als Abkürzung für Hadron-Elektron-Ring-Anlage. HERA wird von DESY (Deutsches-Elektronen-Synchrotron) in Hamburg seit 1984 errichtet und soll bis 1989 fertig-

gestellt sein. Ab 1990 wird HERA eine der größten Beschleunigeranlagen dieser Art auf der Welt sein. Man kann diese Anlage als Super-Elektronen-Mikroskop zur Erforschung der kleinsten Bausteine der Materie bezeichnen. Obwohl diese Einrichtung der Grundlagenforschung dient, erfordert ihr Bau gleichwohl den Einsatz modernster Technologien. Ohne den Einsatz der Supraleitungstechnologie in großem Umfang könnte das Projekt HERA nicht realisiert werden.

HERA besteht aus zwei übereinanderliegenden Speicherringen, wobei je einer für Protonen und Elektronen vorgesehen ist. Eine wesentliche Komponente dieser Ringe ist ein extrem luftleer gepumptes Rohr mit einem Umfang von 6,3 km, in dem die Elektronen bzw. Protonen mehrere Stunden umlaufen können, und zwar mit fast 50.000 Umläufen pro Sekunde. Da die Teilchen bei ihren über Stunden währenden Umläufen in der Kreisbahn quasi gespeichert sind, nennt man solche Beschleunigungsanlagen Speicherringe. Die beiden Teilchenarten laufen dabei in entgegengesetzter Richtung um und können bei Bedarf aufeinander geschossen werden. Aus den Elektron-Proton-Stößen und deren Vermessung erhoffen sich die Physiker neue Erkenntnisse über die kleinsten Strukturen im Aufbau der Materie. Bei diesen Experimenten können Strukturen aufgelöst werden, die eine Ausdehnung von nur 10^{-19} m besitzen. Das entspricht einem Zehntausendstel des Durchmessers eines Protons, welches ein Baustein von Atomkernen ist.

Die Energie der Elektronen beträgt 30 GeV (30 Milliarden Elektronenvolt) und die der Protonen 820 GeV. 1 eV ist dabei die Energie, die ein Elektron aufnimmt, wenn es die Spannung von 1 V durchfällt. Damit die Elektronen und Protonen bei ihrem Umlauf die Kreisbahn nicht verlassen, müssen sie durch extrem starke Magnetfelder geführt werden. Ähnlich wie ein an einer Schnur befestigter Körper beim Herumschleudern im Kreis wegzufiegen versucht, werden auch die kreisenden Elektronen und Protonen durch die Fliehkraft aus ihrer Kreisbewegung herausgetrieben, wenn nicht eine entsprechende Gegenkraft zur Verfügung steht. So wie die Schnur den kreisenden Körper auf der Kreisbahn hält, sorgen bei HERA starke Elektromagnete mit den von ihnen erzeugten Magnetfeldern dafür, daß die Elektronen und Protonen bei ihrem Kreisumlauf im Beschleunigerring die gewünschte Kreisbahn beibehalten. Die Anforderungen an diese Magnete können mit konventionellen Verfahren nicht verwirklicht werden. Bei der Verwendung von Elektromagneten mit Eisenkernen erreicht man magnetische Kraftflußdichten von etwas weniger als 2 T. Um jedoch im Projekt HERA die Protonen mit einer Energie von 820 GeV bei ihren Umläufen im Speicher-

ring auf eine Kreisbahn zu zwingen, werden Kraftflußdichten benötigt, die fast dreimal so groß sind. Solche Feldstärken kann man zwar mit herkömmlichen Magnetspulen erreichen, müßte dann aber Spulendurchmesser von ca. 10 m in Kauf nehmen. Noch gravierender ist dabei die Tatsache, daß der Stromverbrauch eines solchen Magneten vergleichbar wäre mit demjenigen der gesamten Stadt Hamburg. Für HERA sind aber 500 solcher Magnete erforderlich, die längs der Umlaufbahn angeordnet sind, um die Protonen auf die gekrümmte Bahn zu zwingen. Dazu kommen noch ca. 200 weitere Magnete, die zur Fokussierung des Protonenstrahls erforderlich sind. Mit herkömmlicher Technik würde daher der Energieverbrauch Dimensionen annehmen, die aus Kostengründen nicht realisierbar sind. Bei Verwendung supraleitender Spulen lassen sich ausreichend große magnetische Felder erzeugen, da die zur Magnetfelderzeugung notwendigen Ströme widerstandsfrei durch die supraleitenden Magnetspulen fließen, wenn die Temperatur auf 4,2 K gehalten wird. Die Kühlung erfolgt durch flüssiges Helium, das die Magnete ständig umspült. Wie schon erwähnt, sind die Kosten für die Heliumkühlung erheblich niedriger als diejenigen für den Betrieb von Normalmagneten, bei denen nahezu die gesamte zugeführte elektrische Leistung in unerwünschte Wärme umgewandelt wird, die dann ihrerseits wieder durch Kühlung abgeführt werden muß.

Zum Abschluß dieses Beispiels werden nachfolgend noch einige Daten der supraleitenden Magnete für das Projekt HERA genannt. Die Länge der supraleitenden Magnete liegt bei etwa 9 m. Das supraleitende Kabel, aus dem die Magnetspulen gewickelt werden, besteht aus 24 Einzeldrähten von 0,83 mm Durchmesser und ist extrem genau gewickelt. Jeder Einzeldraht besteht seinerseits aus 2460 haarfeinen supraleitenden Fasern, die in Kupfer eingebettet sind. Diese Fasern bestehen aus einer Niob-Titan-Legierung. Die Magnete werden mit einer Stromstärke von 5000 A betrieben. Dabei wirken auf die Spulen Kräfte, die einer Belastung von 600 t entsprechen.

Zu dem Projekt HERA könnten noch eine Reihe von interessanten Aspekten ausgeführt werden. Darauf wird an dieser Stelle verzichtet, da diese den Rahmen dieses Beitrages sprengen würden. In jedem Fall darf gesagt werden, daß außer der angesprochenen Supraleitungstechnologie noch andere technologisch sehr interessante Komplexe zu bearbeiten sind. Dazu gehören neben der Herstellung supraleitender Magnete die Entwicklung einer für europäische Verhältnisse einmaligen Kälteanlage zur Erzeugung des flüssigen Heliums, die Entwicklung von Ultrahochvakuum-systemen für die Speicherringe, die Bereitstellung von Hochfrequenzsystemen gro-

ßer Leistung zur Beschleunigung der Protonen und Elektronen und modernste Datenübertragungssysteme. Insbesondere auf dem Gebiet der Supraleitung und Tieftemperaturtechnik bietet der Bau von HERA in Europa erstmals die Gelegenheit, großtechnische Erfahrungen auf diesem Gebiet zu sammeln. Diese Erfahrungen könnten für die zukünftige industrielle Anwendung dieser energiesparenden Technologie von großer Bedeutung sein.

Ein weiterer Anwendungsbereich für supraleitende Magnete darf bei der kontrollierten Kernfusion angenommen werden. Dabei werden im Prinzip Wasserstoffkerne zu Heliumkernen verschmolzen, wobei eine erhebliche Energie frei wird. Da Wasserstoff in ausreichender Menge zur Verfügung steht, würde die Beherrschung der kontrollierten Fusion das Problem der Energieversorgung auf der Erde für die absehbare Zukunft lösen. Ein Fusionsreaktor dieser Art benötigt allerdings Temperaturen von mehr als 10 Millionen Grad. Bei diesen Temperaturen sind sämtliche Atome in ihre Bestandteile zerlegt, und zwar in positiv geladene Kerne und die negativen Elektronen der Hülle. Materie, die sich in diesem Zustand befindet, bezeichnet man als Plasma. Da dann nur geladene Teilchen vorliegen, können diese Teilchen durch ausreichend große Magnetfelder mit geeigneter Geometrie auf Reaktionsräume konzentriert werden, ohne daß sie dabei mit materiellen Wänden in Berührung kommen (magnetische Flaschen). Die dafür erforderlichen Magnetfelder sind allerdings so groß, daß sie schon aus wirtschaftlichen Gründen sicher nur mit supraleitenden Magneten erzeugt werden können.

Ein ebenso interessanter Aspekt ist der Einsatz supraleitender Kabel für den Stromtransport über große Entfernungen. So gehen bei den heute üblichen Hochspannungsleitungen auf einer Strecke von 200 km ungefähr 15 % und bei Leitungen von 1000 km Länge nahezu 40 % der Energie verloren. Daher sind die potentiellen Einsparmöglichkeiten bei der Verwendung von supraleitenden Übertragungskabeln beträchtlich. Dies läßt sich aus den Daten für die Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1985 ablesen. In diesem Jahr lag das Stromaufkommen bei 364 200 GWh, während die Netzverluste 17 840 GWh ausmachten. Das sind knapp 5 % des gesamten Stromaufkommens. Die Netzverluste entsprechen dabei einer mittleren Leistung von 2 GW. Allein durch die Vermeidung der jährlichen Netzverluste könnten daher 2 Kernkraftwerksblöcke zu je 1300 MW eingespart werden.

Die Frage der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit bei der Verwendung von supraleitenden Kabeln zur Energieübertragung ist ein besonders wichtiger Punkt, da gut funktionierende Leitungsnetze für die-

sen Zweck zur Verfügung stehen. Wenn man für die Leistungsübertragung auf Erdkabel übergeht, gibt es ebenfalls Alternativen, die hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit mit supraleitenden Kabeln verglichen werden müssen. So stehen öl- oder gasgekühlte Kabel für den Betrieb bei Normaltemperatur und Kryokabel zur Verfügung. Das Kryokabel enthält einen Normalleiter, der mit flüssigem Stickstoff auf 80 bis 90 K gekühlt wird. Bei diesen Überlegungen ist zu berücksichtigen, daß zur Zeit nur klassische Supraleiter als Energieübertragungskabel in Frage kommen, die daher mit flüssigem Helium gekühlt werden müssen. Selbst eine auf Stickstoffkühlung basierende Supraleitungstechnologie mit den neuen keramischen Hochtemperatursupraleitern wird es in Konkurrenz mit den bewährten und bis ins letzte ausgefeilten herkömmlichen Technologien sehr schwer haben, sich endgültig durchzusetzen. Gleichwohl werden Konstruktionsvorschläge für die Leistungsübertragung in der Größenordnung bis 100 GW über Entfernungen von 1000 km diskutiert. Größere Chancen werden Supraleitern zur Leistungsübertragung in Ballungsräumen eingeräumt, da man dort in Zukunft immer mehr auf Erdkabel übergehen muß.

Es gibt Konstruktionsvorschläge für Gleichstrom- und Wechselstromkabel aus Supraleitern. Der vollständig verlustfreie Stromtransport ist auf Gleichstrom beschränkt. Allerdings steht dem Vorteil der völlig verlustlosen Stromleitung im supraleitenden Gleichstromkabel die Notwendigkeit des zweimaligen Umtransformierens zwischen Gleich- und Wechselstrom an den Enden des Kabels gegenüber. Dieser Nachteil entfällt zwar beim Wechselstromkabel, wofür aber bei der Wechselstromübertragung auch bei Kühlung auf 4,2 K grundsätzlich Restverluste in Kauf genommen werden müssen (vgl. Abbildung 11 im Teil 2 dieser Artikelserie). Realistische Abschätzungen gehen davon aus, daß supraleitende Kabel für die Leistungsübertragung erst oberhalb einiger GW über Entfernungen von knapp 1000 km mit den herkömmlichen Techniken konkurrenzfähig werden. Diese Daten sind zu vergleichen mit der derzeitigen Gesamtleistung in der Bundesrepublik Deutschland von etwas mehr als 40 GW.

Die meßtechnischen Anwendungen der Supraleitung sind besonders vielschichtig. Es gibt eine Fülle von interessanten Einsatzmöglichkeiten der Supraleiter, bei denen die einmaligen elektrischen und magnetischen Eigenschaften dieser Substanzen ausgenutzt werden. Eine auch nur im Ansatz erschöpfende Behandlung dieser Möglichkeit geht weit über den Rahmen dieses Beitrages hinaus. Es soll daher nur ein Eindruck für die Einsatzmöglichkeiten von Supraleitern in der Meßtechnik vermittelt wer-

den, wobei auf eine Reihe von Anwendungsbeispielen nur hingewiesen wird - allerdings mit kurzen Erläuterungen -, während ein Beispiel etwas ausführlicher dargestellt wird.

Supraleitende Bolometer sind Instrumente, die zum Nachweis elektromagnetischer Strahlung verwendet werden. Diese hochempfindlichen Strahlungsmesser nutzen die extreme Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes, insbesondere beim Übergang vom normal zum supraleitenden Zustand aus. Diese Tieftemperatur-Bolometer sind daher erheblich empfindlicher als Raumtemperatur-Bolometer. In Verbindung mit der modernen Verstärkertechnik haben sich die supraleitenden Bolometer inzwischen zu den empfindlichsten Strahlungsdetektoren entwickelt, was vor allem auch für das heute immer wichtiger werdende fernere Infrarotgebiet des Spektrums gilt, wo die meisten anderen Strahlungsdetektoren versagen.

Zur Regelung von Wärmeströmen werden supraleitende Wärmeventile eingesetzt. Diese Geräte werden vor allem bei extrem niedrigen Temperaturen von weniger als 0,4 K verwendet, um die Schwingungen mechanischer Ventile zu vermeiden. Diese Schwingungen würden zu unerwünschten Temperatursteigungen führen. Mit dieser Technik können heute Temperaturen bis zu 0,003 K aufrechterhalten werden.

Die Ausnutzung der Josephson-Effekte für meßtechnische Anwendungen hat in den vergangenen Jahren eindeutig den größten Fortschritt gemacht. Man darf wohl ohne Übertreibung sagen, daß hier eine kleine meßtechnische Revolution stattfand, da dabei die Meßgenauigkeit zur Bestimmung von Magnetfeldern um fünf Größenordnungen gesteigert wurde. Da sowohl der Josephson-Gleichstromeffekt als auch der Josephson-Wechselstromeffekt eine charakteristische Abhängigkeit von einem äußeren Magnetfeld zeigen, sind Josephson-Kontakte als extrem empfindliche Magnetometer besonders geeignet.

Bei der Präzisionsbestimmung von Magnetfeldern wird dabei sowohl der Gleichstromeffekt (d. c. SQUID) als auch der Wechselstromeffekt (a. c. SQUID) ausgenutzt. Die durch die SQUID's gegebene Empfindlichkeit in der Magnetometrie steht allerdings nur dann zur Verfügung, wenn das Erdfeld sorgfältig abgeschirmt wird und bei Verwendung der a. c. SQUID's Einstrahlungen externer Störsignale im gesamten Frequenzbereich bis zu 10^{12} Hz vermieden werden. Dann können mit solchen Anordnungen Magnetfeldänderungen bis zu 10^{-14} T nachgewiesen werden. So gelang es bereits Anfang der 70er Jahre Cohen u. a., die von der Herztätigkeit des menschlichen Herzens hervorgerufenen Magnetfelder nachzuweisen (Magnetokardiogramm). Diese Sensoren sind so empfindlich, daß

man mit ihnen auch die durch elektrische Aktionsströme im menschlichen Gehirn entstehenden Magnetfelder nachweisen kann. Von besonderer Bedeutung ist dabei, daß man diese Informationen völlig kontaktfrei - also berührungslos - und auch ohne jede äußere Beeinflussung erhält.

Außer dem direkten Einsatz der SQUID's als Magnetometer können sie auch zur Steigerung der Empfindlichkeit anderer Instrumente im Bereich der Strom- und Spannungsmessung eingesetzt werden. Unter günstigen Bedingungen lassen sich damit Ströme bis zu 10^{-11} A und Spannungen bis zu 10^{-17} V ausmessen.

Den Josephson-Wechselstrom verwendet man inzwischen auch zur Festlegung eines Spannungsnormals. Der Vorteil eines Spannungsnormals auf dieser Basis beruht darauf, daß Frequenzmessungen mit großer Genauigkeit durchgeführt werden können. Ähnliche Überlegungen werden zur Realisierung eines Stromnormals angestellt. Entsprechendes gilt für ein Normal des elektrischen Widerstandes, wobei der Quanten-Hall-Effekt ausgenutzt wird.

Schließlich wird erwohnen, Josephson-Kontakte auch in Computern einzusetzen. Da die Strom-Spannungs-Kennlinie der Josephson-Kontakte ein bistabiles Verhalten besitzt, können diese Kontakte als Gedächtniseinheiten benutzt werden. Mit solchen Anordnungen wurden bereits Schaltzeiten von 10^{-11} bis 10^{-12} s erreicht, so daß diese Kontakte als extrem schnelle Schaltelemente für Großrechner in der nahen Zukunft durchaus eine realistische Möglichkeit darstellen. Die Verwendung mehrerer paralleler Kontakte dieser Art eröffnet die Möglichkeit, Schieberegister mit Transferzeiten von 10^{-11} s zu erreichen.

Abschließend soll nochmals hervorgehoben werden, daß sich die angesprochenen Einsatzmöglichkeiten supraleitender Materialien generell auf klassische Supraleiter beziehen, die grundsätzlich mit flüssigem Helium gekühlt werden müssen. Ein vergleichbarer Einsatz der neuen keramischen Hochtemperatursupraleiter scheidet vorerst noch daran, daß es sich bei diesen um äußerst spröde, inelastische, keramische Materialien handelt, die nur schwer zu bearbeiten sind. Künftige Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet werden vor allem die Optimierung der kritischen Parameter T_c , B_{c2} und j_c vorantreiben müssen. Am ehesten darf der erfolgreiche Einsatz der neuen Hochtemperatursupraleiter in naher Zukunft im meßtechnischen Bereich erwartet werden.

Zusammenfassend darf aus heutiger Sicht gesagt werden, daß die Erforschung der supraleitenden Keramiken mit Sicherheit durch ein zähes Ringen um Detailkenntnisse geprägt sein wird, daß insgesamt jedoch die noch vorhandenen Probleme lösbar erscheinen.

ELV



Prozessor-Frequenzzähler FZ 7001

Teil 1

Zur Erweiterung der Meßgerätepalette in der ELV-Serie 7000 haben wir einen mikroprozessorgesteuerten Frequenzzähler entwickelt, der sowohl hinsichtlich Bedienung als auch Meßbereichsumfang neue Maßstäbe setzt, so daß dieses anspruchsvolle Gerät auch über den privaten Nutzungsbereich hinaus im professionellen und industriellen Sektor vielfältigen Einsatz finden wird.

Allgemeines

Die hier vorgestellte Schaltung eines 1,3-GHz-Universalzählers reiht sich in die ELV-Serie 7000 ein, sowohl hinsichtlich des anspruchsvollen Designs als auch bezüglich des guten Preis-Leistungsverhältnisses. In der Tabelle 1 sind die herausragenden Merkmale zusammengefaßt, die auch verwöhntesten Ansprüchen gerecht werden. Besonders hervorzuheben sind die hohe Auflösung (so kann z. B. auch eine 50 Hz-Frequenz mit einer Auflösung von 9 Stellen gemessen werden), die Nutzungsmöglichkeit von 3 integrierten Vorverstärkern (2 x DC bis 100 MHz und 1 x 50 MHz bis 1,3 GHz) sowie die anwenderfreundliche, prozessorgesteuerte Bedienung. Darüber hinaus bietet der FZ 7001, ähnlich wie beim Digital-Multimeter DMM 7002, ebenfalls die Möglichkeit des Rechneranschlusses. Es können sowohl Daten vom FZ 7001 zum Rechner übermittelt als auch Steuerimpulse vom Rechner an den Frequenzzähler gegeben werden.

Durch ausgereifte Schaltungstechnik in Verbindung mit optimiertem Platinenlayout

wird eine hohe Nachbausicherheit erreicht.

Im vorliegenden ersten Teil dieses Artikels stellen wir Ihnen die Bedienung und grundsätzliche Funktion des FZ 7001 vor. Es folgen die Schaltungsbeschreibung und der Aufbau.

Bedienung und Funktion

Die Versorgung des prozessorgesteuerten Universalzählers FZ 7001 erfolgt aus dem 230 V Wechselspannungsnetz. Unmittelbar nach Einstecken des Eurostekers in die Netzsteckdose wird das Gerät mit Strom versorgt, wobei zunächst der stromsparende Stand-by-Modus gewählt wird. Nach außen hin wirkt das Gerät deaktiviert und auch die Anzeigen sind erloschen.

Durch Betätigen der links unten auf der Frontseite angeordneten Taste „Ein“ wird der FZ 7001 aktiviert. Unmittelbar danach wird ein kompletter Selbsttest durchgeführt. Hierbei leuchten sämtliche Segmente der Digital-Anzeige sowie alle Leuchtdioden für ca. 1 s zu Kontrollzwecken auf. Anschließend nimmt das Gerät automatisch den zuletzt gewählten Meßmodus wieder

auf, da sämtliche Einstellwerte gespeichert bleiben.

Bei der ersten Inbetriebnahme bzw. nach unterbrochener Netzversorgung geht das Gerät in den Frequenzmeßbereich bei höchster Auflösung (auf dem Display erscheinen 9 Nullen). Als Eingang ist der Vorverstärker „A“ gewählt.

Funktionswahl (Meßart)

Mit den beiden Tastern „Funktion“ (unterhalb der niederwertigsten Stelle des Displays angeordnet) können folgende Gerätefunktionen des FZ 7001 (Meßarten) gewählt werden:

1. Frequenzmessung
2. Periodendauermessung
3. Ereigniszählung
4. Positiv-Impulsmessung
5. Negativ-Impulsmessung
6. Frequenzverhältnismessung (A : B)
7. Frequenzaddition (A + B)
8. Frequenzdifferenz (A - B)

Die jeweils gewählte Funktion wird auf dem rechts neben dem 9stelligen Display angeordneten LED-Feld mittels 9 Leucht-

dioden angezeigt. Zur Frequenzmessung wird der FZ 7001 mit den Tasten „Funktion“ in diese Meßart gebracht, so daß die obere LED „Hz“ aufleuchtet. Durch Betätigen der unteren Taste „Funktion“ wird das Leuchtdiodenband nach unten weitergeschaltet, während bei jeder Betätigung der oberen Taste die jeweils darüber liegende LED aufleuchtet.

In diesem Zusammenhang ist noch anzumerken, daß die Umschaltung von „Hz“ und „kHz“ sowie zwischen „µS“ und „pS“ automatisch erfolgt, je nach Höhe der Eingangsfrequenz bzw. Länge der zu messenden Perioden. Bei der Anwahl der Funktionen leuchtet daher ohne Eingangssignal zunächst die LED „Hz“ bzw. „pS“ auf.

Auflösung (Meßgenauigkeit)

Der Universalzähler FZ 7001 bietet mit seinem 9stelligen Display eine entsprechend hohe Auflösung, die in vielen Anwendungsfällen nicht genutzt wird und manchmal sogar stören könnte. Aus diesem Grunde besteht die Möglichkeit, die Auflösung, d. h. die Anzahl der angezeigten Digitalstellen den individuellen Erfordernissen anzupassen.

Bei jeder Betätigung der unteren Taste „Auflösung“ wird von links beginnend das im Grundzustand aus 9 Nullen bestehende Anzeigenfeld um eine Stelle reduziert. Durch Betätigen der darüber angeordneten Taste wird jeweils links ansetzend eine „0“ hinzugefügt. Auf diese Weise kann die Auflösung zwischen 1 und 9 Stellen frei definiert werden.

Wird z. B. eine Auflösung von 3 Stellen gewählt, erscheint bei einer Frequenz von 999 Hz auf der Anzeige „999“ und die LED „Hz“ leuchtet auf. Nimmt die Frequenz um 1 Hz, d. h. auf 1 kHz zu, wechselt das Display zur Anzeige „1.00“ bei gleichzeitigem Aufleuchten der LED „kHz“. Diese 3stellige Anzeige bleibt erhalten bishin zu „999 kHz“. Ab 1 MHz muß zwangsläufig eine Stelle hinzugenommen werden, um diese hohe Frequenz darzustellen, entsprechend „1000 kHz“. Da jedoch nur 3 Stellen gewünscht werden, ist die nun 4stellige Anzeige so aufgebaut, daß nur die 3 höherwertigsten Stellen aussagefähig sind und die 4. Stelle permanent als „0“ ausgegeben wird. Bei einer gewählten 3stelligen Auflösung und einer Eingangsfrequenz von 11,11111 MHz würde auf der Anzeige der Wert „11100 kHz“ erscheinen (11,1 MHz entsprechen „11100 kHz“). Wird hingegen die Auflösung höher gewählt, werden die entsprechenden Nullen durch die aktuellen Ziffernwerte ersetzt. Unterschreitet die Anzeige 1 Hz, wird eine führende 0 eingeblendet, d. h. bei 0,999 Hz zeigt das Display „0,999 Hz“ bezogen auf eine gewählte 3stellige Auflösung. Wird die Auflösung auf 6 Stellen erhöht, zeigt das Dis-

Tabelle 1

- 9stellige Digital-Anzeige mit helleuchtender 13 mm 7-Segment-Anzeige
- Volle Anzeige-Auflösung auch bei niedrigen Frequenzen
- Umfangreiche Meßmöglichkeiten
 - Frequenzen
 - Periodendauer
 - Ereigniszählung
 - Positiv-Impuls
 - Negativ-Impuls
 - Frequenzverhältnis (A : B)
 - Frequenzaddition (A + B)
 - Frequenzdifferenz (A - B)
 - Addition zu einem voreingestellten Wert
 - Differenzbildung zu einem voreingestellten Wert
- 3 hochwertige Vorverstärker
 - a) 2 x DC (0 Hz) bis 100 MHz (!)
 - b) 1 x 50 MHz bis 1,3 GHz
- Hohe Eingangsempfindlichkeit der Vorverstärker von typ. 20 mV_{eff}
- Schnelle, vorwählbare Meßfolgefrequenz bis zu 100 Messungen pro Sekunde
- Schaltausgang (potentialfrei über Relais) mit zwei programmierbaren Schaltschwellen (getrennt für Ein- und Ausschaltwert)
- Rechneranschlußmöglichkeit über V 24 (B)-Schnittstelle
- Anwenderfreundliche, einfache und übersichtliche prozessorgesteuerte Bedienung

play bei gleicher Eingangsfrequenz jetzt „0,999000 Hz“.

Ohne anliegendes Eingangssignal zeigt das Display sofort wieder rechtsbündig die Anzahl der Nullen entsprechend der gewählten Auflösung.

Meßfolgefrequenz

Einhergehend mit der Auflösung ändert sich die Meßfolgefrequenz.

Eine entsprechend hohe Eingangsfrequenz vorausgesetzt, werden bei Auflösungen von 1 bis 5 Stellen 100 Messungen pro Sekunde durchgeführt. Damit das Ergebnis auf dem Display gut ablesbar bleibt, ändert sich dieses allerdings nur 3 mal pro Sekunde. Die sichtbare Meßfolgefrequenz beträgt somit 3 Hz.

Über die Rechnerschnittstelle hingegen können bei einer eingestellten Baudrate von 9.600 bis zu 100 Meßwerte pro Sekunde an den angeschlossenen externen Rechner übertragen werden zur dortigen weiteren Auswertung.

Bei einer gewählten Auflösung von 6 Stellen sinkt die Meßfolgefrequenz auf 10 Hz ebenfalls bei einer Displayausgabe von 3 Hz.

Ab einer gewählten Auflösung von 7 Stellen werden vom FZ 7001 real 3 Messungen pro Sekunde vorgenommen bei gleichzeitiger Anzeige. Eine noch höhere Auflösung von 8 Stellen läßt nun die Meßzeit auf ca. 3 Sekunden ansteigen, während bei maximaler Auflösung von 9 Stellen ca. 30 Sekunden bis zur Ausgabe des Meßergeb-

nisses abzuwarten sind. Hierbei müssen allerdings auch vom FZ 7001 eine Milliarde Impulse in dieser Zeitspanne verarbeitet werden (10⁹!).

Vorverstärker-Anwahl

Insgesamt stehen für die verschiedenen Messungen 3 hochwertige Eingangsverstärker zur Verfügung. Diese befinden sich im rechten Drittel der Frontplatte des FZ 7001. 2 davon überstreichen den Frequenzbereich von DC bis 100 MHz. Bemerkenswert ist, daß die Verstärker tatsächlich eine Gleichspannungskopplung besitzen, die es ermöglicht, im Extremfall auch nur einen einzigen Impuls auszuwerten. Der dritte Vorverstärker überstreicht den Frequenzbereich von 50 MHz bis 1,3 GHz.

Links neben den 3 Verstärkereingängen, die über BNC-Buchsen ihre Eingangssignale zugeführt bekommen, ist ein Bedienfeld angeordnet. Der obere Bereich ist für den Vorverstärker „A“, der mittlere für „B“ und der untere für „C“ zuständig.

Durch Betätigung einer der 3 Tasten leuchtet die daneben angeordnete LED auf zur Signalisierung, daß der betreffende Vorverstärker aktiviert ist. Soll auf einen anderen Vorverstärker gewechselt werden, so wird die zugehörige Taste des betreffenden Vorverstärkers betätigt, und die zugehörige LED leuchtet auf bei gleichzeitigem Erlöschen der zuvor leuchtenden LED. Auf diese Weise kann jeweils einer der 3 vorhandenen Vorverstärker durch Tastendruck aktiviert werden.

Im Unterschied dazu sind für die Messung von Frequenzverhältnissen und Additionen/Differenzen 2 Vorverstärker einzuschalten. Dies geschieht wie folgt:

Mit den Tasten „Funktion“ wird die Meßart „Verh.“ (Verhältnis) oder „Addi“ (Addition und Subtraktion) angewählt (eine der beiden unteren Funktionen-LEDs leuchtet auf). Jetzt erwartet der FZ 7001 die Anwahl von 2 Vorverstärkern. Zunächst wird die Taste desjenigen Vorverstärkers betätigt, dessen Eingang mit der ersten Frequenz beaufschlagt wird, welche durch die zweite Frequenz zu teilen ist bzw. zu der die zweite Frequenz hinzuzuzählen oder von der die zweite Frequenz abzuziehen ist. Anschließend wird die Taste des anderen Vorverstärkers betätigt, dessen Eingang die zweite Frequenz zugeführt bekommt. Im einzelnen läuft die Programmierung nach folgender Formel ab:

1. Verhältnismessung

$$\text{Anzeige} = \frac{\text{MW 1}}{\text{MW 2}}$$

MW 1 = Meßwert des zuerst eingeschalteten Vorverstärkers

MW 2 = Meßwert des zuletzt eingeschalteten Vorverstärkers

2. Addition

$$\text{Anzeige} = \text{MW 1} + \text{MW 2}$$

3. Subtraktion

Anzeige = MW 1 - MW

Mit der +/- Taste kann in der Meßart „Addi“ die Polarität des Wertes des 2. Verstärkers vorgegeben werden („+“ oder „-“ LED leuchtet auf).

Unter dem Kapitel Betriebsbeispiele werden hierzu noch weitere Erläuterungen gegeben.

Voreinstellung/Programmierung

Als weiteres Feature bietet der FZ 7001 die Möglichkeit, einen vorwählbaren Zahlenwert entweder zur Meßfrequenz hinzuzuzählen oder davon zu subtrahieren. Dies ist besonders nützlich, um bei Messungen an Empfängern z. B. die Zwischenfrequenz herausrechnen zu können.

Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, daß die Programmierung nicht allein im Frequenzmeßbereich arbeitet, sondern auch für die weiteren Meßbereiche „Periodendauer, Ereignis, Positiv-Impuls und Negativ-Impuls“, jeweils unabhängig voneinander, ein zum Meßergebnis hinzuzuzählender Zahlenwert sowie ein weiterer vom Meßergebnis abzuziehender Zahlenwert erfaßt werden kann. Insgesamt sind somit 10 Zahlenwerte unabhängig voneinander programmierbar.

Hierzu wird der FZ 7001 zunächst in die gewünschte Meßart (z. B. Frequenzmessung in „Hz“) gebracht. Als nächstes wird die +/- Taste rechts neben dem Viererblock „Voreinstellung“ einmal betätigt. Es leuchtet die darüber angeordnete „+“ LED auf. Insgesamt können mit der +/- Taste 4 Zustände eingeschaltet werden, die vom Grundzustand ausgehend bei jeder Tastenbetätigung nacheinander wie folgt aufgerufen werden:

1. „+“ LED,
2. „-“ LED,
3. beide LEDs (für Schaltaufgaben),
4. Grundzustand...

Wurde bereits ein zu addierender Zahlenwert erfaßt, erscheint dieser sofort mit dem Aufleuchten der „+“ LED (nach Betätigung der +/- Taste) auf dem 9stelligen Digital-Display, ansonsten zeigt das Display 9 Nullen, die schwächer leuchten als üblich.

Wird innerhalb von 2 Sekunden keine Programmier Taste betätigt, kehrt das Display zur normalen Helligkeit zurück und zu jedem Meßwert wird nun der abgespeicherte Wert addiert (die „+“-LED leuchtet auf).

Zur Erfassung des zum Meßergebnis hinzuaddierenden Wertes muß innerhalb von 2 Sekunden nach Betätigen der +/- Taste der erste Schritt (Tastendruck) erfolgen. Hierzu geht man wie folgt vor:

Mit dem Vierertastenblock über dem Schriftzug „Voreinstellung“ wird der gewünschte Zahlenwert einprogrammiert, indem zunächst die linke Taste einmal

betätigt wird. Hierdurch leuchtet die ganz rechte Stelle des Displays (niederwertigstes Digit) nun heller auf. Mit jeder weiteren Betätigung der eben erwähnten Taste rückt das helleuchtende Digit um eine Stelle weiter nach links. Jede Betätigung der rechten Taste läßt das helleuchtende Digit wieder um eine Stelle nach rechts rücken. Hierdurch wird diejenige Dezimalstelle markiert, deren Wert gerade einprogrammiert werden soll.

Durch Betätigen der oberen und unteren Voreinstelltasten kann nun der Zahlenwert des helleuchtenden Digits herauf- bzw. heruntergezählt werden. Bei jeder Betätigung der oberen Taste erhöht sich der Zahlenwert um „1“ und bei jeder Betätigung der unteren Taste verringert sich der Wert entsprechend. Ist beginnend mit dem niederwertigsten Digit der Wert programmiert, so wird auf das nächste Digit umgeschaltet, und der nächste Wert wird eingegeben, bis zur gesamten gewünschten Zahlenfolge. Die Anzeige erfolgt hierbei zunächst in „Hz“ (in der Funktion Frequenzmessung) bzw. in „pS“ (in der Funktion Periodendauermessung). Bei sehr hohen Frequenzen bzw. sehr langen Periodendauern kann auf „kHz“ bzw. „µS“ wie folgt umgeschaltet werden:

Mit der rechten Voreinstelltaste wird das helleuchtende Digit ganz nach rechts verschoben, um dann noch einmal die betreffende Taste zu betätigen. Das ganze Display leuchtet nun gleichmäßig schwach. Mit der oberen bzw. unteren Taste kann jetzt zwischen „Hz“ und „kHz“ bzw. „pS“ und „µS“ (bei entsprechend angewählter Meßart) umgeschaltet werden und der vorgewählte Zahlenwert wird jetzt in dieser Einheit gewertet.

Ist z. B. der Wert „123456789 Hz“ erfaßt und wird eine Frequenz von 100,0 MHz gemessen, erscheint auf dem Display „223456789“ bei einer gewählten 9stelligen Auflösung. Auch in dieser Betriebsart können selbstverständlich andere Auflösungen gewählt werden, wobei lediglich die Erfassung des zu programmierenden Wertes immer 9stellig erfolgen muß. Die nicht benötigten Stellen zeigen „0“.

Die Programmierung ist abgeschlossen, wenn die linke Voreinstelltaste so oft betätigt wird, bis das helleuchtende Digit ganz links an der höherwertigsten Stelle erscheint und die betreffende Taste noch einmal betätigt wird. Hierdurch erfolgt die Abspeicherung der einprogrammierten Zahlenfolge und auf dem Display erscheint nun das aktuelle Meßergebnis unter Hinzuzählung des vorprogrammierten Wertes.

Um die Addition auszuschalten, ohne den einprogrammierten Wert zu löschen, ist die +/- Taste noch dreimal zu betätigen, bis beide darüber angeordnete LEDs erloschen sind.

Für die Programmierung eines vom Meß-

ergebnis abzuziehenden Wertes geht man in ähnlicher Weise wie vorstehend beschrieben vor. Hierzu wird vom Ruhezustand ausgehend die +/- Taste zweimal betätigt, bis die „-“ LED aufleuchtet (bei der ersten Tastenbetätigung leuchtet die „+“ LED, bei der zweiten die „-“ LED, bei der dritten beide und die vierte Tastenbetätigung läßt den Grundzustand wieder einnehmen).

Während die „-“ LED aufleuchtet, kann mit den 4 Voreinstelltasten die gewünschte Zahlenfolge eingegeben werden. Die Abspeicherung erfolgt ebenfalls, wie bereits beschrieben, indem das helleuchtende Programmierdigit mit der linken Voreinstelltaste nach links aus dem Display herausgeschoben wird.

Vom Meßergebnis wird jetzt der einprogrammierte Zahlenwert abgezogen, wobei keine negativen Vorzeichen angezeigt werden können. Als Ergebnis wird der Betrag der Differenz ausgegeben.

Um die Funktion zu verlassen, ohne die programmierte Zahlenfolge zu löschen, wird die +/- Taste zweimal betätigt, bis die beiden zugehörigen LEDs erloschen sind.

Erneutes Aufrufen dieser Betriebsart erfolgt, indem jeweils zunächst mit den Funktionstasten die Meßart „Addi“ angewählt wird, um anschließend mit der +/- Taste entweder den zu addierenden oder zu subtrahierenden Wert aufzurufen. Dieser wird für 2 Sekunden nach Betätigung der +/- Taste angezeigt, wobei das 9stellige Digitaldisplay zur Kennzeichnung dieses Zustandes schwächer leuchtet. Soll die Programmierung geändert werden, ist innerhalb von 2 Sekunden mit den Voreinstelltasten die Programmierung aufzunehmen. Sobald eine dieser 4 Tasten betätigt wurde, hat man bis zur nächsten Tastenbetätigung 20 Sekunden Zeit, bevor das System automatisch in den Grundzustand zurückwechselt.

Zur Abspeicherung eines geänderten Zahlenwertes muß, wie bereits erwähnt, das helleuchtende Programmierdigit mit der linken Voreinstelltaste aus dem Display nach links herausgeschoben werden. Andernfalls wird 20 Sekunden nach der letzten Tastenbetätigung der ursprünglich gespeicherte Wert beibehalten und das System verläßt den Programmiermodus.

Der Additions- bzw. Subtraktionsbetrieb wird 2 Sekunden nach Betätigung der +/- Taste aufgenommen, sofern keine weitere Taste innerhalb dieser Zeitspanne betätigt wurde („+“ oder „-“ LED leuchtet auf).

Single-Triggerung

In den Funktionen Frequenz-, Periodendauer- und Impulsmessung besteht die Möglichkeit, einzelne Perioden bzw. Impulse auszumessen.

Während z. B. in der Funktion Frequenzmessung über einen bestimmten Zeitraum

die Perioden aufsummiert werden, um anschließend daraus die Frequenzanzeige zu gewinnen, erfolgt durch Aktivierung der Single-Funktion die Berechnung der Frequenz ausschließlich aufgrund einer einzelnen Periode.

Der Vorteil dieser Meßart liegt darin, daß z. B. auch kleine Frequenzschwankungen erkannt werden können, und zwar durch den Vergleich mehrerer nacheinander durchgeführter Single-Messungen, deren Ergebnisse dann mehr oder weniger genau übereinstimmen. Mit steigender Eingangsfrequenz sinkt hierbei allerdings die Auflösung.

Zur Aktivierung wird zunächst in der bereits beschriebenen Weise mit den Tasten „Funktion“ die gewünschte Meßart (Frequenz, Periodendauer, Impuls) angewählt, um anschließend die Taste „Single“ (links neben den Tasten „Funktion“) zu betätigen. Im selben Moment leuchtet die darüber angeordnete LED „Trigger“ auf, zusammen mit der links oben auf der Frontplatte angeordneten LED „Tor“.

Sobald am Eingang des zu diesem Meßzweck eingeschalteten Vorverstärkers ein entsprechender Flankenwechsel detektiert wurde (die Schaltung triggert), erlischt die LED „Trigger“ zur Kennzeichnung, daß der Zählvorgang gerade läuft. Die LED „Tor“ bleibt weiterhin eingeschaltet. Nach Ablauf der auszumessenden Periode (bzw. Impuls) erlischt die LED „Tor“ und die LED „Trigger“ leuchtet wieder auf, zur Kennzeichnung, daß diese Funktion weiterhin aktiviert ist. Da die LED „Tor“ jedoch erloschen ist, erkennt man, daß der Meßvorgang bereits abgeschlossen ist und das Ergebnis auf der Anzeige abgelesen werden kann.

Um einen neuen Meßzyklus zu starten, wird die Taste „Reset“ (unterhalb der Taste „Single“) betätigt. Unmittelbar nach Loslassen dieser Taste startet der nächste Meßvorgang.

Durch nochmaliges Betätigen der Taste „Single“ wird diese Funktion wieder verlassen.

Der Schaltausgang

Eine weitere Besonderheit des FZ 7001 stellt der Schaltausgang dar. Ein potentialfreier Relaiskontakt kann vorprogrammiert in Abhängigkeit vom Meßergebnis ein- und ausgeschaltet werden. Der Relaiskontakt ist bis zu 40 V und 2 A belastbar.

Zur Vorbereitung der Schaltfunktion können hierzu in jede der 5 Meßarten „Frequenz, Periodendauer, Ereignis, Positiv-Impuls und Negativ-Impuls“ jeweils 2 Schaltschwellen (insgesamt 10 Zahlenwerte) eingegeben werden, die in identischer Weise programmierbar sind, wie in dem Kapitel „Voreinstellung/Programmierung“ bereits beschrieben wurde.

Zur Ausführung der Schaltaufgaben muß sich der FZ 7001 in der gewünschten Betriebsart (z. B. Frequenzmessung) befinden. Daß die erfaßten Zahlenfolgen jetzt nicht zu einem Meßwert zu addieren bzw. davon zu subtrahieren sind, sondern daß sie als Schaltschwellen dienen sollen, wird dem FZ 7001 dadurch mitgeteilt, daß vom Grundzustand ausgehend die +/- Taste dreimal hintereinander betätigt wird, so daß beide darüber angeordnete Kontroll-LEDs gemeinsam aufleuchten.

Die Schaltfunktion wird vom FZ 7001 wie folgt interpretiert und ausgeführt:

Überschreitet das Meßergebnis den Wert der unter „+“ abgespeicherten Zahlenfolge, zieht das Relais an. Darunter ist das Relais abgefallen. Unterschreitet das Meßergebnis den Absolutbetrag des Zahlenwertes der unter dem „-“ Speicherplatz abgelegt wurde, zieht das Relais ebenfalls an. Darüber ist es abgefallen.

Nachfolgendes Beispiel soll zur besseren Veranschaulichung beitragen.

Unter dem „+“ Speicherplatz sei der Zahlenwert „1000 Hz“ abgelegt in der Meßfunktion Frequenzmessung in „Hz“. Der unter dem „-“ Speicherplatz abgelegte Wert sei „950 Hz“.

Ohne Eingangssignal und eingeschalteten Vorverstärker „A“ erscheint auf der Anzeige das Ergebnis „0000 Hz“ bei einer gewählten Auflösung von 4 Stellen. Das Relais ist eingeschaltet, da der untere Wert unterschritten wurde. Wird jetzt ein Frequenzgenerator am Eingang des Vorverstärkers „A“ angelegt und die Frequenz langsam erhöht, so wird genau bei 950 Hz das Relais abfallen. Es bleibt ausgeschaltet bis zum Erreichen der Frequenz von 1000 Hz. Exakt bei 1001 Hz zieht das Relais wieder an.

Soll die umgekehrte Funktion gewählt werden (nur im Bereich von 950 Hz bis 1000 Hz soll das Relais angezogen sein), so wird als obere Schwelle 950 Hz einprogrammiert („+“ Speicherplatz) und als untere Schwelle 1000 Hz („-“ Speicherplatz). Oberhalb von 1000 Hz ist das Relais ausgeschaltet, darunter eingeschaltet, während außerdem gilt: Oberhalb von 950 Hz einschalten, darunter ausschalten. Dies bedeutet, daß von DC an aufwärts das Relais zunächst abgefallen ist, um bei 951 Hz anzuziehen und bei 1000 Hz wieder abzufallen.

Soll nur eine Schaltschwelle verwendet werden, so wird die jeweils nicht benutzte Schaltschwelle auf „00000000“ gesetzt. Dies ist für den FZ 7001 die Kennzeichnung zur Ignorierung dieser Schaltschwelle.

Zur Desaktivierung, ohne Löschung der einprogrammierten Zahlenfolge, wird die +/- Taste erneut betätigt und die darüber angeordneten Kontroll-LEDs erlöschen.

Immer wenn das Relais angezogen ist,

leuchtet die entsprechende Kontroll-LED „Relais Ein“ oberhalb des Vorverstärkers „A“.

Rechneranschluß

Auf der Geräterückseite besitzt der FZ 7001 eine V 24-Rechnerschnittstelle. Hierdurch besteht die Möglichkeit, die Meßergebnisse des FZ 7001 an jeden handelsüblichen Rechner mit Standard V 24-Schnittstelle zu übermitteln. Über Codierbrücken sind verschiedene Baudraten einstellbar.

Außerdem besteht die Möglichkeit, den FZ 7001 mit einer busfähigen V 24 B-Schnittstelle zu betreiben, wie sie von ELV konzipiert wurde. Diese Schnittstellenmodifikation bietet den Vorteil an einer Rechnerschnittstelle mehrere Geräte mit V 24 B-Schnittstelle parallel betreiben zu können, wobei am steuernden Rechner nur ein Schnittstellensteckplatz hierfür erforderlich ist.

Die V 24 B-Schnittstelle ist in einem ausführlichen Artikel im ELV journal 4/89 beschrieben. Unabhängig davon kann, wie bereits erwähnt, der FZ 7001 auch an jeder Standard V 24-Schnittstelle betrieben werden, und zwar ohne Hardwareänderung.

Neben der Übergabe der Meßdaten vom FZ 7001 zum externen Rechner kann dieser Steuerkommandos an den FZ 7001 liefern, um die Einstellwerte, die sonst über die Tastatur erfaßt werden vorzugeben. In diesen Fällen und während der Datenübertragung leuchtet die links auf der Frontplatte angeordnete LED „Remote“ auf.

Eine manuelle Eingabe ist in diesem Zeitraum nicht möglich, um ein irrtümliches Verändern der eingestellten Parameter zu vermeiden. Durch den entsprechenden Befehl vom Rechner oder 2malige Betätigung der Taste „Ein“ kann diese Funktion jederzeit aufgehoben werden.

Zur einfachen Bedienung des FZ 7001 durch einen externen Rechner ist eine entsprechende Software für IBM PCs und kompatible Rechner auf Diskette verfügbar.

Überlaufanzeige

Links oben auf der Frontplatte ist die LED „Over“ angeordnet. Diese LED leuchtet auf, wenn der Zählerstand übergelaufen und das Anzeigeergebnis somit nicht mehr brauchbar ist.

Tor-Anzeige

Ebenfalls auf der linken Frontplattenseite ist eine weitere Kontroll-LED mit der Bezeichnung „Tor“ angeordnet. Immer dann wenn der eigentliche Auswertevorgang (Zählvorgang) abläuft, leuchtet zu Kontrollzwecken die LED „Tor“.

Ein/Ausschalten

Soll das Gerät ausgeschaltet werden, ohne die Löschung abgespeicherter Werte vor-

zunehmen, wird die links unten auf der Frontplatte angeordnete Taste „Ein“ betätigt und das Gerät nimmt den stromsparenden Stand-by-Modus ein. Alle Leuchtdioden sind hierbei erloschen und es werden lediglich die notwendigsten internen Funktionen aufrecht erhalten.

Eine erneute Betätigung dieser Taste versetzt das Gerät in den zuletzt eingenommenen Betriebszustand und es kann unmittelbar weiter gearbeitet werden. Um das Gerät vollständig stromlos zu machen, wird der Netzstecker gezogen. In diesem Fall werden allerdings auch sämtliche Geräteeinstellungen und Speicherwerte gelöscht. Nach dem ersten Einschalten erfolgt dann ein sogenannter „Kaltstart“ mit Selbsttest, wie dies auch eingangs bereits beschrieben wurde.

Betriebsbeispiele

Nachdem wir uns mit der grundsätzlichen Bedienung und Funktion des prozessorgesteuerten Universalzählers FZ 7001 befaßt haben, wollen wir nachfolgend die einzelnen zum Teil recht komplexen Meßmöglichkeiten weiter ausführen und anhand einiger Beispiele näher erläutern. So kann das umfangreiche Leistungsspektrum, dieses professionellen Anforderungen gerecht werdenden Frequenzzählers, besser und schneller genutzt werden.

Frequenzmessung

Mit der Taste „Funktion“ wird auf dem aus 9 LEDs bestehenden Meßart-Display die Funktion „Frequenzmessung“ angewählt, und die oberste LED „Hz“ leuchtet auf.

Über die Tasten „Auflösung“ kann die Anzahl der anzeigenden Stellen gewählt werden.

Als nächstes wird einer der 3 Vorverstärker durch Betätigung der betreffenden Taste (A, B oder C) eingeschaltet. Günstig ist hierbei, daß alle 3 Vorverstärker sowohl einzeln als auch gleichzeitig mit Signalen beaufschlagt werden können und nur durch Betätigung einer Taste der gewünschte Eingang freigegeben und das Meßergebnis zur Anzeige gebracht wird.

Die +/- LEDs als auch die Trigger-LED sind in der Grundbetriebsart der Frequenzmessung ausgeschaltet.

Soll zum Meßergebnis eine bestimmte Zahlenfolge hinzuaddiert werden, ist die +/- Taste einmal zu betätigen und die „+“ LED leuchtet auf. Soll eine bestimmte Zahlenfolge vom Meßergebnis subtrahiert werden, ist die +/- Taste ein weiteres Mal zu betätigen, und die „-“ LED leuchtet. Für jeweils 2 Sekunden nach der betreffenden Tastenbetätigung erscheint auf dem in dieser Zeit schwächer leuchtenden Digital-Display der hinzuzuaddierende oder abziehende Zahlenwert. Unmittelbar darauf

kehrt das Gerät automatisch zur helleuchtenden Anzeigeform zurück, wobei jetzt der betreffende Zahlenwert berücksichtigt wird. Durch 2 weitere Betätigungen der +/- Taste verlöschen die beiden LEDs, und diese Betriebsart ist abgeschaltet - normale Frequenzmessungen, ohne Berücksichtigung eines zusätzlichen Wertes werden ausgeführt.

Die Erfassung der betreffenden Zahlenfolgen ist unter dem Kapitel „Voreinstellung/Programmierung“ ausführlich beschrieben.

Eine Umschaltung zwischen „Hz“ und „kHz“ erfolgt automatisch, sofern der Meßwert dies erfordert. Wird z. B. bei einer gewählten Auflösung von 4 Stellen eine Frequenz von 900 Hz gemessen, erscheint auf dem Display „900,0 Hz“. Erhöht sich die Frequenz auf 1000 Hz, zeigt das Display „1000 Hz“. Eine weitere Steigerung auf 10.000 Hz würde die Auflösungserhöhung auf 5 Stellen bedeuten, was laut vorgegebener 4stelliger Auflösung nicht gewünscht ist. In diesem Fall wechselt die Anzeige auf „10.00 kHz“.

Die 4stellige Anzeige wird beibehalten bis hin zu „9999 kHz“, entsprechend 9,999 MHz. Ab 10 MHz zeigt das Display „10.000 kHz“, entsprechend 10 MHz, wobei jetzt die Anzeige 5stellig erfolgt, obwohl nur 4 Stellen vorgegeben wurden. Dies ist deshalb notwendig, weil die Meßfrequenz entsprechend große Werte angenommen hat. Diejenigen Stellen, die über die gewählte Auflösung hinaus angezeigt werden, zeigen von der niederwertigsten Stelle beginnend jedoch permanent „0“ an, so daß auch jetzt nur die gewählte Stellenanzahl effektiv angezeigt wird (auf unser Beispiel bezogen zeigt die niederwertigste Stelle permanent „0“).

Periodendauermessung

Formelmäßig ist die Periodendauer definiert als Kehrwert der Frequenz (1/f).

Zur Messung der Periodendauer einer anliegenden Eingangsfrequenz wird mit den Tasten „Funktion“ die entsprechende Meßart gewählt und die LED „pS“ auf der aus 9 LEDs bestehenden Leuchtdiodenkette leuchtet auf.

Mit den Tasten „Auflösung“ kann hier wie auch in allen übrigen Meßarten die Anzahl der angezeigten Stellen festgelegt werden.

Mit den Vorverstärkerauswahltasten (A, B, C) wird einer der 3 Vorverstärker angewählt (z. B. Vorverstärker „A“, und die entsprechende LED leuchtet auf).

Beginnend mit einem Flankenwechsel von High nach Low werden jetzt so viele Perioden einer anliegenden Frequenz gemessen wie in den Zeitraum eines Meßzyklus hineinpassen. Bei sehr niedrigen Frequenzen, entsprechend sehr langen Perio-

dendauern, wird für eine Messung mindestens die Zeitspanne einer einzelnen Periode benötigt, d. h. die Meßfolgefrequenz sinkt ggf. auf Werte unterhalb der Meßfrequenz ab. Bei einer Eingangsfrequenz von 0,1 Hz entsprechend einer Periodendauer von 10 Sekunden wird für eine Messung eine Zeitspanne von 10 Sekunden bis 20 Sekunden benötigt, und zwar abhängig davon, zu welchem Zeitpunkt bezogen auf die Eingangsfrequenz das Meßsignal angelegt wurde.

Die längste mit dem FZ 7001 meßbare Periode liegt bei 1000 Sekunden mit einer Auflösung von einer Millionstel Sekunde.

Bei sehr langen Periodendauern wechselt die Anzeige automatisch auf die geringere Auflösung „µS“ und die entsprechende Kontroll-LED rechts neben dem 9stelligen Digitaldisplay leuchtet auf.

Ereigniszählung

Zur fortlaufenden Impulszählung ohne automatischen Reset dient die Meßart „Ereigniszählung“.

Mit den Tasten „Funktion“ wird die entsprechende Meßart angewählt, so daß die LED „Ereig.“ (Ereigniszählung) aufleuchtet.

Die Auflösungsvorwahl ist hierbei nicht aktiviert und es werden so viele Stellen angezeigt, wie für die Darstellung der Impulszählung benötigt werden. Zum Startzeitpunkt, ohne Eingangssignal, leuchtet lediglich die niederwertigste Stelle (ganz rechts auf dem Digitaldisplay erscheint „0“).

Für die Einspeisung des Meßsignals kommen in dieser Betriebsart im allgemeinen nur die Vorverstärker „A“ und „B“ in Frage, da der Vorverstärker „C“ nur für Frequenzen ab 50 MHz eingesetzt werden sollte und ohne Eingangssignal bereits Eigenschwingungen auftreten.

Es wird also einer der beiden Vorverstärker durch Betätigung der entsprechenden Taste „A“ oder „B“ angewählt, und die zugehörige Kontroll-LED leuchtet auf. Im selben Moment beginnt die Ereigniszählung und je nach anliegender Frequenz läuft die Anzeige mehr oder weniger schnell hoch, bis der Zählvorgang gestoppt wird, z. B. durch Umschalten auf den zweiten Vorverstärker, an dem in diesem Fall kein Signal anliegen sollte.

Mit der Taste „Reset“ (rechts neben den Tasten „Funktion“) kann jederzeit ein Rücksetzen des Displays vorgenommen werden, wobei unmittelbar nach Loslassen der Taste der Zählvorgang erneut beginnt.

Impulsmessung

Mit den Tasten „Funktion“ wird auf die Meßart „Impulsmessung“ geschaltet, indem eine der beiden LEDs „+Imp.“ oder „-Imp.“ auf der aus 9 LEDs bestehenden Leuchtdiodenzeile aufleuchtet.

In der Funktion „+Imp.“ wird der positive Impuls, beginnend mit einer Flanke von Low nach High, gezählt und in der Funktion „-Imp.“ wird die Zeitdauer eines negativen Impulses, beginnend mit einem Flankenwechsel von High nach Low, ausgezählt. Auch hier richtet sich die Meßzeit zum einen nach der eingestellten Auflösung und zum anderen nach der Länge eines Impulses. Liegen in einem Meßzeitraum mehrere Impulse, so werden alle positiven oder negativen Anteile (je nach gewählter Funktion) berücksichtigt und auf die Länge eines Impulses zurückgerechnet. Bei sehr langen Impulsen verlängert sich auch die Meßzeit des FZ 7001 entsprechend.

In der bereits beschriebenen Weise wird auch bei der Impulsmessung ein Vorverstärker ausgewählt, wobei auch hier wie bei der Ereigniszählung im allgemeinen nur die Vorverstärker „A“ und „B“ in Frage kommen.

Da die Zeitdauer einer Impulslänge gemessen werden soll, erscheint zusätzlich auf dem Display die Einheit „pS“ (bei sehr kurzen Impulszeiten) oder „µS“. Die Umschaltung auf „µS“ erfolgt automatisch, sobald der Anzeigenumfang des Digitaldisplays dies erfordert.

Verhältnismessung

In dieser Betriebsart wird das Verhältnis von 2 Frequenzen zueinander gemessen. Im Unterschied zu den vorher beschriebenen Funktionen sind für die Messung von Frequenzverhältnissen 2 Vorverstärker einzuschalten.

Zunächst wird mit den Tasten „Funktion“ die Meßart „Verh.“ (Verhältnis) angewählt und die zweitunterste LED des Leuchtdiodenbandes signalisiert diese Funktion. Als nächstes erwartet der FZ 7001 die Ansprache von 2 Vorverstärkern. Zunächst wird die Taste desjenigen Vorverstärkers betätigt, dessen Eingang mit der ersten Frequenz beaufschlagt wird, welche durch die zweite Frequenz zu teilen ist. Danach wird die Taste des anderen Vorverstärkers betätigt, dessen Eingang die zweite Frequenz erhält, die als Divisor gewertet wird. Die Interpretation erfolgt nach der Formel:

$$\text{Anzeige} = \frac{\text{MW 1}}{\text{MW 2}}$$

MW 1 = Meßwert des zuerst eingeschalteten Vorverstärkers

MW 2 = Meßwert des zuletzt eingeschalteten Vorverstärkers

Hierzu nachfolgend ein kurzes Beispiel: Soll das Frequenzverhältnis zwischen der ersten Frequenz (1000 Hz) und der zweiten Frequenz (300 Hz) gemessen werden, wird die erste Frequenz an Vorverstärker „A“ und die zweite an Vorverstärker „B“ gelegt. Zuerst ist nun die Taste „A“ und

danach „B“ zu betätigen. Die entsprechenden Kontroll-LEDs leuchten auf. Voraussetzung für die Frequenz-Verhältnismessung ist, wie bereits erwähnt, das Anwählen der betreffenden Meßart „Verh.“ (die zweitunterste Funktionen-LED leuchtet auf). Auf der Anzeige erscheint jetzt der Wert „3.33“ bei einer gewählten Auflösung von 3 Stellen.

Wird bei gleicher Eingangsbelegung (1000 Hz an Vorverstärker „A“ und 300 Hz an Vorverstärker „B“) anschließend die Taste „A“ betätigt, wechselt die Anzeige auf „0.300“, da jetzt die letzte Tastenbetätigung dem Vorverstärker mit 1000 Hz am Eingang gilt und die vorletzte Tastenbetätigung demjenigen mit 300 Hz. Die Folge ist, daß jetzt der Faktor 300 durch 1000 dividiert wird und auf der Anzeige „0.300“ erscheint bei einer gewählten Auflösung von 3 Stellen.

Addition/Subtraktion

Der FZ 7001 bietet 2 grundlegend verschiedene Möglichkeiten der Addition bzw. der Subtraktion:

- 1) Betriebsart mit 2 Eingangsfrequenzen
- 2) Betriebsart mit 1 Eingangsfrequenz und einem festen vorprogrammierten Zahlenwert.

In der ersten Betriebsart werden 2 Eingangsfrequenzen miteinander verglichen. Hierzu ist das Einschalten von 2 Vorverstärkern erforderlich, die beide unabhängig voneinander eine Meßfrequenz zugeführt bekommen.

Bei der zweiten Betriebsart wird eine Frequenz gemessen und ein fester vorprogrammierter Zahlenwert wird hierzu addiert bzw. davon subtrahiert.

Nachfolgend sollen die beiden Betriebsarten in ihrer Bedienung näher erläutert werden:

1. Betriebsart mit 2 Eingangsfrequenzen: Mit den Tasten „Funktion“ wird zunächst die Meßart „Addi“ angewählt (untere LED leuchtet auf) und mit den Tasten „Auflösung“ wird die Anzahl der gewünschten Anzeigenstellen festgelegt.

Der FZ 7001 weiß durch die Anwahl der Meßart „Addi“, daß nun 2 Eingangsfrequenzen zu verarbeiten sind. Vom Anwender müssen daher 2 Vorverstärker ausgewählt werden. Zunächst wird die Taste desjenigen Vorverstärkers betätigt, dessen Eingang mit der ersten Frequenz beaufschlagt wird, zu der eine weitere Frequenz hinzuzuzählen ist, bzw. von der die zweite Frequenz abzuziehen ist. Danach wird die Taste des anderen Vorverstärkers betätigt, dessen Eingang die zweite Frequenz erhält, die zu addieren bzw. zu subtrahieren ist. Die Interpretation erfolgt nach der Formel:

$$\text{Anzeige} = \text{MW 1} + \text{MW 2}$$

oder

• Anzeige = MW 1 - MW 2

MW 1 = Meßwert des zuerst eingeschalteten Vorverstärkers

MW 2 = Meßwert des zuletzt eingeschalteten Vorverstärkers.

Gleichzeitig leuchtet die „+“ LED (oberhalb der +/- Taste) auf zur Kennzeichnung, daß beide Werte addiert werden. Durch einmalige Betätigung der +/- Taste erlischt die „+“ LED und die „-“ LED leuchtet auf. Jetzt wird die zweite Frequenz von der ersten Frequenz subtrahiert. Bei der nächsten Betätigung der +/- Taste leuchtet wieder die „+“ LED usw.

2. Betriebsart mit einer Meßfrequenz und einem festen vorprogrammierten Zahlenwert:

Ausgehend von einem Meßwert, der über einen der 3 Vorverstärker erfaßt wurde, kann hierzu ein fest vorprogrammierter Zahlenwert addiert bzw. davon subtrahiert werden. Für jede der Meßarten „Frequenz, Periodendauer, Ereignis, Positiv-Impuls und Negativ-Impuls“ können jeweils 2 Zahlenwerte, insgesamt also 10 Werte, unabhängig voneinander erfaßt werden. Zu jeder Meßart gehört somit ein zum Meßergebnis zu addierender sowie ein weiterer vom Meßergebnis zu subtrahierender Zahlenwert.

Zunächst wird der FZ 7001 in eine der 5 Meßarten (z. B. Frequenzmessung in „Hz“) gebracht. Anschließend wird die +/- Taste einmal betätigt und die darüber angeordnete „+“ LED leuchtet auf. Die Erfassung des zum Meßergebnis hinzuzuzählenden Wertes erfolgt wie in dem Kapitel „Voreinstellung/Programmierung“ bereits ausführlich beschrieben wurde. Als nächstes kann für dieselbe Meßart (hier: Frequenzmessung) durch nochmalige Betätigung der +/- Taste ein zweiter Zahlenwert erfaßt werden, der vom Meßergebnis abgezogen wird. Die Programmierung erfolgt in gleicher Weise.

Für die anderen eingangs beschriebenen Meßarten können ebenfalls je 2 Zahlenwerte erfaßt werden, die unabhängig voneinander im Speicher erhalten bleiben (solange die Netzversorgung nicht ausfällt).

Die auf diese Weise programmierten Zahlenwerte dienen in den betreffenden Meßarten u. a. auch zur Festlegung der Schaltschwellen für den Relaisausgang, sofern mit der +/- Taste durch 3malige Betätigung (vom Grundzustand ausgehend) beide Kontroll-LEDs („+“ und „-“ LED) aufleuchten. Eine weitere Tastenbetätigung läßt diese LEDs wieder erlöschen und der FZ 7001 befindet sich wieder im Grundbetriebszustand (Vorprogrammierung ist deaktiviert, ohne die gespeicherten Zahlenwerte jedoch zu löschen).

Im zweiten Teil dieses Artikels wird das Schaltbild des Prozessor-Frequenzzählers FZ 7001 vorgestellt, gefolgt von der ausführlichen Beschreibung des Nachbaus. **ELV**



Druck-Vakuum-Station DVS 7000

Mit Sauggriffel zur Reinigung von Videokameras und Fotoapparaten
Sowohl zum Absaugen als auch zur Erzeugung von Druckluft ist diese Station konzipiert. Hierdurch ergeben sich zahlreiche, zum Teil recht unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten.

Allgemeines

Im Bereich der Elektronik und auch darüber hinaus gibt es zahlreiche Beispiele für den Einsatz von Druckluft. Wohl ebenso häufig ist die Erzeugung von Vakuum bzw. Unterdrücken erforderlich. Sind größere Luftmengen zu transportieren, kommt der Einsatz von Kolbenkompressoren zum Tragen, wobei im industriellen Bereich bei sehr hohen Luftmengen Schraubenkompressoren Verwendung finden.

Vielfach reichen jedoch kleine Luftmengen im Laborbereich aus. Hierfür wurde die ELV Druck-Vakuum-Station DVS 7000 konzipiert. Die technischen Daten sind in einer separaten Tabelle zusammengefaßt.

Für die Anwendung als Vakuum-Station sei z. B. an den Einsatz in Verbindung mit Entlötgeräten erinnert. Gerade in jüngster Zeit durch die steigende Verbreitung zum Teil sehr hochwertiger Video-Camcorder, bieten sich weitere Einsatzmöglichkeiten als Präzisions-Staubsauger an. In Verbindung mit einem speziell gestalteten Sauggriffel können Camcorder, Videorecorder, Fotoapparate usw. sehr gezielt partiell gereinigt werden.

Wer schon einmal seinen Camcorder zu einem Strandurlaub mitgenommen hat, weiß um die Wichtigkeit der anschließenden sorgfältigen Reinigung, damit sein hochwertiges Gerät nicht vorzeitig altert.

Die zum Teil für diese Reinigungsarbeiten angebotenen Druckluftflaschen sollten tunlichst vom hochwertigen Fotogerät weit entfernt gehalten werden, um nicht die letzten feinen Sandkörner noch tiefer in Ritzen und Gehäuse zu blasen. Einzig das feine und partielle Absaugen bietet die Gewähr, sein Fotogerät auch wirklich gereinigt zu haben.

Der integrierte Filter mit Sichtfenster sorgt für den Schutz der Pumpe und zeigt dem Anwender gleichzeitig den Erfolg seiner Arbeit.

Im Gegensatz zur Erzeugung von Unterdruck bietet die DVS 7000 darüber hinaus die Möglichkeit zur Bereitstellung von Druckluft. Ausreichende Luftmengen stehen so für Kleinanlagen, Schaumfluxern o. ä. zur Verfügung. Auch können kleine Ballons aufgeblasen werden, wobei als Medium über den Ansaugstutzen außer Luft auch andere nicht brennbare Gase (z. B. Helium) zugeführt werden können.

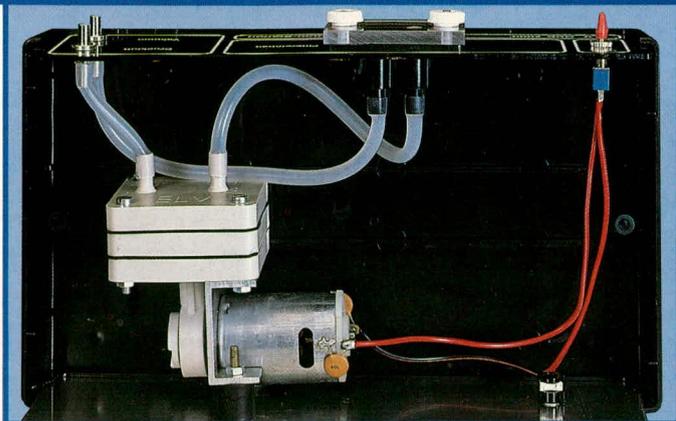
Alles in allem stellt die DVS 7000 eine universelle Station zur Förderung nicht brennbarer Gase dar.

Bedienung und Funktion

Die Versorgung der Druck-Vakuum-Station DVS 7000 erfolgt über ein 12 V/1 A-Steckernetzgerät, dessen 3,5 mm Klinckenstecker in die zugehörige Buchse auf der Geräterückseite eingesteckt wird.

Mit dem links auf der Gerätefrontseite angeordneten Kippschalter kann die Station ein- und ausgeschaltet werden.

In der Frontplattenmitte ist die Filtereinheit mit Sichtfenster angeordnet. Über die beiden Rändelmuttern kann die 5 mm starke Plexiglasscheibe gelöst und nach vorne hin abgezogen werden. In der linken zylinderförmigen Bohrung ist ein Spezialfilter eingesetzt für den Schutz der Pumpe. Die rechte zylinderförmige Bohrung ist frei und kann eine gewisse Menge Staub und kleine Schmutzpartikel aufnehmen. Rechtzeitig bevor sich diese Kammer füllt, ist die Abdeckscheibe zu lösen und die Filterkammer zu reinigen. Die Rändelmuttern selbst sind nur leicht anzuziehen, damit der große



Ansicht der fertig aufgebauten Druck-Vakuum-Station DVS 7000 von oben mit abgenommener Gehäusehalbschale.

Technische Daten: Druck-Vakuum-Station DVS 7000

Förderleistung: (Dauerbetrieb bei 12 V):	500 l/h
(Kurzzeitbetrieb max. 1 h bei 18 V):	1000 l/h
Fördermedium	Gase (z. B. Luft)
Druckleistung:	0,7 bar (typ. 1 bar)
Stromaufnahme (bei 12 V):	
Leerlauf:	0,5 A
bei max. Saugleistung:	0,8 A
bei max. Druckleistung:	1,0 A
Nennspannung:	12 V (Dauerbetrieb)
Betriebsspannungsbereich:	2 V-18 V
Lebensdauer (12 V):	1000 h (typ. 2500 h)
Gehäuseabmessungen (B x H x T)	260 x 75 x 150 mm
Gewicht:	ca. 800 g

O-Ring gut abdichtet, jedoch nicht vollkommen flach gedrückt wird (es muß ein kleiner Spalt zwischen Plexiglasabdeckscheibe und schwarzer Trägerplatte für den Lufttransport zwischen den beiden zylinderförmigen Kammern bestehen bleiben).

Ganz rechts auf der Frontplatte ist oben der Metall-Auslaßstutzen für die Druckluft und darunter der Metall-Einlaßstutzen für die Saugluft (Vakuum) plaziert. Der Außendurchmesser dieser Stutzen beträgt 5 mm und ist für Schlauch- Innendurchmesser von 4,0 bis 4,5 mm geeignet.

Für den Anschluß eines Sauggriffels empfiehlt sich die Verwendung von etwas festerem PVC-Schlauch zur Verbindung zwischen Sauggriffel und DVS 7000. Hierfür kann ohne weiteres eine Länge von 1 bis 2 m (ggf. auch mehr) gewählt werden.

Abschließend noch ein Hinweis zur Luftmengenregulierung:

Zahlreiche Steckernetzgeräte bieten die Möglichkeit der Spannungseinstellung in 1,5 V Schritten. Beim Einsatz als Miniatur-Staubsauger ist nicht allein der Unterdruck, sondern auch die Luftmenge von Bedeutung, so daß die Station mit 12 V betrieben werden sollte. In zahlreichen weiteren Anwendungsfällen kann es jedoch durchaus interessant sein, die Saug- oder Druckleistung zu drosseln. Die Spannungsversorgung kann dann ohne weiteres bis auf 2 V reduziert werden.

Zum Nachbau

Mit Elektronik hat die Druck-Vakuum-Station DVS 7000 nur insofern zu tun, als elektrische Energie zum Antrieb des Gleichstrommotors für die Membranpumpe verwendet wird. Ansonsten handelt es sich in erster Linie um eine mechanische Konstruktion.

Anhand der Abbildung der Innenansicht ist die Konstruktion im einzelnen zu erkennen. Die Membranpumpe wird über die beiden Gummipuffer mit der Gehäuserückwand verbunden. Hierzu dienen 2 Schrauben M 4 x 6 mm, die von der Gehäuserückseite aus durch die entsprechenden Bohrungen zu stecken und mit den Gummipuffern zu verschrauben sind. Die 3,5 mm Klinkenbuchse wird von der Rückplatteninnenseite aus eingesetzt und von außen mit der passenden Rändelmutter verschraubt.

Die Filtereinheit wird von der Gehäusefrontseite aus in die Frontplatte gesetzt und von innen mit 2 Schrauben M 4 x 15 mm festgezogen. In die linke zylinderförmige Bohrung ist ein Filtereinsatz zu setzen. Die kreisförmige Nut mit einem Durchmesser von ca. 30 mm nimmt den Dichtungs-O-Ring auf. Alsdann kann die 5 mm starke Plexiglasscheibe über die aus der Frontplatte herausragenden Schrauben gesetzt und mit den beiden Rändelmuttern vorsichtig festgezogen werden.

Auf der rechten Frontplattenseite sind

die beiden Metall-Stutzen angeordnet. Diese werden von außen durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt und auf der Frontplatteninnenseite mit je 1 Mutter M 5 fest verschraubt.

Als letztes Bauelement erfolgt die Montage des Kippschalters. Hierzu ist die vordere Rändelmutter abzunehmen, während die Sechskant-Mutter ungefähr in die Mitte des Kippschalterhalses gedreht wird. Dieser ist anschließend von der Frontplatteninnenseite aus in die entsprechende Bohrung zu setzen und auf der Frontseite mit der Rändelmutter festzuziehen.

Die elektrische Verdrahtung besteht aus 3 isolierten 1adrigen Leitungen mit einem Querschnitt von mindestens 0,4 mm². Eine Leitung führt direkt von der 3,5 mm Klinkenbuchse zum Gleichstrommotor. Der zweite Anschluß des Motors wird zum Mittelabgriff des Kippschalters geführt, dessen unterer Anschluß über eine dritte Leitung am anderen Pol der 3,5 mm Klinkenbuchse anzulöten ist.

Es folgt die Verlegung der Luftschläuche im Gehäuseinneren. Von dem mit „Aus“ bezeichneten Ausblasstutzen der Membranpumpe wird ein Schlauchabschnitt zum Druckluft-Ausblasstutzen auf der Frontplatte geführt. Hierzu wird der Schlauch über die Gewingänge auf der Frontplatteninnenseite des Ausblasstutzens geschoben. Ggf. ist der PVC-Schlauch mit heißem Wasser anzuwärmen, damit er sich leichter über die Stutzen ziehen läßt. Vom Vakuum-Ansaugstutzen in der Frontplatte wird ein zweiter Schlauchabschnitt zum rechten Stutzen der Filtereinheit gezogen, während vom linken Stutzen ein dritter Schlauchabschnitt zum Ansaugstutzen (mit „Ein“ bezeichnet) der Membranpumpe führt. Wichtig ist hierbei, daß sich auf keinen Fall Knicke in den Schläuchen ergeben.

Abschließend wird die Gehäuseoberhalb-schale aufgesetzt und von der Unterseite aus mit 2 Knipping-Schrauben festgezogen. Zur Erhöhung der Rutschfestigkeit des Gehäuses dienen 4 selbstklebende Gummifüße, die auf der Gehäuseunterseite anzubringen sind.

Auf den Zusammenbau der Membranpumpe sind wir im Verlauf dieses Artikels nicht im einzelnen eingegangen, da dieser Aufbau im ELV journal Nr. 37 auf den Seiten 22 und 23 ausführlich beschrieben wurde. Jedem Pumpenbausatz liegt selbstverständlich eine ausführliche Anleitung bei.

Je nach Anwendungsfall kann die DVS 7000 verschiedene Aufgaben übernehmen. Für den Einsatz als Miniatur-Staubsauger wird der separat lieferbare Sauggriffel über eine PVC-Schlauchleitung an den Vakuum-Ansaugstutzen angeschlossen. Jetzt können sehr gezielt Reinigungsarbeiten an Camcordern, Videorecordern und Fotoapparaten vorgenommen werden.



Zur Schaltung

In Abbildung 1 ist das Blockschaltbild des Prozessor-Digital-Multimeters DMM 7002 dargestellt. Hier finden wir auch die wesentlichen Systemkomponenten übersichtlich in Blockform.

Vom Eingangsspannungsteiler gelangt die Meßspannung entweder direkt oder über einen AC/DC-Wandler auf einen Meßverstärker zur Anpassung an den nachgeschalteten A/D-Wandler. Dieser stellt eine zentrale Baugruppe im DMM 7002 dar, die wesentlichen Einfluß auf die hohe Genauigkeit und Auflösung ausübt. Der über dem A/D-Wandler eingezeichnete Über-/Unterspannungsdetektor dient zur Erfassung von Schwellwerten sowohl zur Abschaltung bei Überlastungen als auch zur schnelleren automatischen Meßbereichsumschaltung.

Die entsprechend digitalisierten Informationen werden dem zentralen Mikroprozessorsystem mit der Ablauf-Steuerung zugeführt. Weitere Informationen erhält der Prozessor über das Bedienteil (Eingabetasten).

Daraufhin steuert der Prozessor sowohl das 8stellige Digital-Display (6 Zifferstellen sowie 2 alphanumerische Digits) als auch die verschiedenen Umschaltfunktionen. Darüber hinaus gibt der Prozessor die Informationen für die Parallel- und die Seriell-Schnittstelle aus.

Zum Abschluß der Blockschaltbildbetrachtung wenden wir uns nochmals kurz dem Eingang des DMM 7002 zu. Zwischen dem Eingangsteilerblock und dem AC/DC-Wandler ist eine Stromquelle eingezeichnet. Diese ist für die Widerstandsmessungen erforderlich und speist je nach gewähltem Meßbereich verschiedene Konstantströme in die Eingangsbuchsen ein. Je nach anliegendem Widerstand fällt nun eine proportionale Spannung daran ab, die zur Messung und Auswertung des Widerstandes dient.

Abbildung 2 zeigt das Teilschaltbild des komplexen Analogteiles des DMM 7002. Im einzelnen finden wir hier den Eingangsspannungsteiler mit der Relaisumschaltung, die Stromquelle für die Widerstandsmeßbereiche, den AC/DC-Wandler sowie den zentralen Baustein des A/D-Wandlers. Nachfolgend wollen wir auf die einzelnen Schaltungssegmente eingehen.

Der Meßbereichswahlschalter

Alle zu messenden Spannungen und Ströme werden mit Hilfe einer Präzisions-Spannungsteilerkette heruntergeteilt, so daß sie sich in einem Bereich von ± 300 mV bewegen.

Eine zu messende Eingangsspannung wird an die Buchsen „V/Ohm“ (ST 206) und „Masse“ (ST 209) gelegt. Im Spannungsbereich



Prozessor-Digital-Multimeter DMM 7002

4 3/4stelliges mikroprozessorgesteuertes Digital-Multimeter mit V 24-Schnittstelle und Druckeranschluß.

Im zweiten Teil dieser Artikelserie stellen wir die ausführliche Beschreibung des komplexen Analogteils mit dem A/D-Wandler vor.

meßbereich ist RE 205 geschlossen und die komplette Widerstandskette, bestehend aus R 220 bis R 227 ist eingeschaltet. Je nach Höhe der Meßspannung wird nun einer der Relaiskontakte RE 206 bis RE 210 geschlossen, um im DC-Bereich über RE 203 und die Vorwiderstände R 201 bis R 203

auf den Meßverstärker IC 221 zu gelangen. Im AC-Bereich ist RE 203 eingeschaltet, d. h. der AC/DC-Wandler ist zwischen geschaltet. Hierauf gehen wir im weiteren Verlauf der Schaltungsbeschreibung noch näher ein.

Ein zu messender Strom bis 3 A wird

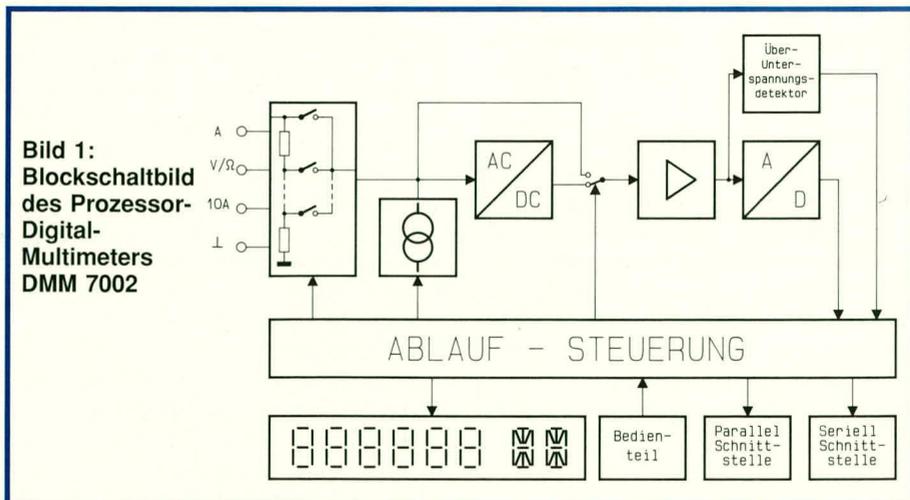


Bild 1: Blockschaltbild des Prozessor-Digital-Multimeters DMM 7002

über ST 207 der Sicherung SI 201 und dem Relais RE 223 der Spannungsteilerkette zugeführt. Je nach zu messendem Eingangsstrom ist eines der Relais RE 212 bis RE 216 eingeschaltet. Der Strom fließt nun über die entsprechenden Shunt-Widerstände nach Masse ab (ST 209). Gleichzeitig ist RE 209 geschlossen, um den zum Stromfluß proportionalen Spannungsabfall zum Meßverstärker weiterzuleiten. Bei AC-Messungen ist RE 203 ein- und bei DC-Messungen abgeschaltet.

Ströme oberhalb von 3 A werden an der 20 A-Buchse (ST 208) eingespeist und über

R 228 und RE 211 weitergeschaltet. Der entsprechend belastbare Stromshunt von $0,012 \Omega$ ist hierbei direkt an die Eingangsbuchsen gelötet, um unnötige zusätzliche Spannungsabfälle zu vermeiden. Der von vornherein etwas zu hoch gewählte Widerstand (ca. $12 m\Omega$ anstatt $10 m\Omega$) wird dadurch ausgeglichen, daß der proportionale Spannungsabfall mit R 228 zu korrigieren ist.

Wegen der hohen Überspannungs-Absicherung in Verbindung mit den großen Genauigkeitsanforderungen sind für alle Schaltkontakte Leistungsrelais mit entsprechen-

der Spannungsfestigkeit und niedrigem Innenwiderstand eingesetzt.

Die Spannungsmessung

Wesentlicher Teil der Spannungsmessung ist der vorstehend bereits beschriebene Eingangsspannungsteiler. Hiermit werden unterschiedliche Eingangsspannungen in einen Bereich von $\pm 300 mV$ gebracht. Diese Spannung gelangt dann über R 201 bis R 203 zur Weiterverarbeitung auf den Eingang des Präzisions-Operationsverstärkers IC 221. R 201 bis R 203 stellen in Verbindung mit den schnellen Schutzdioden

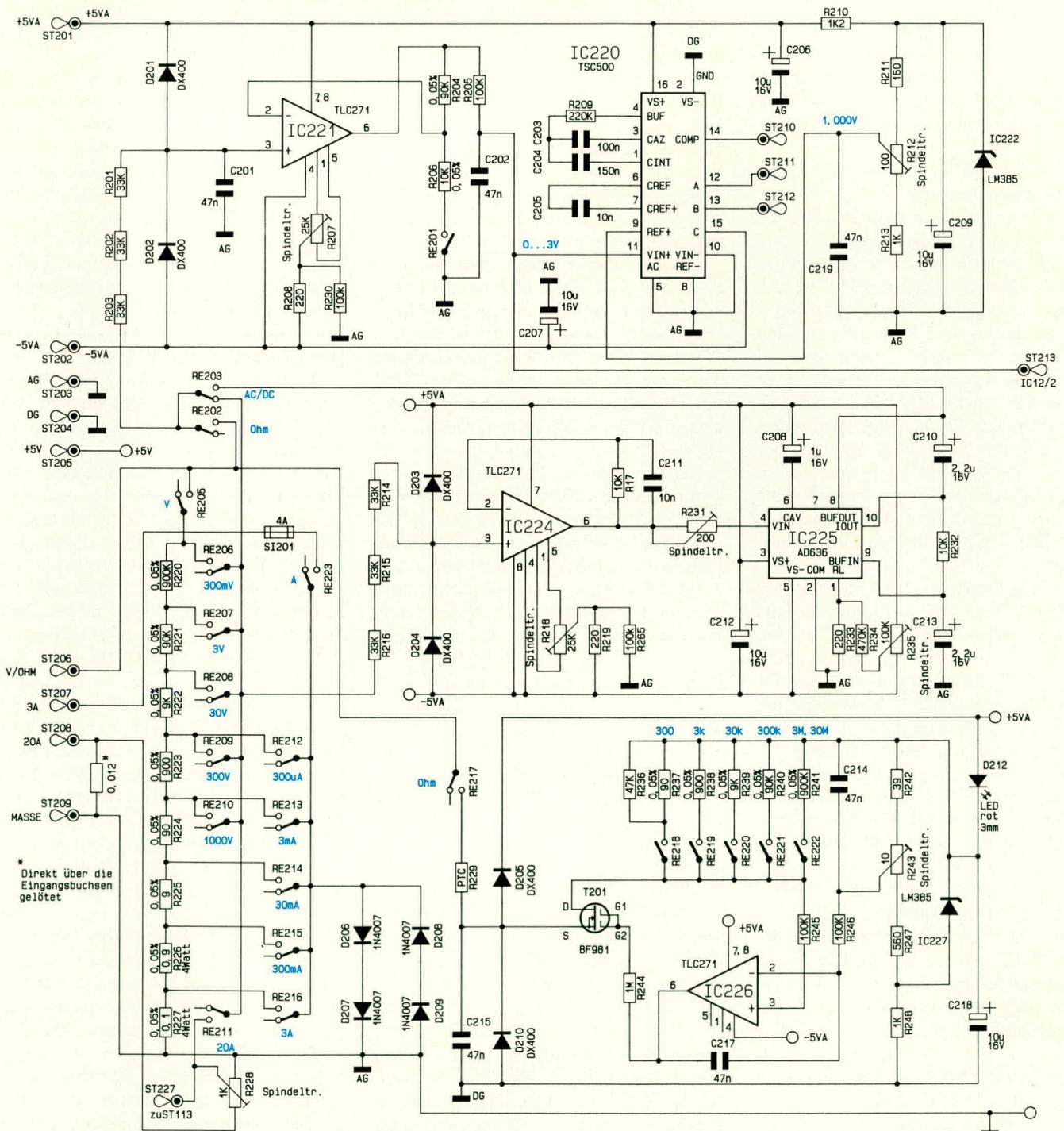


Bild 2: Teilschaltbild des Analogteils des Prozessor-Digital Multimeters DMM 7002

den D 201, 202 den Eingangs-Überlastschutz dar. Um eine ausreichende Spannungsfestigkeit sicherzustellen, wurden hier 3 einzelne Metallschichtwiderstände in Reihe geschaltet. C 201 dient in diesem Zusammenhang zur Filterung.

IC 221 ist in Verbindung mit R 204 und R 206 als Meßverstärker geschaltet mit einer Verstärkung von exakt „1“ bei geöffnetem Relaiskontakt RE 201 und „10“ bei geschlossenem Kontakt. Mit R 207 wird die Offset-Spannung kompensiert. Um einen ausreichend großen Einstellbereich zu erlangen, liegt der Schleifermittelpunkt über R 208 ca. 11 mV über der negativen Versorgungsspannung.

Der Ausgang des Meßverstärkers (Pin 6 des IC 221) wird über R 205 auf den Meßeingang (Pin 11) des A/D-Wandlers IC 220 des Typs TSC 500 gegeben. C 202 dient auch hier zur Filterung und Störunterdrückung.

Die Strommessung

Meßströme bis 3 A gelangen über die entsprechende Eingangsbuchse (ST 207) und die Überlastsicherung SI 201 (4 A) auf den Arbeitskontakt des Relais RE 223. Dieser ist nur während der Strommessungen in den Bereichen bis 3 A geschlossen. Zusätzlich ist je nach Strommeßbereich (300 μ A bis 3 A) einer der Arbeitskontakte von RE 212 bis RE 216 geschlossen. Durch den zum Stromfluß proportionalen Spannungsabfall an den Shunt-Widerständen (R 223 bis R 227) stellt sich ein Spannungsabfall zwischen 0 bis 300 mV ein, der in gleicher Weise weiterverarbeitet wird, wie dies bei Spannungsmessungen erfolgt.

Um eine Überlastung der Shunt-Widerstände R 223 bis R 227 zu vermeiden, sind zur Spannungs- und damit Leistungsbegrenzung die Schutzdioden D 206 bis D 209 des Typs 1N4007 vorgesehen. Eine Besonderheit stellt der 20 A-Meßbereich dar. Der Shunt-Widerstand für diesen Bereich besteht aus einem speziellen Widerstandsdraht, der unmittelbar an die beiden Anschlußbuchsen (20 A- und Massebuchse) gelötet wird. Der mit R 228 abzugleichende Spannungsabfall wird über RE 211 der Weiterverarbeitung zugeführt.

Die Widerstandsmessung

Für die 6 Widerstandsmeßbereiche von 0 bis 300 Ω bis hin zu 30 M Ω sind 5 hochpräzise Konstantströme von 0,1 μ A bis 1 mA erforderlich. Diese werden mit den Relaiskontakten RE 218 bis RE 222 umgeschaltet.

Mit dem IC 226 ist in Verbindung mit dem FET T 201 und Zusatzbeschaltung eine Präzisions-Konstantstromquelle aufgebaut.

Ausgehend von einer mit IC 227 des Typs LM385 erzeugten Referenzspannung wird

diese auf 90 mV heruntergeteilt (R 242, 243, 247) und über R 246 auf den invertierenden (-) Eingang (Pin 2) des IC 226 gegeben. Dieses IC des Typs TLC 271 vergleicht die Referenzspannung mit dem Spannungsabfall an einem der Referenzwiderstände R 237 bis R 241 und regelt den Ausgang (Pin 6) so ein, daß an dem jeweils eingeschalteten Referenzwiderstand ebenfalls ein Spannungsabfall von 90 mV ansteht. Bedingt durch diesen Spannungsabfall wird ein entsprechender Konstantstrom eingepreßt, der über T 201, R 229 sowie RE 217 an den Eingangsbuchsen (ST 206, 209) zur Verfügung steht.

D 205 und D 210 dienen in Verbindung mit dem PTC-Widerstand R 229 dem Schutz der Schaltung vor Überspannungen. Auch ein versehentliches Anlegen der 230 V-Netzwechselspannung im Ohm-Bereich kann dem DMM 7002 keinen Schaden zufügen. Im Normalfall weist R 229 einen Innenwiderstand von ca. 2 k Ω auf, der sich ab einer bestimmten Strombelastung schlagartig soweit erhöht, daß dadurch die Schaltung weitgehend geschützt ist.

Die am auszumessenden Widerstand (an den Buchsen ST 206, 209) abfallende Spannung ist aufgrund des eingepreßten Konstantstromes direkt proportional zum Widerstandswert. Zur Weiterverarbeitung dieser Meßspannung ist zusätzlich RE 202 geschlossen, und die Meßspannung gelangt über R 201 bis R 203 auf den Meßverstärker IC 221.

Eine Besonderheit stellt in diesem Zusammenhang der 30 M Ω -Bereich dar. Während in allen anderen Meßbereichen IC 221 eine 10fache Verstärkung vornimmt, wird diese auf den Faktor „1“ reduziert, da im 30 M Ω -Bereich durch einen entsprechenden Konstantstrom die Meßspannung nicht wie sonst üblich zwischen 0 und 300 mV liegt, sondern hier zwischen 0 und 3 V. Durch Öffnen des Relaiskontaktes RE 201 wird die Verstärkung des IC 221 auf „1“ heruntergeschaltet.

Der Meßgleichrichter

Bei Messungen von Wechsel- und Mischspannungen (Gleichspannungen mit Wechselspannungsanteil) kommt ein hochwertiger Meßgleichrichter zum Einsatz. Mit den ICs 224 und 225 mit Zusatzbeschaltung ist ein echter Effektivwert-Gleichrichter aufgebaut, dessen Eingang (Pin 3 des IC 224) über die Vorwiderstände R 214 bis R 216 direkt am Eingangsspannungsteiler angeschlossen ist (genau wie der Meßverstärker IC 221). D 203, 204 dienen in Verbindung mit den Vorwiderständen zum Schutz vor Überspannungen. Der Operationsverstärker IC 224 des Typs TLC 271 ist als Impedanzwandler geschaltet und speist über R 231 den integrierten AC/DC-Wandler des Typs AD 636 (IC 225). Dieser für die

echte Effektivwert-Gleichrichtung wesentliche Baustein ist nur mit wenigen zusätzlichen externen Bauelementen beschaltet. Eine am Eingang (Pin 4) anliegende Spannung mit nahezu beliebiger Kurvenform wird in eine äquivalente Ausgangsgleichspannung (Pin 8) umgesetzt, die dem echten Effektivwert der Eingangsspannung entspricht.

Die Spindeltrimmer R 218 und R 235 dienen zur Offset-Spannungskompensation (Nullpunkteinstellung), während R 231 zur Feineinstellung des Skalenfaktors dient. Der recht einfach durchzuführende genaue Abgleich wird im weiteren Verlauf des Artikels noch ausführlich beschrieben.

An dieser Stelle weisen wir darauf hin, daß der Meßgleichrichter sowohl für Wechselspannungs-, Mischspannungs- als auch Gleichspannungsmessungen geeignet ist. Um eine ruhige Anzeige zu gewährleisten und den Meßfehler klein zu halten, sollte die Frequenz der Wechselspannung bzw. eines eventuellen Wechselspannungsanteils mindestens 20 Hz betragen. Die volle Genauigkeit wird im Bereich von 40 Hz bis 10 kHz erreicht. Bei geringen Genauigkeitsabstrichen sind auch Messungen bis über 15 kHz möglich.

Der Analog/Digital-Wandler

Die in der bereits beschriebenen Weise aufbereitete Eingangs-Meßspannung steht mit einem Hub von ± 3 V am Ausgang (Pin 6) des IC 221 zur Verfügung und wird über R 205 auf den Eingang des A/D-Wandlers (Pin 11) gegeben.

Dieser hochpräzise A/D-Umsetzer arbeitet nach dem Dual-Slope- (2 Rampen) Integrationsverfahren. Eine genaue Referenzspannung von 1,000 V wird dem IC 220 an Pin 9 zugeführt. Diese Referenzspannung stellt das IC 222 in Verbindung mit R 211 bis R 213 sowie C 209 und C 219 bereit.

Im Wandlerbaustein des Typs TSC 500 sind alle wesentlichen aktiven Komponenten zur Analog/Digital-Wandlung enthalten, wobei die Ablaufsteuerung jedoch extern vorzunehmen ist. Hierzu werden dem IC 220 über die Eingänge A und B (Pin 12, 13) vom Prozessorsystem die entsprechenden Informationen zugeführt. Rückinformationen erhält der Prozessor über den COMP-Ausgang (Pin 14). Durch diesen Ausgang wird die Polarität des Eingangssignals sowie das Beenden der Deintegrationsphase signalisiert. Daraus gewinnt der Prozessor seine Digital-Information, die wiederum auf der anliegenden Meßspannung basiert.

Nach der ausführlichen Beschreibung des Analogteils folgt im 3. Teil dieses Artikels die Beschreibung des kompletten Digitalteils mit Prozessorsteuerung und Digital-Display. 

300 W HiFi-Stereo-Vollverstärker SV 300

Der SV 300 ist ein Vollverstärker mit 4 Eingängen, elektronischer Eingangs-Umschaltung, DC-gesteuerter Klangregelung sowie außerordentlich leistungsstarken Endstufen. Diese liefern eine Leistung von 2 x 150 W an 4 Ω , wobei auch Lautsprecher mit Impedanzen bis zu 16 Ω anschließbar sind.

Allgemeines

Audio-Geräte zum Selbstbau finden auch weiterhin großes Interesse in den Reihen engagierter Elektroniker, so daß wir uns entschlossen haben, einen weiteren Verstärker zu veröffentlichen, den wir als Vollverstärker mit integrierten Vorstufen und elektronischer Klangregelung konzipiert haben. Die Endstufen geben eine Spitzenleistung von zusammen 300 W an 4 Ω ab. Die Sinus-Dauerleistung liegt bei 2 x 100 W an 4 Ω . Soll diese Leistung permanent gefahren werden, ist auf ausreichende Belüftung zu achten. Ohne weiteres können auch Lautsprecher mit Impedanzen bis zu 16 Ω angeschlossen werden, allerdings mit entsprechend reduzierter Ausgangsleistung (2 x 75 W an 8 Ω bzw. 2 x 40 W an 16 Ω).

Anschluß und Bedienung

Die Versorgung des SV 300 erfolgt über einen 440 VA Netztransformator, der entweder eine 44 V Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung besitzt oder aber 2 getrennte 22 V Wicklungen, die in ihrem Mittelpunkt zusammengelegt sind. Die Strombelastbarkeit sollte bei 10 A liegen. Grundsätzlich ist es durchaus auch möglich, den SV 300 mit kleineren Spannungen zu versorgen (mind. 2 x 15 V), allerdings bei eingeschränkter Ausgangsleistung.

Auf der Geräterückseite finden wir die Buchsen zum Anschluß der externen Komponenten. Die Lautsprecher sind an die ganz außen angeordneten Buchsen zu legen. Des weiteren finden wir für den DIN-Eingang eine 5polige DIN-Buchse, für den Line-Eingang 2 Cinch-Buchsen, für den TAmagnet-Eingang mit RIAA-Entzerrung ebenfalls 2 Cinch-Buchsen und für den Mikrofon-Eingang wiederum eine DIN-Buchse.

Auf der Verstärker-Vorderseite befinden sich 4 Drehregler zur Einstellung von Lautstärke, Höhen, Bässen und Balance. Mit dem links daneben angeordneten Taster können die 4 Eingänge nacheinander durchgeschaltet werden, signalisiert durch

rote Leuchtdioden. Ganz rechts finden wir 2 weitere Leuchtdioden, die zu Kontrollzwecken dienen. Ist der Verstärker betriebsbereit, leuchtet die grüne LED (D 31) und im Störfall die links daneben angeordnete rote LED (D 30).

Zu Schutzzwecken besitzt der SV 300 umfangreiche Zusatzschaltungen. Im Kurzschlußfall oder bei sonstigen Überlastungen des Ausgangs wird eine komfortable SOA (Safe Operating Area)-Strombegrenzung aktiv, die in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung ihre Steuerkennlinie anpaßt.

Thermische Überlastungen der Endstufe werden von einer separaten Elektronik erkannt und führen zum Sperren des NF-Signalweges. Des weiteren besitzt der SV 300 eine Einschaltverzögerung mit integrierter DC-Überwachung. Im ausgeschalteten Zustand sind die Lautsprecher von den Endstufen getrennt. Nach dem Einschalten vergeht noch ca. 1 s bevor die Relais zur Verbindung von Lautsprechern und Endstufen einschalten. Die DC-Überwachung sorgt dafür, daß wiederum eine Trennung erfolgt, wenn unzulässige Gleichspannungen am Ausgang auftreten. Hierdurch werden die Lautsprecher auch im Störfall vor Schäden bewahrt.

Nachdem wir uns mit den wesentlichen Merkmalen des SV 300 befaßt haben, kommen wir nachfolgend zur Erläuterung der Schaltung.

Die Schaltung

In Abbildung 1 ist das Hauptschaltbild des SV 300 dargestellt. Im linken Teil finden wir die Eingangs-Verstärker, die für jeden Kanal zweimal vorhanden sind, in der Mitte das integrierte Klangregel-Netzwerk (IC 3) und rechts die ebenfalls zweifach vorhandenen leistungsfähigen Endstufen.

IC 2 A stellt mit seiner Zusatzbeschaltung einen Mikrofon-Vorverstärker dar, dessen Verstärkung mit R 4 auf die Mikrofonempfindlichkeit anzupassen ist. Der Ausgang (Pin 1) liegt an einem der 4 Eingänge des Eingangs-Wahlschalters IC 1 des Typs CD 4052.

Ein weiterer Eingang dieses ICs ist mit

dem IC 2 B verbunden. Mit entsprechender Zusatzbeschaltung wird hier eine RIAA-Entzerrung und Vorverstärkung vorgenommen, die für Eingangssignale von magnetischen Tonabnehmern konzipiert ist.

Die beiden restlichen Eingänge des IC 1 werden ohne Vorverstärkung nur über Widerstandsteiler mit dem Line-(BU 3) bzw. DIN-Eingang (BU 4) verbunden.

Die gleiche Konfiguration finden wir ein weiteres Mal für den zweiten Kanal des SV 300 (IC 2 C, D und BU 5, 6).

Je nach Ansteuerung des IC 1 durch das Zähler-IC 4 des Typs CD 4017 wird einer der 4 Eingangskanäle zum Ausgang durchgeschaltet. Die zugehörige LED (D 5, 6, 7, 8) leuchtet hierbei auf. Bei jeder Betätigung der Taste TA 1 schaltet IC 4 um eine Stufe weiter, und die nächste LED leuchtet. Im Einschaltmoment sind alle 4 LEDs erloschen, und IC 1 ist über Pin 6 (INH) gesperrt. Bei der ersten Betätigung von TA 1 leuchtet D 5, bei der zweiten D 6, bei der dritten D 7 und anschließend D 8. Eine weitere Betätigung führt wieder zum Sperren aller Eingänge, um anschließend mit D 5 fortzufahren.

Für den linken Kanal steht das jeweils durchgeschaltete NF-Signal an Pin 13 (IC 1) und für den rechten Kanal an Pin 3 zur Verfügung. Über C 25, 26 gelangt das Signal auf die Eingänge des Klangregelbausteins IC 3 des Typs TDA 1524 A. In diesem IC sind sämtliche aktiven Komponenten für einen Stereo-Vorverstärker/Klangregler integriert. Die Einstellung erfolgt über eine Gleichspannung für beide Stereo-Kanäle gleichzeitig. Mit R 40 wird die Lautstärke, mit R 41 der Hochton- und mit R 42 der Baß-Anteil verändert. R 43 ist für die Einstellung der Balance zuständig.

In diesem Zusammenhang soll gleich auf die thermische Überwachungsschaltung, aufgebaut mit IC 5 und Zusatzbeschaltung, eingegangen werden. D 40 bis D 43 dienen als Temperatursensoren, die unmittelbar in der Nähe der Endstufentransistoren angeordnet sind. Überschreitet deren Temperatur einen vorgegebenen Sicherheitswert, wechseln die Ausgänge Pin 1 oder Pin 7 des IC 5 von high nach low und der Steuerspannungsanschluß (Pin 1) des IC 3 wird

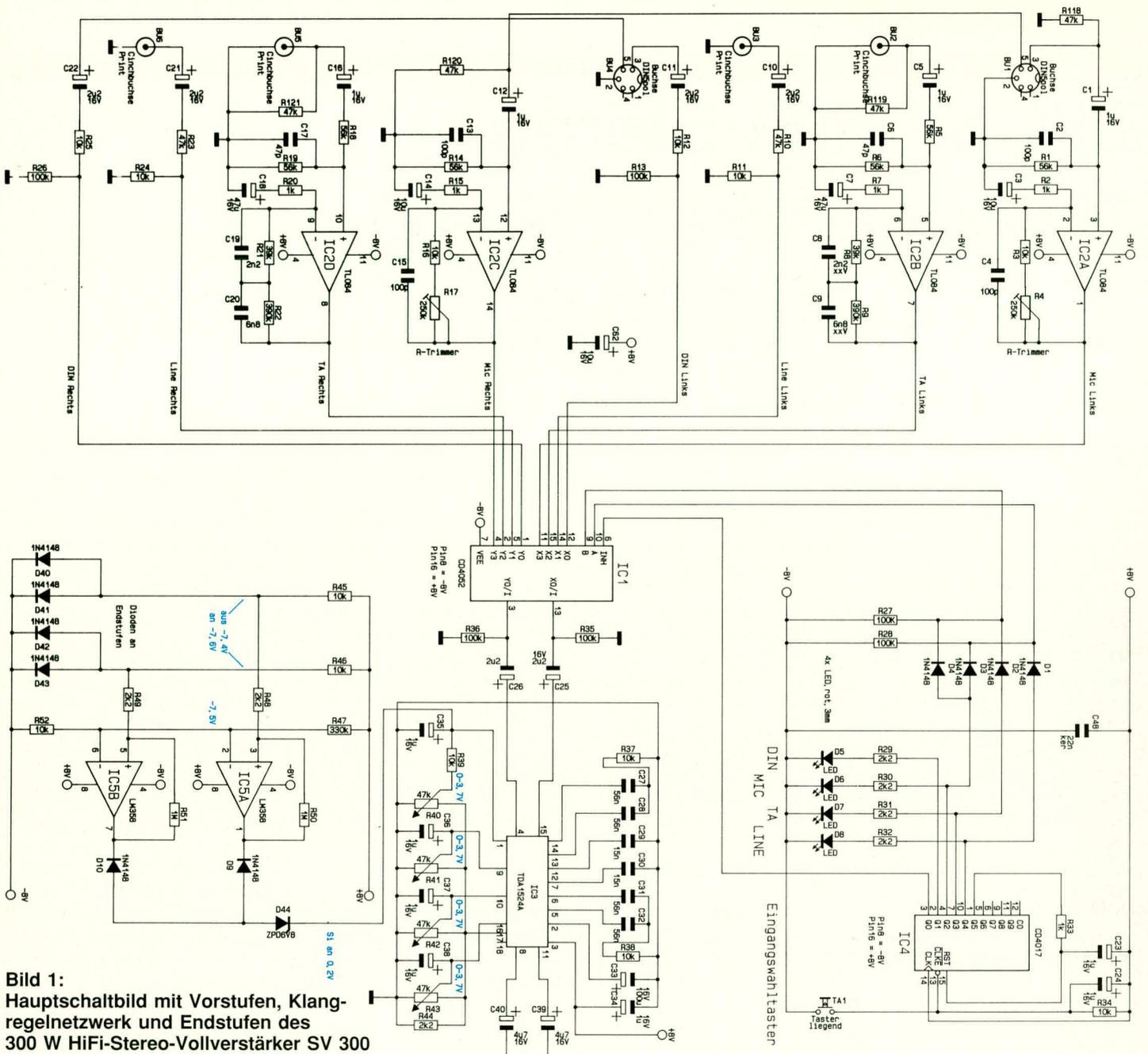
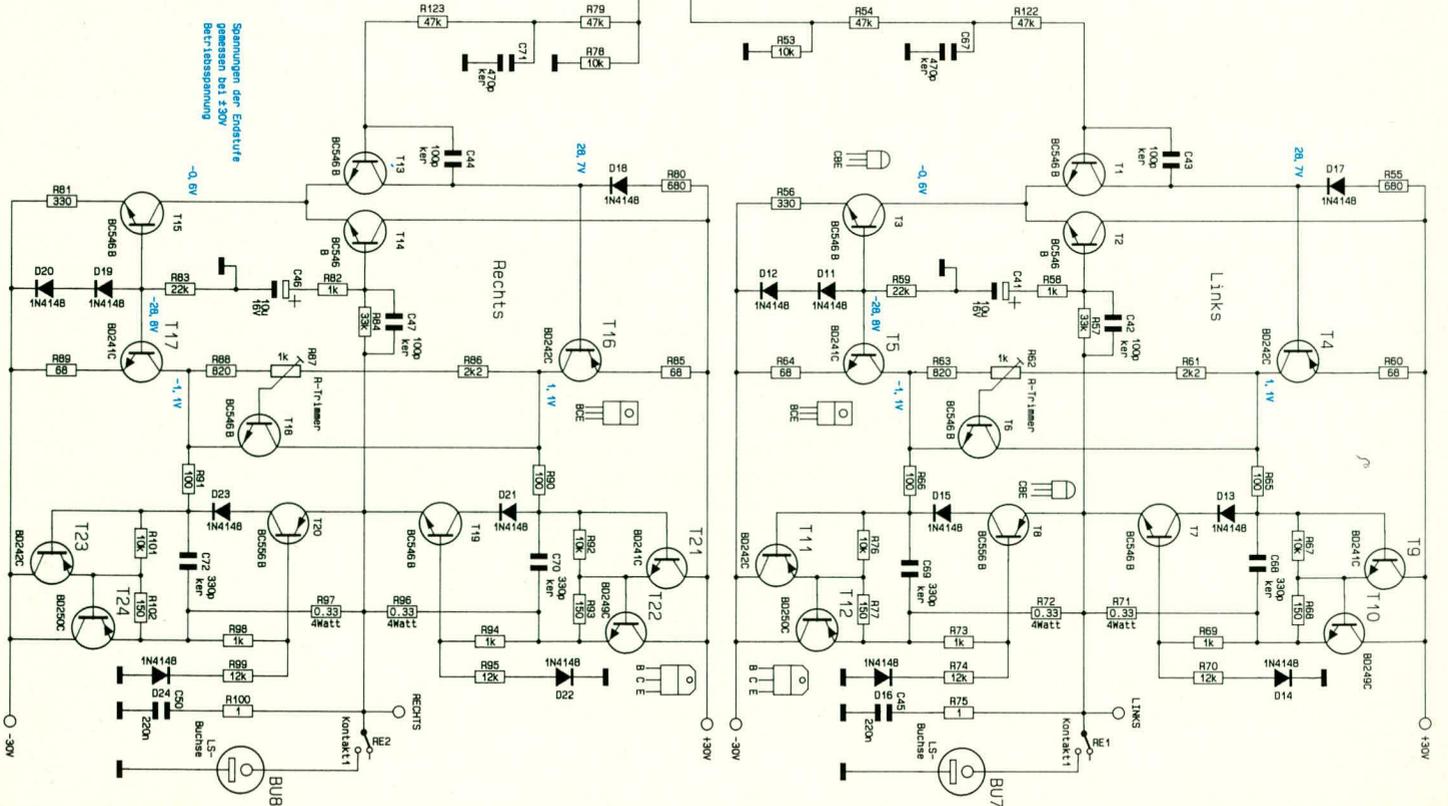


Bild 1:
 Hauptschaltbild mit Vorstufen, Klangregelnetzwerk und Endstufen des
 300 W HiFi-Stereo-Vollverstärker SV 300



*Spannungen der Endstufe
 gemessen bei 300V
 Betr. Lebensspannung*

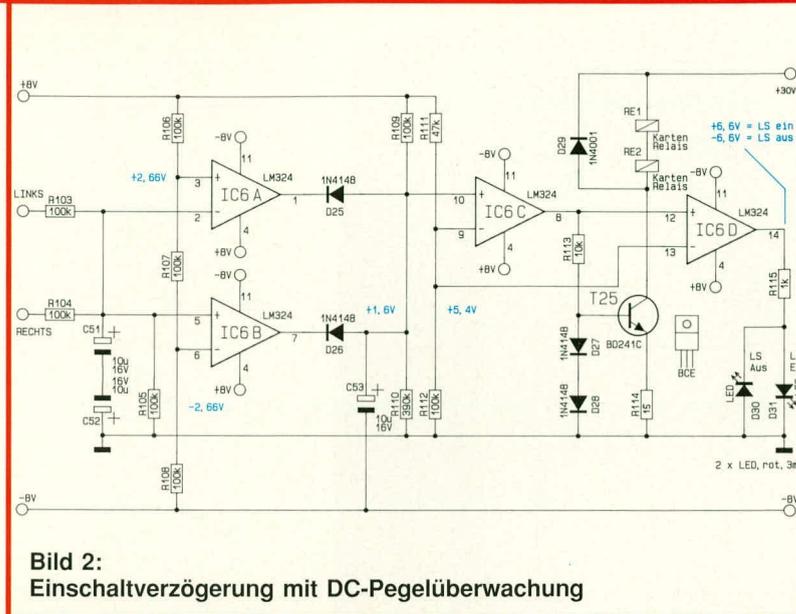


Bild 2:
Einschaltverzögerung mit DC-Pegelüberwachung

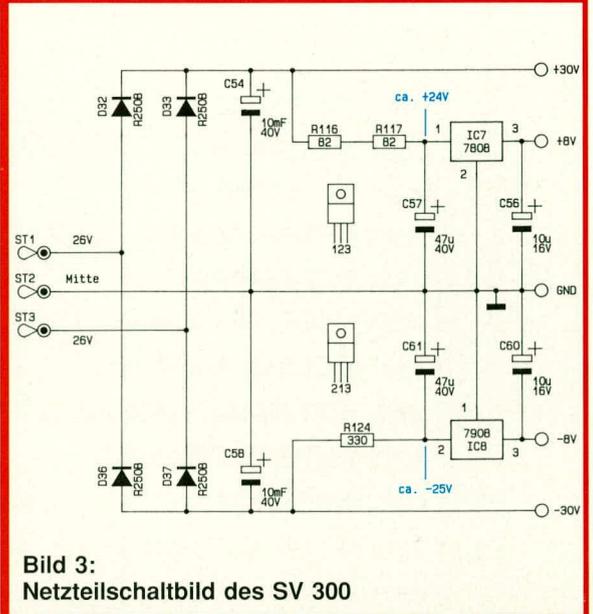


Bild 3:
Netzteil Schaltbild des SV 300

über D 44 nach Masse gezogen. Hierdurch erfolgt ein Sperren des NF-Signalweges. Ist die Endstufe hinreichend abgekühlt, gibt IC 5 den Signalweg automatisch wieder frei.

An den Ausgängen (Pin 8, 11) des IC 3 steht das in gewünschter Weise aufbereitete NF-Signal zur Verfügung und wird über C 39, 40 auf die Vorstufeneingänge der Leistungs-Endstufen gegeben.

Bei der Beschreibung dieser komfortablen Leistungs-Endstufen beschränken wir uns auf den linken Kanal, da der rechte Kanal in identischer Weise ausgeführt ist.

Über R 54 gelangt das NF-Signal auf die Basis von T 1, der in Verbindung mit T 2 einen stromgespeisten (über T 3) Differenzverstärker darstellt. Die Kombination R 54/C 67 bewirkt eine Filterung ab ca. 25 kHz. Am Kollektor von T 1 wird das Signal auf die Basis der spannungsgesteuerten Stromquelle T 4 gegeben. Diese Stromquelle wiederum arbeitet in Verbindung mit einer weiteren mit T 5 aufgebauten Konstantstromquelle.

Für die weitere Beschreibung denken wir uns zunächst T 6 kurzgeschlossen, d. h. R 65 und R 66 sind direkt mit dem Kollektor von T 4 verbunden. Das hier anstehende NF-Signal gelangt über R 65, 66 auf die Eingänge der Treiber-Transistoren T 9 und T 11, die ihrerseits wiederum als Emitterfolger die Leistungs-Endstufentransistoren T 10 und T 12 ansteuern. Eine positive Halbwelle bewirkt einen Stromfluß durch T 10 über R 71 in den Lautsprecher, während eine negative Halbwelle einen Stromfluß über T 12 und R 72 hervorruft.

Damit die Übernahmeverzerrungen bei kleinen Signalen möglichst gering gehalten werden, wurde T 6 mit dem Spannungsteiler T 61 bis R 63 eingebaut. Die an diesem Transistor abfallende Spannung wird mit R 62 so eingestellt, daß sich im Ruhezustand gerade ein kleiner Stromfluß einstellt, der eine nahezu lineare Übernahme-

kennlinie im Nullpunkt bewirkt. In der Praxis fallen über der Kollektor-Emitter-Strecke von T 6 ca. 2 V ab. Da sich dieser Transistor in direkter thermischer Kopplung mit den Endstufentransistoren befindet, werden hierdurch thermische Ruhestromverschiebungen in nahezu optimaler Weise ausgeglichen.

T 7 und T 8 bilden in Verbindung mit D 13 bis D 16 sowie R 69, 70 und R 73, 74 eine SOA-Strombegrenzung, die in Abhängigkeit von der Ausgangsspannung arbeitet. Bei kleinen Ausgangsspannungen werden üblicherweise auch nur geringe Ströme benötigt und erst bei der vollen Ausgangsspannung entsprechend größere Ströme. Im Kurzschlußfall begrenzen T 7, 8 den Ausgangsstrom auf Werte unterhalb 3 A, während bei voller Ausgangsamplitude ca. 8 A zulässig sind. Überschreitet z. B. der Spannungsabfall im Ruhezustand an R 71 ca. 0,7 V, wird diese Spannung an R 69 auf die Basis von T 7 gegeben, der daraufhin durchsteuert. Über D 13 erfolgt ein Sperren des Treibertransistors T 9 und damit des Endstufentransistors T 10. In gleicher Weise arbeitet T 8 bei negativen Halbwellen.

Abbildung 2 zeigt die Einschaltverzögerung mit DC-Pegelüberwachung. Unmittelbar nach Anlegen der Versorgungsspannung sind die Relais RE 1, 2 zunächst abgefallen, da C 53 entladen ist und somit der invertierende (-) Eingang (Pin 9) des IC 6 höheres Potential besitzt als Pin 10. C 53 lädt sich auf, und die Spannung an Pin 10 überschreitet das Potential an Pin 9. Der Ausgang des IC 6 C (Pin 8) wechselt von Low- auf High-Potential und die Stromquelle, bestehend aus T 25 mit Zusatzbeschaltung, wird über R 113 angesteuert - RE 1, 2 schalten ein und die Endstufen liegen an den Lautsprecherausgängen. IC 6 D steuert zu Signalzwecken die LEDs D 30, 31 an.

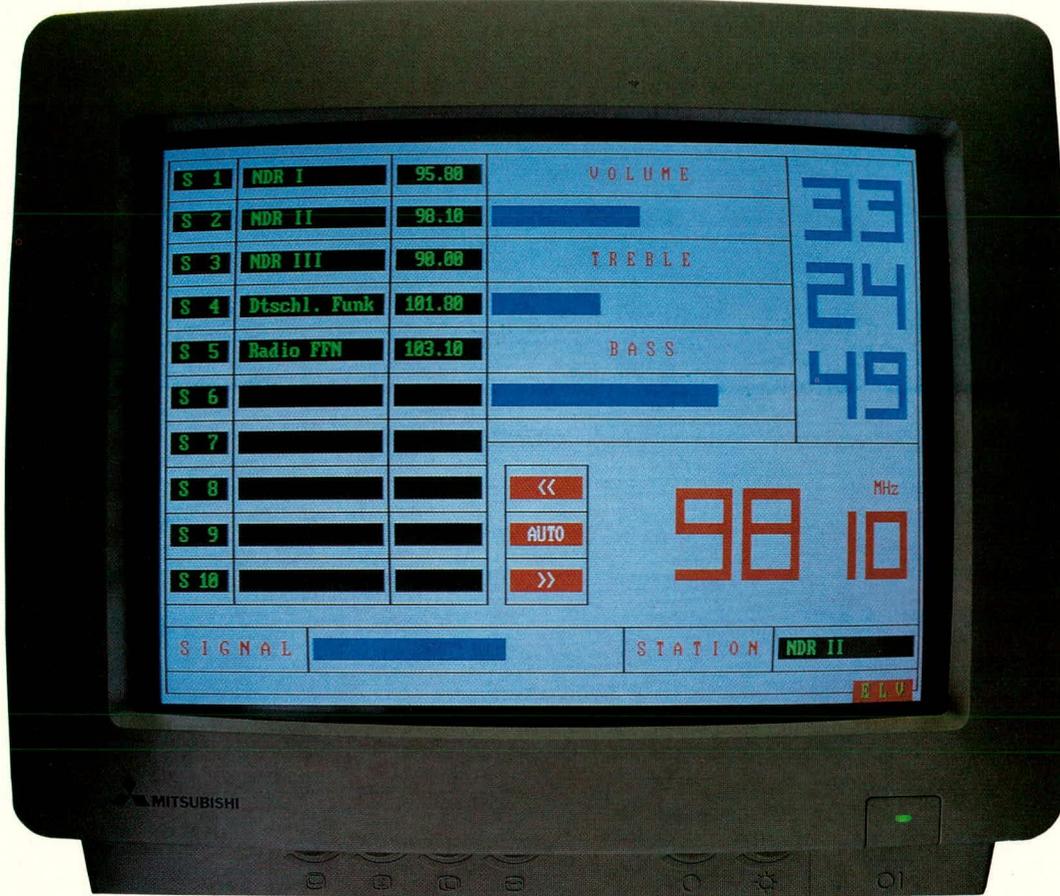
Bei vorstehender Beschreibung gehen wir davon aus, daß die Ausgänge der ICs 6

A, B (Pin 1, 7) High-Potential führen. Dies ist solange der Fall, wie die Eingänge Pin 2, 5 sich in der Nähe des Massepotentials bewegen. Von den Endstufenausgängen gelangen die Signale über R 103 und R 104 auf die bipolar geschalteten Elkos C 51, 52, wodurch eine Ausfilterung der AC-Anteile erfolgt. Tritt in der Verstärkerkette ein Defekt verbunden mit einem Gleichspannungsanteil auf, können sich diese Kondensatoren positiv oder negativ aufladen, und IC 6 A oder IC 6 B schalten einen ihrer Ausgänge auf Low-Potential, d. h. C 53 wird entladen. Unmittelbar darauf sperrt IC 6 C über R 113 die Stromquelle T 25, und die Relais fallen ab. Die Endstufen sind von den Lautsprechern getrennt. Signalisiert wird dies durch Verlöschen von D 31 und Aufleuchten von D 30.

In Abbildung 3 ist die Stromversorgung des SV 300 dargestellt. Über ST 1 und ST 3 wird die 44 V-Wechselspannung angelegt, während die Mittelanzapfung an ST 2 zu legen ist. Die Brückengleichrichtung erfolgt über D 32, 33 und D 36, 37 mit anschließender Pufferung durch C 54 und C 58. Somit steht eine leistungsfähige Gleichspannungsversorgung von ± 30 V bis max. 35 V zur Speisung beider Endstufen zur Verfügung.

Um die hochwertigen Vorstufen mit einer möglichst stabilen Gleichspannung zu versorgen, sind separate Spannungsregler sowohl für die positive als auch für die negative Versorgungsspannung aufgebaut. IC 7 nimmt in Verbindung mit den Pufferkondensatoren eine exakte Stabilisierung auf +8 V vor. Die vorgeschalteten Widerstände dienen zur Verlustleistungsbegrenzung des Spannungsreglers. In gleicher Weise arbeiten für negative Spannung R 124 und IC 8.

Nachdem wir uns ausführlich mit der Schaltung befaßt haben, folgt im zweiten Teil die Beschreibung des Nachbaus und der Inbetriebnahme.



PC-Radio

Der hier vorgestellte UKW-Empfänger ist als PC-Einsteckkarte mit integrierter Leistungs-Endstufe konzipiert und bietet eine interessante Erweiterung des Rechners. Das laufende Musikprogramm kann dafür sorgen, daß die Arbeit dem Operator leichter von der Hand geht.

Allgemeines

Ein kompletter UKW-Empfänger mit integrierter Leistungs-Endstufe einschließlich sämtlicher Ansteuer- und Einstellmöglichkeiten wurde auf einer PC-Einsteckkarte aufgebaut. Diese wird in einen freien Slot eines IBM-PC-XT/AT oder kompatiblen Rechners eingesteckt. Es ist nur noch der Lautsprecher sowie die Antennenzuleitung an die rückseitigen Buchsen anzuschließen. Auch die Stromversorgung erfolgt durch den PC.

Die Einstellung von Sendern, Lautstär-

ke, Höhen und Bässen erfolgt menügeführt über Tastatur und Bildschirm des PCs. Über Funktionstasten können 10 fest abgespeicherte Sender aufgerufen oder manuell bzw. automatisch angefahren werden. Da die entsprechende Software im Hintergrund laufen kann, wird die eigentliche Benutzung des Rechners hierdurch nicht beeinträchtigt.

Bedienung und Funktion

Die Voraussetzung zur Inbetriebnahme der Anwendersoftware ist ein MS-DOS-Betriebssystem. Nach dem Einschalten des Rechners wird zunächst das Betriebssystem eingeladen. Als nächstes ist die 5 1/4" 360K Standard-Diskette, auf der sich die umfangreiche Anwendersoftware befindet, in das Diskettenlaufwerk des Rechners einzuschieben. Falls gewünscht, kann die Software auch auf eine eventuell vorhandene Festplatte kopiert und von dortaus gestartet werden.

Je nach Systemkonfiguration kann mit dem Betriebssystem auf verschiedenen Laufwerken bzw. auf der Festplatte gearbeitet werden. Damit nun die Anwendersoftware vom Diskettenlaufwerk in den Speicher des Rechners eingeladen werden kann, ist auf das Laufwerk mit der eingeschobenen Diskette umzuschalten (für Laufwerk A „A:“ und die Return-Taste). Üblicherweise erscheint nun auf dem Bildschirm „A:>“.

Durch die Eingabe der Ziffernfolge

„PCRADIO“ (Eingabe erfolgt ohne „“) und Betätigung der Return-Taste wird das Anwenderprogramm in den Hauptspeicher des Rechners eingeladen und automatisch vom Betriebssystem aus gestartet. Hierbei stellt sich das Programm selbsttätig auf die eingesetzte Grafikkarte ein.

Auf dem Bildschirm erscheint die in der Abbildung dargestellte Grafik. Die Bedienung von Lautstärke (Volume), Höhen (Treble), Bässen (Bass), manueller oder automatischer Senderwahl sowie der Mute-Funktion (Signal) erfolgt über die Cursor-Tasten.

Unmittelbar nach dem Einschalten ist die Lautstärkeeinstellfunktion aktiviert. Mit den Links/Rechts-Cursor-Tasten (←→) kann die Lautstärke erhöht bzw. verringert werden. Anhand der Länge des farbigen Balkens kann die gewählte Lautstärke abgelesen werden. Zusätzlich erscheint rechts davon eine 2stellige Ziffer zwischen 0 und 63 als digitale Lautstärkeanzeige (63 entspricht maximaler Lautstärke).

Mit den Cursor-Tasten „Auf/Ab“ (↑↓) können andere Einstellfunktionen aktiviert werden. Wird z. B. die Cursor-Taste „Abwärts“ betätigt, wechselt die Einstellfunktion von „Lautstärke“ auf „Höhen“. Gekennzeichnet wird dies jeweils durch eine andersfarbige Darstellung der aktivierten Funktion. Erneute Betätigung dieser Cursor-Taste schaltet auf die Bass-Funktion. Sind mit den Links/Rechts-Cursor-Tasten die gewünschten Audio-Werte eingestellt, kann durch weitere Betätigung der

Cursor-Taste „Abwärts“ auf die manuelle Sender-Einstellung geschaltet werden. Durch jede Betätigung der Cursor-Taste „Rechts“ schaltet die Frequenzanzeige um 0,01 MHz herauf und bei Betätigen der Cursor-Taste „Links“ um 0,01 MHz nach unten. Wird die Cursor-Taste etwas länger festgehalten, beginnt ein schnelles Auf- bzw. Abwärtszählen mit Frequenzveränderungen von 2 MHz pro Sekunde, d. h. in ca. 10 s ist der komplette UKW-Bereich überstrichen.

Für das direkte Ansprechen eines Senders kann über die Zifferntasten die gewünschte Senderfrequenz eingegeben werden. Unmittelbar darauf wird dieser Sender vom System eingeschaltet.

Das System bietet die Möglichkeit des automatischen Sendersuchlaufs. Mit den Auf/Ab-Cursor-Tasten wird diese Funktion angewählt. Durch Betätigen der Cursor-Taste „Rechts“ wird der Sendersuchlauf in Richtung aufsteigender Frequenz gestartet, analog dazu mit der Cursor-Taste „Links“ in Richtung kleinerer Frequenz. Sobald ein Sender detektiert wurde, stoppt der Suchlauf. Ist nach kompletter Überstreichung des gesamten UKW-Bereichs kein empfangswürdiger Sender erkannt, schaltet das System automatisch seine „Toleranzschwelle“ bezüglich der Empfangswürdigkeit herunter und startet einen weiteren Durchlauf. Werden die Cursor-Tasten zum Start des Sendersuchlaufs kurz hintereinander 2mal betätigt (innerhalb 1 s), startet der Suchlauf unmittelbar mit der erhöhten Empfindlichkeit.

Unten links auf dem Bildschirm wird die Feldstärke des einfallenden Senders angezeigt (Signal). Mit Hilfe der Mute-Funktion kann ein Schwellwert erfaßt werden, bei dessen Unterschreitung das System automatisch stumm geschaltet wird. Somit entfällt beim Senderdurchlauf zwischen den einzelnen Stationen das Rauschen. Angewählt wird die Funktion über die Auf/Ab-Cursor-Tasten. Der Mute-Grenzwert erscheint andersfarbig und ist mit Hilfe der Links/Rechts-Cursor-Tasten individuellen Wünschen anpaßbar. Möchte man auch ganz schwache Sender empfangen, wird mit der Cursor-Taste „Links“ der Grenzwert-Balken ganz an den linken Rand gefahren, wodurch die Mute-Funktion deaktiviert ist.

Rechts unten auf dem Bildschirm wird die empfangene Senderstation eingeblendet. Hier kann allerdings nur dann der Klartext erscheinen, wenn in der linken Tabelle (S 1 bis S 10) die Sendernamen erfaßt wurden.

Zur besonders schnellen Anwahl eines Senders kann über eine der Tasten F 1 bis F 10 ein dort abgespeicherter Sender unmittelbar angefahren werden.

Die Programmierung dieser Sender geschieht wie folgt:

Zunächst wird in der bereits beschriebenen Weise ein gewünschter Sender eingestellt. Jetzt wird die „Shift“-Taste gedrückt, zusammen mit einer der Tasten F 1 bis F 10, unter der dieser Sender abgespeichert werden soll. Wurde z. B. F 1 betätigt, erscheint unmittelbar danach die angewählte Frequenz in der Sendertabelle. Mit der alphanumerischen Tastatur des PCs kann anschließend der Sendername links neben der Frequenz erfaßt werden. Abzuschließen ist diese Funktion durch Betätigen der Taste „Return“. In gleicher Weise sind die übrigen „F“-Tasten belegbar.

Zum Verlassen des Programmes ist die Taste „ESC“ zu betätigen. Auf dem Bildschirm wird nun abgefragt, ob die eventuell vorgenommenen Änderungen der Einstellwerte abgespeichert werden sollen oder die ursprünglichen Werte erhalten bleiben. Ist die menügeführte Eingabe erfolgt, geht das System anschließend auf Betriebssystemebene zurück. Die vorgegebenen Funktionswerte bleiben jedoch erhalten, d. h. das PC-Radio arbeitet wie eingestellt weiter - das laufende Musikprogramm kann zur Erleichterung der Arbeit des Operators dienen. Die Software des PC-Radios ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht mehr im Hauptspeicher des PCs vorhanden. Der PC ist uneingeschränkt für andere Aufgaben nutzbar.

Insider-Infos

Für die PC-Profis unter unseren Lesern, die sich intensiver mit der Nutzung des PC-Radios befassen möchten, sollen im weiteren Verlauf dieser Beschreibung zusätzliche Informationen gegeben werden, um spezielle Möglichkeiten, die das System bietet, zu nutzen.

Die jedem Bausatz und Fertigergerät beiliegende Service-Diskette beinhaltet zum einen die vorstehend beschriebene Bedienungs-Software und zum anderen eine Informations-Datei (READ.ME) sowie ein Installationsprogramm (INSTALL.EXE), mit dem die Bedienung an individuelle Bedürfnisse anpaßbar ist.

Durch Eingabe des Betriebssystembefehls „TYPE READ.ME“ und nachfolgender Betätigung der Return-Taste wird der Inhalt der ASCII-Datei direkt auf dem Bildschirm dargestellt. Hier findet der interessierte Anwender weiterführende Informationen.

Nachfolgend wollen wir auf eine besonders komfortable Möglichkeit der Bedienung des PC-Radios eingehen. Im Normalfall wird auf dem PC ein Anwenderprogramm laufen ohne die Software des PC-Radios. Sollen nun Einstellparameter des PC-Radios geändert werden, müßte das gerade laufende Anwenderprogramm verlassen werden, um die Software des PC-Radios aufzurufen. Diese Bedienung wur-

de eingangs bereits ausführlich beschrieben. Die Software des PC-Radios kann im Hintergrund im Hauptspeicher des PCs laufen. Die Installation ist hierzu wie folgt vorzunehmen:

Nach Einladen des Betriebssystems und Einschleiben der Diskette, kann durch Eingabe von „PCRADIO /I“ und Betätigen der Return-Taste das Programm in den Hintergrundspeicher des PCs installiert werden. Die meisten handelsüblichen Anwenderprogramme können nun zusätzlich in den Hauptspeicher des PCs in gewohnter Weise eingeladen werden, und die Arbeit mit diesen Programmen kann beginnen. Besteht jetzt der Wunsch, das PC-Radio zu bedienen, kann durch Betätigung der Tasten „Shift-links“ zusammen mit „Shift-rechts“ die im Hintergrundspeicher abgelegte Software des PC-Radios aktiviert werden. Diese Tastenkombination ist in der im weiteren Verlauf dieses Artikels beschriebenen Weise veränderbar.

Auf dem Bildschirm erscheint das eingangs abgebildete Menü bei identisch gelagerter Bedienung. Die jetzt veränderten Werte sind allerdings nicht von hieraus auf Diskette abspeicherbar. Wird die „ESC“-Taste gedrückt, geht das PC-Radio-Programm wieder in den Hintergrund und das ursprüngliche Anwenderprogramm kann nahtlos fortgesetzt werden. Um die im Hintergrund laufende Software aus dem Hintergrundspeicher des PCs zu entfernen, ist folgende Tastenkombination zu erfassen: „PCRADIO /R“. Der Speicherbereich ist jetzt wieder für andere Programme freigegeben.

Kommen wir als nächstes zur Beschreibung der Installations-Software. Durch Aufrufen der Installations-Datei mit Hilfe der Eingabe „INSTALL“ und Betätigung der Return-Taste wird das entsprechende Programm gestartet. Auf dem Bildschirm erscheint zunächst die Abfrage der I/O-Adresse des PC-Radios. Werkseitig ist die Adresse auf „0300H“ sowohl auf der Platine als auch softwaremäßig eingestellt. Hier kann individuellen Erfordernissen entsprechend eine Änderung erfolgen. Anschließend prüft das System, ob die Hardware des PC-Radios unter der angegebenen Adresse adressierbar ist.

Nach erfolgter Hardwareüberprüfung erscheint auf dem Bildschirm menügeführt die Abfrage der Tastenkombination, mit der die Software des PC-Radios aus dem Hintergrundspeicher aktivierbar ist. Werkseitig ist die Tastenkombination „Shift-links“ und gleichzeitige Betätigung von „Shift-rechts“ vorgegeben. Menügeführt kann diese Kombination individuellen Erfordernissen angepaßt werden.

Im zweiten Teil dieses Artikels wird die Schaltung des PC-Radios ausführlich beschrieben gefolgt vom Nachbau. **ELV**



Video-Überblend-Verstärker VÜB 7000

Bei der Bearbeitung von Video-Filmen leistet der VÜB 7000 wertvolle Hilfe. Neben dem weichen Ein- und Ausblenden von Filmszenen bietet das Gerät die Möglichkeit, zwei Zuspieldrecorder anzuschließen und zwischen beiden Signalen ohne spezielle Synchronisation umzublenden, während der dritte Recorder aufzeichnet. Selbstverständlich werden neben den Video- auch die Audio-Signale mit umgeblendet und es steht ein separater Mikrofonkanal zur Verfügung.

Allgemeines

Für die Bildbearbeitung und hier insbesondere für das Zusammenstellen eines Filmes aus verschiedenen einzelnen Szenen, werden auf dem Video-Zubehörgerätemarkt einige zum Teil recht hochpreisige Zusatzgeräte angeboten. In der ELV Entwicklungsabteilung ist nun ein Gerät entstanden, das eine preisoptimierte Geräteversion zur Bildüberblendung und zum Filmschneiden darstellt - selbstverständlich in gewohnter guter ELV-Qualität.

Eine besonders komfortable, anwenderfreundliche Bedienung wird nicht zuletzt durch die integrierte Mikroprozessorsteuerung erreicht. Neben der getrennten ma-



nuellen Ton- und Bild-Überblendung besteht auch die Möglichkeit einer gemeinsamen, automatischen Umblendung durch den Prozessor. Welche vielfältigen Möglichkeiten der ELV Video-Überblend-Verstärker VÜB 7000 im einzelnen bietet, soll in der nachfolgenden Bedienungs- und Funktionsbeschreibung näher ausgeführt werden.

Bedienung und Funktion

Mit dem links oben auf der Frontplatte angeordneten Kippschalter wird das Gerät eingeschaltet. Die Stromversorgung erfolgt über ein 12 V/300 mA Steckernetzgerät, dessen 3,5 mm Klinkestecker in die zugehörige Buchse auf der Geräterückseite

eingesteckt wird. Zum Verpolungsschutz besitzt der VÜB 7000 eine integrierte Schutzdiode.

Unmittelbar nach dem Einschalten übernimmt der Single-Chip-Prozessor die Ablaufsteuerung und versetzt das Gerät in den Grundzustand. Im Tonbereich leuchtet die LED „Stereo“, im Bild-Teil die LED „Zuspielrecorder 1“ und beim Kontroll-Monitor ist der „Ausgang“ aktiviert.

Durch Betätigen der entsprechenden Taster können die verschiedenen Funktionen angewählt bzw. umgeschaltet werden. Mit dem Mono-/Stereo-Taster wechselt die Funktion bei jeder Tastenbetätigung.

Soll anstelle des Audio-Signals von einem der beiden Zuspielrecorder ein Mi-

krofon-Signal aufgezeichnet werden, ist hierzu die Taste „Ton Mikro“ zu betätigen. Die darüber angeordnete Kontroll-LED signalisiert die Mikrofon-Betriebsbereitschaft. Erneute Tastenbetätigung schaltet auf den Audio-Eingang des gerade aktivierten Zuspielrecorders zurück.

Die Taste „Fader-Auto“ dient zur Aktivierung der automatischen Aus- und Wiedereinblendung. Im Normalbetrieb ist die zugehörige Kontroll-LED erloschen und sowohl die Lautstärke des Tones als auch das Video-Signal werden manuell unabhängig voneinander aus- und wieder eingeblendet. Für die automatische Umblendung wird zum Ausblenden die Taste „Fader-Auto“ an der Stelle betätigt, an der der Ausblendvorgang beginnen soll. Signalisiert wird dies durch eine schnellblinkende Kontroll-LED. Ist der Ausblendvorgang abgeschlossen, leuchtet diese LED permanent. Für den umgekehrten Vorgang, d. h. für das Einblenden wird die Taste erneut betätigt und das Wiedereinblenden beginnt, begleitet durch eine wiederum schnellblinkende Kontroll-LED. Ist der Einblendvorgang abgeschlossen und die Lautstärke auf dem ursprünglichen Wert sowie das Video-Signal voll hochgefahren, erlischt diese LED. Wesentlich ist bei der „Fader-Auto“-Funktion, daß Audio- und Video-Signale gleichzeitig umgeblendet werden.

Die Zeitdauer für den Aus- und Wiedereinblendvorgang kann mit dem darunter angeordneten Regler „Fader-Time“ von 0 s bis 5 s vorgewählt werden.

Mit der Auswahlstaste für den Zuspielrecorder kann zwischen Recorder 1 und Recorder 2 gewählt werden, wobei jede Tastenbetätigung auf den anderen Recorder umschaltet.

Rechts daneben ist eine weitere Taste angeordnet, die den Kontroll-Monitor wahlweise auf den ersten oder den zweiten Zuspielrecorder oder auf den Ausgang, d. h. auf den aufnehmenden Recorder schaltet.

In der unteren Reihe der Bedienelemente finden wir 10 Drehregler. Die 4 linken Einstellregler beziehen sich auf den Audio-Signalweg. Es können Lautstärke, Tiefen, Höhen sowie die Balance in weiten Bereichen verändert werden. Dies gilt für jeden der drei Eingänge (Recorder 1, Recorder 2 oder Mikro).

Beim automatischen Aus- und Wiedereinblenden über den Mikroprozessor geht der VÜB 7000 von der ursprünglich eingestellten Lautstärke aus und fährt diese bis auf null zurück, um anschließend beim Wiedereinblenden bis zur ursprünglich eingestellten Lautstärke hochzufahren.

Diese Automatikfunktion arbeitet in ähnlicher Weise für den Video-Signalweg. Ausgehend von den eingestellten Werten für Helligkeit, Farbe, Kontur und Kontrast kann der Prozessor gleichzeitig zum Audio-Signal auch das Video-Signal ausblen-

den. Die Funktion „Fader-Auto“ fährt das Bild-Signal innerhalb der eingestellten Zeitspanne (über „Fader-Time“) auf 0 (grauer Bildschirm, ohne Signal-Anteile). Beim Wiedereinblenden wird auf die ursprünglichen vorgewählten Werte hochgefahren.

Die gleiche Funktion kann manuell dadurch erreicht werden, indem der Regler „Kontrast“ ganz nach links (entgegen dem Uhrzeigersinn) gedreht wird. Im normalen Überspielbetrieb befindet sich dieser Regler ungefähr in Mittelstellung, je nach gewünschtem Kontrastverhältnis. Zum Einblenden erfolgt das Aufdrehen im Uhrzeigersinn wieder bis zur gewünschten Einstellung.

Mit den rechts daneben angeordneten Reglern können die Bildhelligkeit und die Farbe individuellen Wünschen angepaßt werden, während der Regler „Kontur“ die Randschärfe optimiert.

Ganz rechts auf der Frontplatte ist der Regler „Pegel“ angeordnet. Dieser bietet die Möglichkeit, den Ausgangspegel des Video-Signals zu optimieren. Ist der Pegel zu gering, wird das Bild blaß, während bei zu hohem Signal der aufnehmende Videorecorder Übersteuerungseffekte zeigt, in der Weise, daß teilweise eine negative Darstellung des Bildinhaltes auftritt.

Abschließend noch ein Hinweis zur Aufnahmetechnik selbst. Wird z. B. am Recordereingang 1 ein Video-Signal eingespeist und auf dem an der Buchse 6 angeschlossenen Recorder aufgezeichnet, so kann jederzeit das Video-Signal mit Hilfe des Faders heruntergefahren bzw. wieder hochgefahren werden. Soll jedoch ein Wechsel der Eingangsrecorder z. B. von Recorder 1 auf Recorder 2 stattfinden, geht man folgendermaßen vor:

Mit dem Fader wird das Video-Signal des ersten Zuspieldrecorders heruntergefahren. Anschließend ist am Aufnahmerecorder die Pausentaste zu betätigen. Am VÜB 7000 wird nun auf Recorder 2 umgeschaltet. Zu diesem Zeitpunkt werden bereits die Synchronimpulse des 2. Videorecorders zum Aufnahmerecorder durchgeschleift. Der Aufnahmerecorder hat jetzt Zeit, sich auf die neue Synchronimpulslage einzustellen. Nach nochmaligem Betätigen der Pausentaste am Aufnahmerecorder kann das Video-Signal mit dem Fader wieder hochgefahren werden. Die Aufzeichnungen fügen sich somit nahtlos aneinander. Ein direktes schlagartiges Umschalten zwischen Recorder 1 und Recorder 2 würde ein Synchronisieren der beiden Wiedergaberecorder und einen dadurch bedingten erheblich höheren Aufwand erfordern.

Anschluß des VÜB 7000

Auf der Geräterückseite besitzt der Video-Überblend-Verstärker VÜB 7000 6 Buchsen mit folgender Funktion:

Für den Anschluß der beiden Zuspield-Videorecorder stehen 2 Scart-Buchsen (Recorder 1 und Recorder 2) zur Verfügung, über welche die entsprechenden Video- und Audio-Signale eingespeist werden.

Für den aufzeichnenden Videorecorder steht ebenfalls eine Scart-Buchse mit der Bezeichnung „Ausgang“ bereit.

Unmittelbar neben der Scart-Ausgangsbuchse ist eine DIN-AV-Buchse zum Anschluß eines separaten Monitors vorgesehen. Direkt daneben befindet sich eine 3,5 mm Klinkenbuchse zur Einspeisung des Mikrofonsignals. Ganz rechts auf der Rückseite ist eine weitere 3,5 mm Klinkenbuchse angeordnet, über die ein 12 V / 300 mA-Steckernetzgerät zur Versorgung des VÜB 7000 angeschlossen wird.

Unmittelbar, nachdem das Steckernetzgerät die Versorgungsspannung bereitstellt, übernimmt der integrierte Single-Chip-Mikroprozessor die Ablaufsteuerung und versetzt das Gerät, wie bereits beschrieben, in den Grundzustand und dem Einsatz steht nichts mehr im Wege.

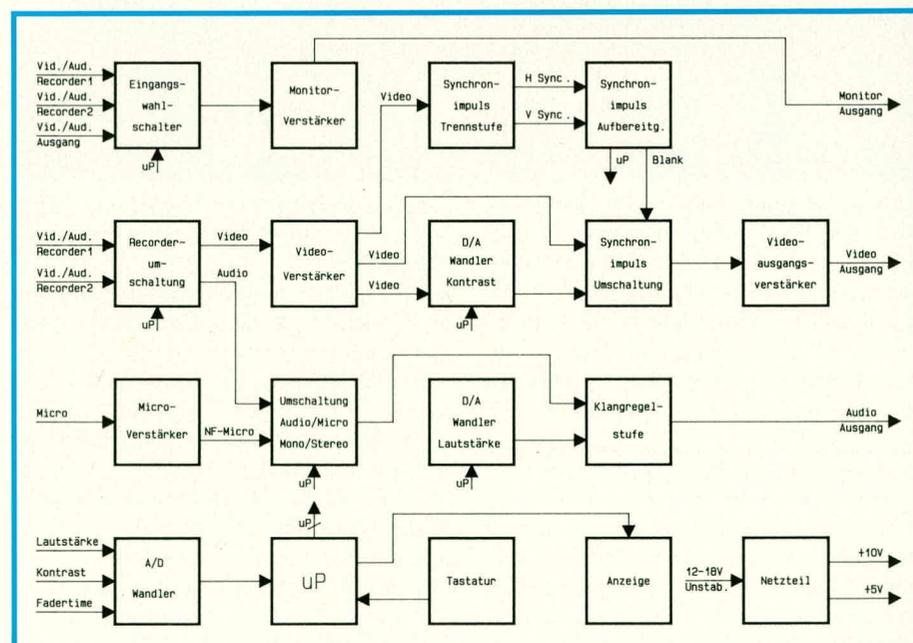
Zur Schaltung

Wir beginnen bei der Schaltungsbeschreibung des VÜB 7000 mit der Erläuterung des analogen Schaltungsteils. Eingangsseitig verfügt das Gerät über 2 Scart-Buchsen. Hier werden das Video-Signal sowie die Audio-Signale des linken und rechten Stereokanals der beiden Zuspieldrecorder eingespeist. Wir betrachten zuerst den Audio-Signalweg und gehen bei der weiteren Schaltungsbeschreibung davon aus, daß an der Buchse BU 3 der erste Zuspieldrecorder angeschlossen ist. An Pin 20 dieser Buchse wird das Video-Signal und an den Pins 2 und 6 das Audio-Signal der beiden Stereo-

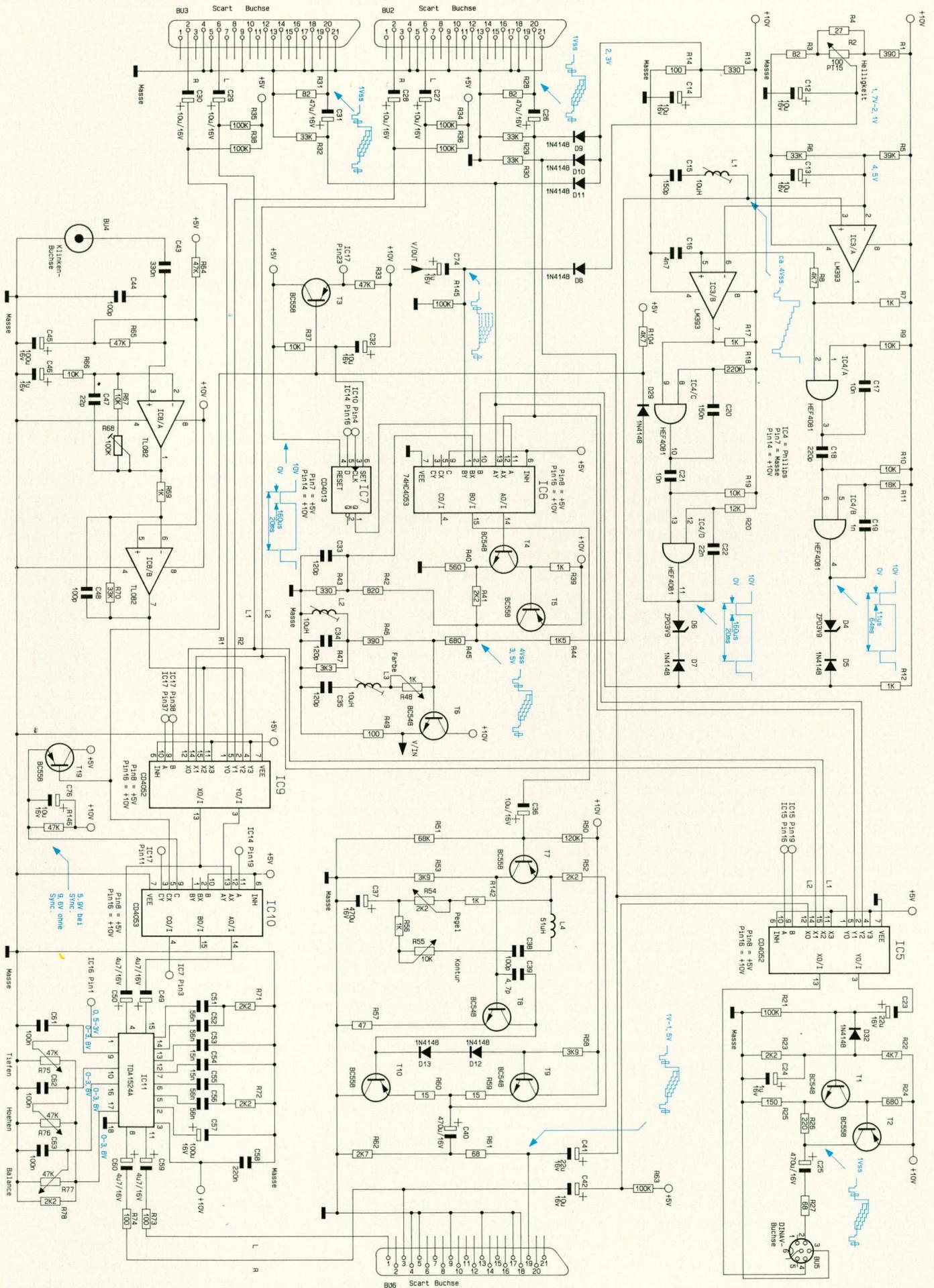
kanäle eingespeist. Die Kondensatoren C 29 und C 30 dienen zur gleichspannungsmäßigen Entkopplung. Mit Hilfe der Widerstände R 35 und R 38 wird das Audio-Signal der beiden Stereokanäle auf 5 V Gleichspannungspotential gelegt. Dadurch sind wir von einem eingangsseitigen Gleichspannungs-Offset unabhängig und können somit diese Audio-Signale problemlos über die nachfolgenden CMOS-Schalter übertragen bzw. weiter verteilen. Die Audio-Signale gelangen zunächst auf 2 im IC 9 integrierte CMOS-Umschalter. Die Audio-Signale des zweiten Zuspieldrecorders werden über C 27 und C 28 ebenfalls diesem 4fach-Umschalter zugeführt.

Zusätzlich zu den Audio-Eingängen der beiden Videorecorder besitzt das Gerät noch eine Mikrofon-Eingangsbuchse. Hier kann jedes beliebige dynamische Mikrofon angeschlossen werden. Das Mikrofonsignal gelangt von der Buchse 4 kommend über C 43 auf den nicht invertierenden Eingang des IC 8 A. Die Verstärkung ist mit Hilfe des Trimmers R 68 zwischen 2- und 12fach einstellbar. Dadurch ist sichergestellt, daß verschiedenartige Mikrofone optimal an die Schaltung angepaßt werden können. In der nachfolgenden zweiten Verstärkerstufe (IC 8 B) wird nochmals eine 33fache Verstärkung vorgenommen. Somit steht an Pin 7 von IC 8 ein Mikrofon-NF-Signal mit ausreichendem Pegel zur Verfügung. Auch dieses NF-Signal wird IC 9 zugeführt. Beim Mikrofon-Betrieb liegt an beiden Ausgangspins das Mono-Signal an.

Die vom Mikroprozessor kommenden Steuer-Signale, die an den Pins 9 und 10 mit Low = +5 V und High = +10 V anliegen, bestimmen welche der 3 Eingangssignalquellen zur weiteren Verarbeitung durchgeschaltet werden.



Blockschaltbild des Video-Überblend-Verstärkers VÜB 7000



Analogteil der Schaltung des Video-Überblendverstärkers VÜB 7000

Das Signal des linken Kanals wird über C 50 direkt auf Pin 4 des integrierten Schaltkreises vom Typ TDA 1524 A gegeben, während das Signal des rechten Kanals noch den Analog-Schalter IC 10 durchläuft und dann über C 49 auf Pin 15 des TDA 1524 A gelangt.

Vom Mikroprozessor gesteuert kann hierdurch eine Mono-Stereo-Umschaltung vorgenommen werden. Dieses hat folgenden Vorteil: Steht als Zuspieldrecorder z. B. nur ein Mono-Recorder und als Aufnahmerecorder ein Stereogerät zur Verfügung, so besteht die Möglichkeit, die vom Zuspieldrecorder kommenden Audio-Signale des linken Kanals beim Aufnahmerecorder auf beiden Kanälen aufzuzeichnen.

Der integrierte Schaltkreis des Typs TDA 1524 A beinhaltet sämtliche aktiven Komponenten, die für die NF-Regelung erforderlich sind. Dadurch bleibt die Anzahl der externen Bauelemente trotz der vielen Einstellmöglichkeiten recht gering. Zur Tiefenbeeinflussung dienen die Bauelemente R 71, C 51 und C 52 (rechter Kanal) bzw. R 72, C 55 und C 56 (linker Kanal). Zur Höheneinstellung ist jeweils nur 1 Kondensator (C 53, C 54) erforderlich.

Zur Einstellung der verschiedenen Parameter dienen integrierte elektronische Potentiometer, die über eine Spannung angesteuert werden. An Pin 17 dieses ICs steht eine interne Referenzspannung für die Einstellpotentiometer bereit. Mit Hilfe des Potis R 75 können die Tiefen, mit R 76 die Höhen und mit R 77 die Balance beeinflusst werden. Die Kondensatoren C 61, C 62 und C 63 besitzen die Aufgabe, störende Wechsellspannungsanteile auszufiltern. Durch Anlegen einer Gleichspannung zwischen 0,25 V und 4 V an Pin 1 des integrierten Schaltkreises ist es möglich, die Lautstärke den individuellen Wünschen anzupassen. Die Steuerspannung wird über den Operationsverstärker IC 16 vom digitalen Schaltungsteil zur Verfügung gestellt.

In der hier vorliegenden Konfiguration ist die Schaltung mit einer linearen Lautstärkeeinstellung ausgestattet. Wird eine physiologische Lautstärkeeinstellung gewünscht, die bewirkt, daß bei niedrigen Lautstärken die Tiefen-Frequenzen automatisch leicht angehoben werden, so ist lediglich R 78 nicht zu bestücken.

Der Einstellbereich der Tiefen ist ebenfalls von der externen Beschaltung des Schaltkreises abhängig. In der hier vorliegenden Konfiguration besitzt die Schaltung einen erweiterten Tiefeneinstellbereich. Durch Nichtbestücken der Widerstände R 71 und R 72 sowie durch Ersetzen der Kondensatoren C 51 und C 55 durch eine Drahtbrücke ist es möglich, den Einstellbereich der Tiefen-Frequenzen zu begrenzen.

Der Elko C 57 puffert die intern aufbe-

reitete Versorgungsspannung, während C 58 eine erste Siebung der anliegenden Betriebsspannung vornimmt.

Die entsprechend aufbereiteten NF-Eingangsspannungen werden nach Durchlaufen der Schaltung an Pin 11 (linker Kanal) bzw. Pin 8 (rechter Kanal) über C 59, R 73 bzw. C 60, R 74 ausgekoppelt und stehen an der Scart-Ausgangsbuchse an den Pins 1 und 3 zur Verfügung. Die von den Zuspieldrecorder kommenden NF-Eingangssignale des linken Kanals werden zusätzlich noch auf den Analog-Schalter IC 5 gegeben. Ebenfalls wird das NF-Ausgangssignal IC 5 zugeführt.

An Pin 13 dieses ICs bzw. Pin 4 der Monitorbuchse liegt nun das zum jeweiligen Video-Signal zugehörige Audio-Signal an.

Die Auswahl der gewünschten Schalterstufe wird mit Hilfe der vom digitalen Schaltungsteil kommenden Steuersignale an den Pins 9 und 10 des CMOS-Schalters IC 5 vorgenommen. Damit wäre bereits die Beschreibung des Audio-Signalweges abgeschlossen und wir können jetzt mit der Beschreibung des Video-Signalweges beginnen.

In unserem Beispiel gehen wir wieder davon aus, daß an Buchse 3 der Zuspieldrecorder 1 angeschlossen ist. Das Video-Signal wird an Pin 20 der Scart-Buchse eingespeist und mit dem Widerstand R 31 abgeschlossen. Hinter dem Kondensator C 31 wird das Video-Signal auf eine mit D 11 und R 32 aufgebaute Klemmschaltung gegeben. Dadurch werden die Synchronimpulse des Video-Signals auf einen Gleichspannungspegel gelegt, der ca. 0,7 V unterhalb der mit dem Spannungsteiler R 13, R 14 festgelegten Spannung liegt.

Das vom zweiten Videorecorder kommende Eingangssignal wird mit R 28 abgeschlossen und hinter dem Kondensator C 26 auf eine mit D 9 und R 29 aufgebaute Klemmschaltung gegeben. Beide Video-Signale werden den beiden Analog-Schaltern IC 6 und IC 5 zugeführt. Das an Pin 13 des IC 6 anliegende Video-Signal wird in der Schalterstellung Zuspieldrecorder 1 aktiv nach Pin 14 durchgeschaltet.

Mit einem 2stufigen Videoverstärker, bestehend aus T 4 und T 5 mit Zusatzbeschaltung, wird das Signal auf eine Signalamplitude von ca. $4 V_{SS}$ verstärkt. Dieses Video-Signal wird mit dem Spannungsteiler R 42, R 43 auf ca. $1,5 V_{SS}$ heruntergeteilt und dem Analog-Schalter IC 6 an Pin 2 zugeführt. Das vom Ausgang des Videoverstärkers (T 5) kommende Signal wird auf einen weiteren Spannungsteiler, bestehend aus R 45, R 46, gegeben, der im Fußpunkt einen Parallelschwingkreis (C 34, L 2, R 47) besitzt. R 47 dient zur Bedämpfung.

Der auf 4,43 MHz abgestimmte Schwingkreis ist für das Farbsignal nahezu unendlich hochohmig, während das Y-Signal im

Verhältnis der Widerstände R 45, R 46 heruntergeteilt wird. Mit der Spule L 3 und dem Kondensator C 35 ist ein Saugkreis aufgebaut, der ebenfalls auf 4,43 MHz abgestimmt wird. Mit Hilfe dieses Saugkreises können jetzt die Farbanteile mehr oder weniger je nach Stellung des Potis R 48 nach Masse kurzgeschlossen werden.

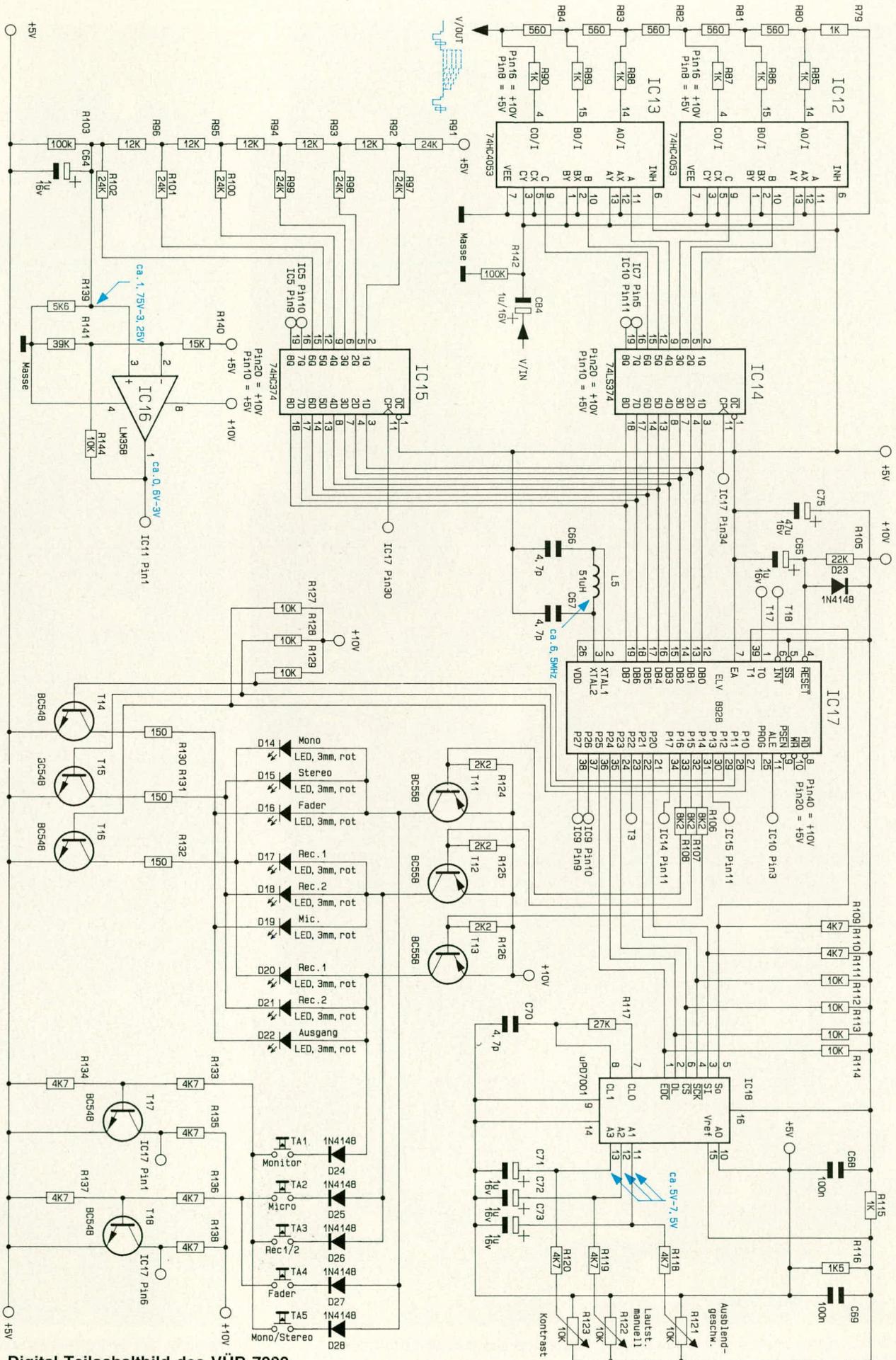
Befindet sich R 48 am Rechtsanschlag, d. h. 1 k Ω Widerstand, so haben wir die maximale Farbsättigung. Da jetzt das Y-Signal über den Spannungsteiler R 45, R 46 im Verhältnis weiter heruntergeteilt wurde als das Farbsignal, können wir jetzt mit R 48 eine größere Farbsättigung als beim ursprünglichen Eingangssignal einstellen.

Das Video-Signal wird am Emitter des Transistors T 6 ausgekoppelt und dem mit IC 12, IC 13 mit Zusatzbeschaltung aufgebauten Wandler zugeführt. Mit dem vom Mikroprozessor angesteuerten Wandler ist es möglich, das Video-Signal in 64 Schritten abzuschwächen.

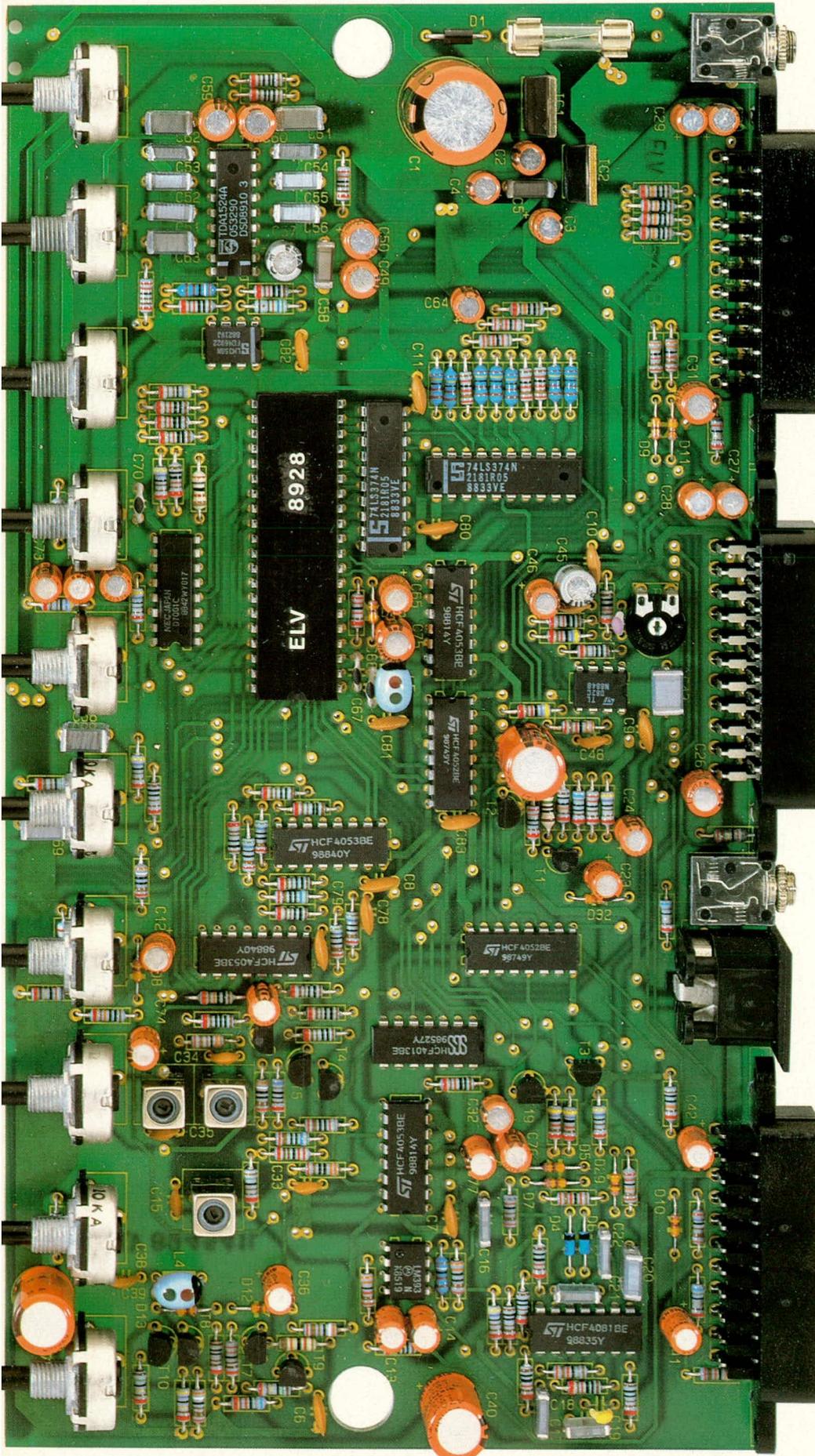
Das vom Ausgang des A-/D-Wandlers (R 84, R 90) kommende Video-Signal wird über C 74 einer weiteren Klemmschaltung, bestehend aus D 8, R 145, R 1 bis R 4 sowie C 12, zugeführt. Die Höhe der Klemmspannung kann mit dem Helligkeitsregler R 2 verändert werden. Dieses Video-Signal wird auf Pin 1 des CMOS-Schalters IC 6 gegeben.

Bevor wir mit der Beschreibung des Video-Signalweges fortfahren, kommen wir zunächst zu der Beschreibung der Synchronimpulsaufbereitung. Vom Kollektor des Videoverstärkers T 5 wird das Signal über R 44 ausgekoppelt und auf den positiven Eingang des Komparators IC 3 gegeben. R 5 und R 6 legen hier die Komparatorschwelle fest, während C 13 zur Störunterdrückung dient. Mit Hilfe des Saugkreises L 1, C 15 werden die Farbanteile des FBAS-Signales ausgefiltert. Dadurch wird verhindert, daß Burst-Anteile im Bereich des Synchronpegels Störungen hervorrufen. An Pin 1 des IC 3 stehen jetzt die horizontalen und vertikalen Synchronimpulse als Composit-Sync-Signal zur Verfügung. Dieses Synchronimpulsgemisch wird weiter auf IC 3 B gegeben, an dessen Ausgang jetzt das reine Vertikal-Synchron-Signal zur Verfügung steht.

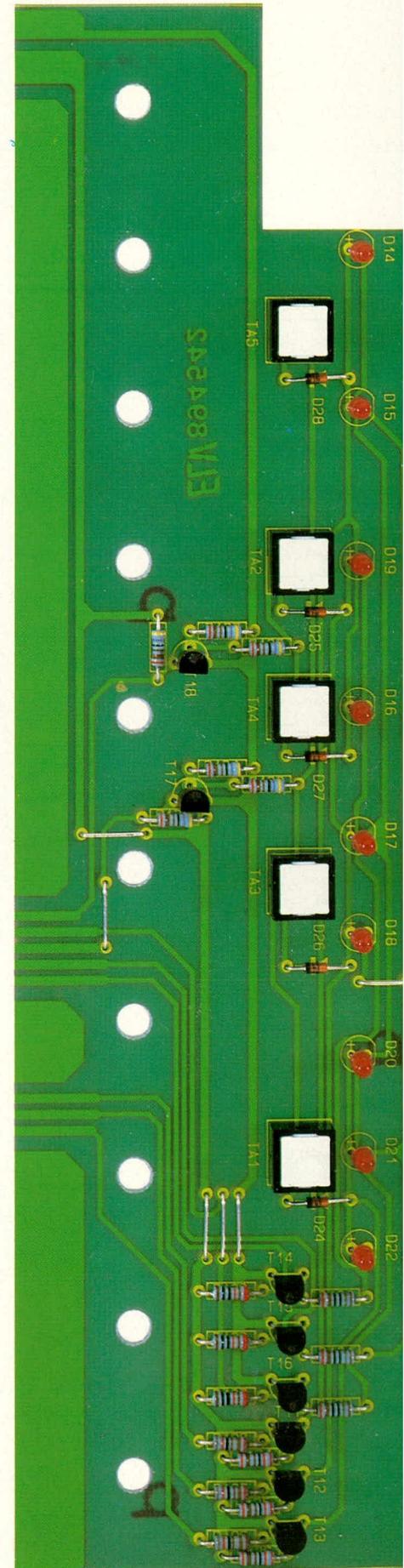
Mit Hilfe des IC 4 wurde eine Horizontal- und Vertikal-Störaustastung aufgebaut. Die negative Flanke des horizontalen Synchronimpulses startet die Verzögerungszeit des mit IC 4 A aufgebauten Mono-Flops. Dadurch wird der Eingang (Pin 2) für ca. 55 μ s für weitere Eingangsimpulse gesperrt. Das bedeutet, Störimpulse, die in den Synchron-Pegel hineinragen, können sich nicht auswirken. Ebenfalls mit der negativen Flanke des horizontalen Synchronimpulses wird das Mono-Flop IC 4 B gestartet. Am Ausgang dieses ICs steht ein



Digital-Teilschaltbild des VUB 7000



Ansicht der fertig bestückten Basisplatte des Video-Überblend-Verstärkers VÜB 7000



Ansicht der fertig bestückten Frontplatte des VÜB 7000

Impuls mit einer Zeit von ca. 11 μ s zur Verfügung. Dies entspricht der horizontalen Austastlücke. Die als Mono-Flops geschalteten Nand-Gatter IC 4 C und IC 4 D arbeiten in gleicher Weise als Störaustastung für den vertikalen Synchronimpuls.

Das horizontale Blank-Signal sowie der vertikale Synchronimpuls werden über die Dioden D 4 bis D 7 zusammengefaßt und auf den Steuereingang Pin 10 des IC 6 gegeben. IC 6 verbindet während der Zeit der Austastsignale den Eingang des Video-Endverstärkers über C 36 mit dem an Pin 2 des IC 6 anliegenden Video-Signal. In der übrigen Zeit ist der Eingang des Videoverstärkers mit dem vom Digital-/Analog-Konverter kommenden Video-Signal verbunden. Durch diese Schaltungsmaßnahme wird erreicht, daß unabhängig von der Einstellung des Kontrastreglers sowie des Fadern die Synchronimpulse und der Farbburst auf den Video-Ausgangsverstärker gegeben werden.

Im Video-Ausgangsverstärker, bestehend aus T 7 bis T 10 mit Zusatzbeschaltung, werden die Video-Signale nochmals verstärkt und über C 40, R 61 der Scart-Ausgangsbuchse an Pin 19 zugeführt. Mit Hilfe des Potis R 54 kann der Ausgangspegel in weiten Grenzen korrigiert werden, während mit R 55 eine Veränderung der Konturen möglich ist.

Das Video-Ausgangssignal wird über den Kondensator C 41 zusätzlich auf den CMOS-Schalter IC 5 gegeben. Am Eingang des IC 5 liegen jetzt beide Video-Eingangssignale und das Ausgangs-Signal an. Je nach Zustand der Steuereingänge (Pin 9, Pin 10) wird eines der 3 Video-Eingangssignale auf den mit T 1 und T 2 und Zusatzbeschaltung aufgebauten 2stufigen Videoverstärker gegeben. Dieses Video-

Signal wird über C 25, R 27 ausgekoppelt und auf die Monitor-Buchse BU 5 gegeben. Hier kann jetzt unabhängig von der Aufnahme die Auswahl eines Video-Signals vorgenommen werden.

Kehren wir noch einmal zum Video-Umschalter IC 6 zurück. Ein beliebiges Umschalten zwischen Zuspieldrecorder 1 und Zuspieldrecorder 2 würde Störstreifen im Videobild verursachen. Daher wird dieses Umschalten mit Hilfe des D-Flip-Flops IC 7 und Zusatzbeschaltung mit dem vertikalen Synchronimpuls getriggert. Die Zusatzschaltung funktioniert folgendermaßen: Im Einschaltmoment wird der Q-Ausgang (Pin 1) mit der RC-Zeitkonstante C 32, R 37 über den Eingang Pin 6 gesetzt. Das bedeutet, im Einschaltmoment ist der Zuspieldrecorder 1 zugeschaltet. Werden von Recorder 1 keine Video-Signale, d. h. auch keine Synchron-Impulse geliefert, so wird dem Clock-Eingang des IC 7 über den CMOS-Schalter IC 10 das vom Prozessor kommende ALE-Signal zugeführt. Mit Hilfe des vom digitalen Schaltungsteil kommenden Steuersignals am D-Eingang von IC 7 ist jetzt jederzeit ein unsynchronisiertes Umschalten von Recorder 1 nach Recorder 2 bzw. umgekehrt möglich.

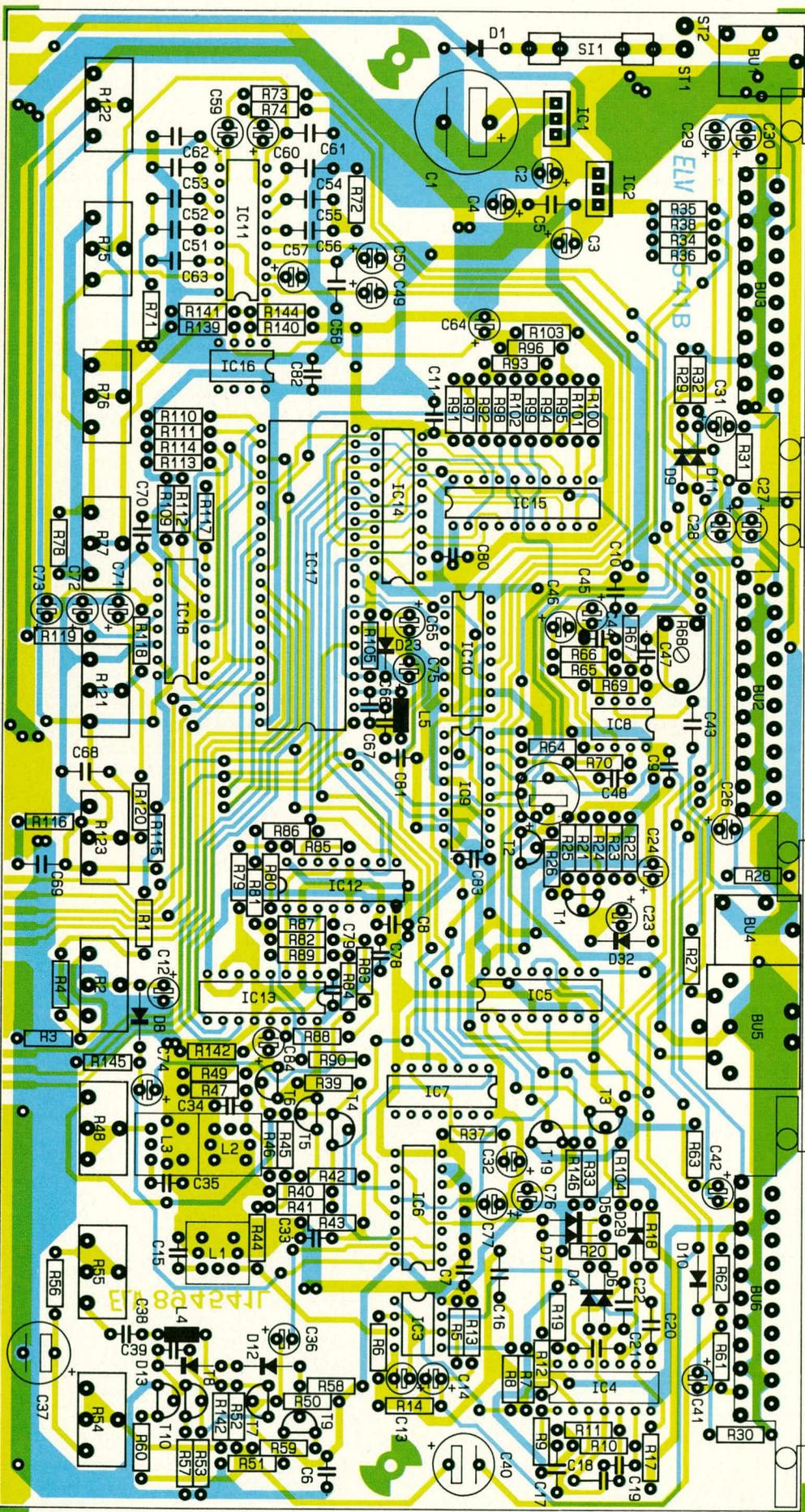
Sobald einer der beiden Videorecorder ein Video-Signal liefert werden von der vertikalen Störaustastung negative Synchronimpulse geliefert. Diese Impulse laden über T 19 den Elko C 76 auf +5 V entsprechend Low auf. Dadurch wird der in IC 10 integrierte CMOS-Schalter nach Pin 5 umgeschaltet. Am Clock-Eingang des IC 7 stehen die vertikalen Synchronimpulse an. Ein Umschalten der beiden Eingangsrecorder ist jetzt nur noch mit der positiven Flanke des vertikalen Synchronimpulses möglich, was bedeutet, daß dieses Um-

schalten nicht während des sichtbaren Bildinhaltes geschehen kann. Des weiteren wird dem zentralen Mikroprozessor über T 3 die Zeit des vertikalen Synchronimpulses mitgeteilt.

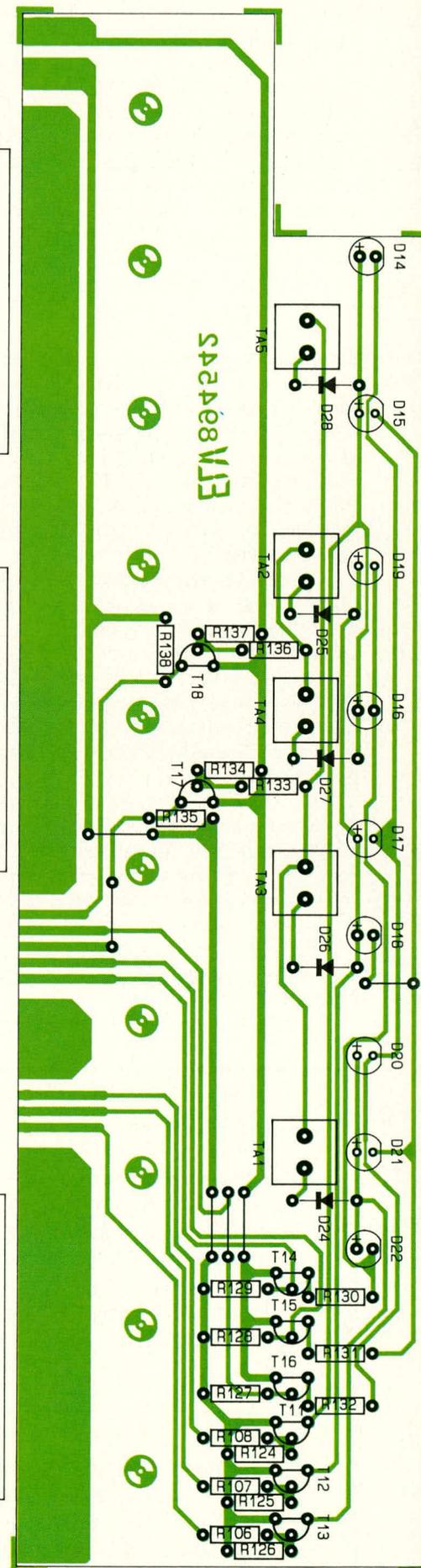
Damit ist die Beschreibung des analogen Schaltungsteiles soweit abgeschlossen.

Als nächstes kommen wir zur Erläuterung des Digital-Teils. Die gesamte Ablaufsteuerung sowie die Bedienung der Tastatur und der LED-Anzeigen übernimmt der zentrale Mikroprozessor IC 17 (ELV 8928). Die Taktfrequenz des Prozessors wird von L 5, C 66 und C 67 bestimmt.

Die gewünschte Ausblendgeschwindigkeit sowie die Lautstärke und der Kontrast werden mit Hilfe der Potis R 121 bis R 123 auf die 3 Analog-Eingänge des Analog-/Digital-Wandlers IC 18 gegeben. Mit dem Kontrollsignal EOC (End-Off-Conversion) wird dem Mikroprozessor an Pin 1 mitgeteilt, daß die interne Wandlung abgeschlossen ist. Daraufhin wird vom Prozessor die Chip-Select-Leitung (Pin 6) freigegeben. Über Pin 4 erhält der Analog-/Digital Wandler ein Clock-Signal vom Prozessor. Die Daten werden dann seriell an Pin 5 ausgegeben und dem Prozessor an Pin 39 (T 1) zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig erhält der Analog-/Digital-Wandler an Pin 3 (Seriell Input) die nächste Adresse für die A-/D-Wandlung. Die 8 Bit-Datenleitungen des Prozessors (Pin 12 bis Pin 19) werden auf 2 8 Bit D-Register (IC 14, IC 15) gegeben. Die an den Eingängen D 0 bis D 7 liegenden Daten werden beim Low-High-Übergang (positive Flanke) des Taktes am Clock-Anschluß (Pin 11) im Flip-Flop gespeichert. Dieses Speichern geschieht bei IC 14 nur während der Zeit des vertikalen Synchronimpulses, während IC 15 die Daten ca. 2 ms später übernimmt. Dadurch wird



Bestückungsplan der Basisplatine des VÜB 7000
(Leiterbahnfarbe: Platinenunterseite: gelb, Bestückungsseite: hellblau)



Bestückungsplan der Frontplatine des VÜB 7000

Stückliste: Video-Überblend-Verstärker VÜB 7000

Widerstände

15Ω	R 59, R 60
27Ω	R 4
47Ω	R 57
68Ω	R 27, R 61
82Ω	R 3, R 28, R 31
100Ω	R 14, R 49, R 73, R 74
150Ω	R 25, R 130-R 132
220Ω	R 26
330Ω	R 13, R 43
390Ω	R 1, R 46
560Ω	R 40, R 80-R 84
680Ω	R 24, R 45
820Ω	R 42
1kΩ	R 7, R 12, R 17, R 39, R 56, R 69, R 79, R 85-R 90, R 115
1,5kΩ	R 44, R 116
2,2kΩ	R 23, R 41, R 52, R 71, R 72, R 78, R 124-R 126
2,7kΩ	R 62
3,3kΩ	R 47
3,9Ω	R 53, R 58
4,7kΩ	R 8, R 22, R 104, R 109, R 110, R 118-R 120, R 133-R 138
5,6kΩ	R 139
8,2kΩ	R 106-R 108
10kΩ	R 9, R 10, R 19, R 37, R 66, R 67, R 111-R 114, R 127-R 129, R 144
12kΩ	R 20, R 92-R 96
15kΩ	R 140
18kΩ	R 11
22kΩ	R 105
24kΩ	R 91, R 97-R102
27kΩ	R 117
33kΩ	R 6, R 29, R 30, R 32, R 70
39kΩ	R 5, R 141
47kΩ	R 33, R 64, R 65, R 146
68kΩ	R 51
100kΩ	R 21, R 34-R 36, R 38, R 63, R 103, R 142, R 145
120kΩ	R 50
220kΩ	R 18
Poti, 4mm, 100Ω	R 2
Poti, 4mm, 1kΩ	R 48
Poti, 4mm, 2,2kΩ	R 54
Poti, 4mm, 10kΩ	R 55, R 121-R 123
Poti, 4mm, 47kΩ	R 75-R 77
Trimmer, 100kΩ	R 68

Kondensatoren

4,7pF	C 39, C 66, C 67, C 70
22pF	C 47
100pF	C 38, C 44, C 48
120pF	C 33-C 35
150pF	C 15
220pF	C 18
1nF	C 19
4,7nF	C 16
10nF	C 17, C 21

15nF	C 53, C 54
22nF	C 6-C 11, C 22, C 78-C 82, C 83
47nF	C 5
56nF	C 51, C 52, C 55, C 56,
100nF	C 61-C 63, C 68, C 69
150nF	C 20
220nF	C 58
330nF	C 43
1µF/16V	C 24, C 46, C 64, C 65, C 71-C 74, C 84
4,7µF/16V	C 49, C 50, C 59, C 60
10µF/16V	C 2-C 4, C 12-C 14, C 27-C 30, C 32, C 36, C 42, C 76, C 77
22µF/16V	C 23, C 41
47µF/16V	C 26, C 31, C 75
100µF/16V	C 45, C 57
470µF/16V	C 25, C 37, C 40
2200µF/25V	C 1

Halbleiter

TDA1524A	IC 11
74LS374	IC 14
74HC374	IC15
CD4013	IC 7
CD4052	IC 5, IC 9
CD4053	IC 10
74HC4053	IC 6, IC 12, IC 13
HEF4081 (Philips)	IC 4
ELV 8928	IC 17
µPD7001	IC 18
TL082	IC 8
LM358	IC 16
LM393	IC 3
7810	IC 1
7905	IC 2
BC548	T 1, T 4, T 6, T 8, T 9, T 14-T 18
BC558	T 2, T 3, T 5, T 7, T 10-T 13, T 19
ZPD3, 9V	D 4, D 6
1N4001	D 1
1N4148	D 5, D 7-D 13, D 23-D 29, D 32
LED, 3 mm, rot	D 14-D 22

Sonstiges

Spule, 10µH	L 1-L 3
Spule, 51µH	L 4, L 5
Printtaster, steh.	TA1-TA5
Klinkenbuchse	BU 1, BU 4
Scartbuchse	BU 2, BU 3, BU 6
DIN-AV-Buchse, 6pol.	BU 5
Sicherung, 800mA	SI 1
Kippschalter, 1 x um	S 1
Lötstifte	ST 1, ST 2
6 x Schrauben M 3 x 10	
6 x Mutter M 3	
2 x PG9-Röhrchen 58 mm	
1 x Platinensicherungshalter	

sichergestellt, daß während des sichtbaren Bildinhaltes der mit IC 12 und IC 13 aufgebaute Digital-/Analog-Konverter seine Ausgabe nicht ändert.

Bei IC 12 und IC 13 mit Zusatzbeschaltung (R 79 bis R 90) handelt es sich um einen 6 Bit D-/A-Wandler, der als R-2-R-Netzwerk aufgebaut ist. Das am Eingang (V-In) eingespeiste Video-Signal kann somit am Ausgang (V-Out) in 64 verschiedenen Stufen ausgegeben werden.

Ähnliches gilt für den mit IC 15 aufgebauten Digital-/Analog-Wandler. Hier wird allerdings eine Gleichspannung von ca.+1,7 V bis +3,3 V auf den nicht invertierenden Eingang des IC 16 gegeben. Am Ausgang von IC 16 steht eine Gleichspannung von 0,5 bis ca. 3 V zur Steuerung des in IC 11 integrierten elektronischen Lautstärke-Potentiometers zur Verfügung.

An IC 14 Pin 16 wird die Schaltinformation Zuspieldrecorder 1 bzw. Zuspieldrecorder 2 ausgegeben. Die Schaltinformation Mono-Stereo kann an IC 14 Pin 19 entnommen werden. An IC 15, Pin 16 und Pin 19 wird die Schaltinformation für den Monitorwahlschalter ausgegeben. Der Audio-Eingangsumschalter IC 9 erhält seine Information vom Mikroprozessor über die Pins 37 und 38.

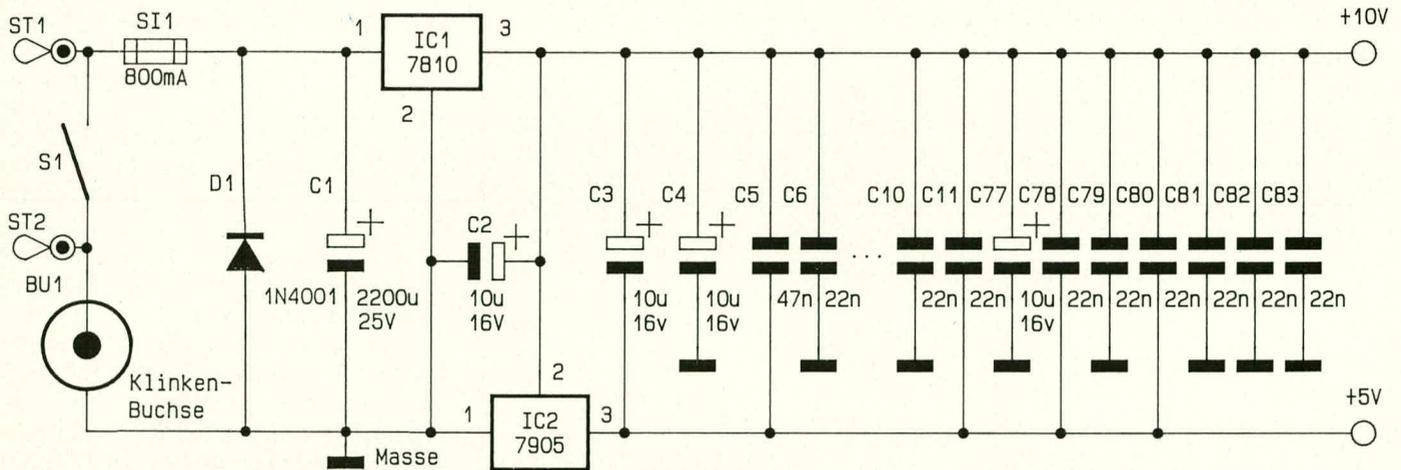
Wenden wir uns abschließend der Abbildung 3 zu, in der das Netzteil des VÜB 7000 dargestellt ist.

Die unstabilierte 12 V Versorgungsspannung wird dem VÜB 7000 an der Buchse 1 von einem externen Steckernetzteil kommand zugeführt. Über den Einschalter und die Sicherung SI 1 gelangt die Spannung auf den Pufferkondensator C 1. Der Festspannungsregler IC 1 des Typs 7810 nimmt eine Stabilisierung auf 10 V vor. Ein weiterer Festspannungsregler (IC 2) stellt eine +5 V Versorgungsspannung zur Verfügung. Die Kondensatoren C 2 bis C 11 und C 77 bis C 83 dienen zur Stabilisierung der Versorgungsspannung.

Zum Nachbau

Alle Bauelemente des VÜB 7000 finden auf 2 übersichtlich gestalteten Leiterplatten Platz. Bei der Basisplatte handelt es sich um eine doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatte, während es sich bei der Frontplatte um eine einseitige Platine handelt. Auch bei der doppelseitigen Basisplatte werden die Bauteile nur von der Unterseite verlötet. Dadurch ist der Aufbau dieses interessanten Gerätes vergleichsweise einfach möglich.

Die Bestückung der Platinen erfolgt in gewohnter Weise anhand der Bestückungspläne. Zuerst werden die niedrigen und anschließend die höheren Bauelemente auf die Platinen gesetzt und auf der Leiterbahnseite verlötet. Etwas Praxis im Aufbau elek-



Netzteil Schaltbild des VÜB 7000

tronischer Schaltungen vorausgesetzt, sind diese Arbeiten in ca. 4 h bis 5 h erledigt.

Zuerst werden die Beinchen der Widerstände durch die entsprechenden Bohrungen der Platine gesteckt und leicht abgewinkelt. Da sich zu diesem Zeitpunkt noch keine höheren Bauelemente auf den Platinen befinden, können alle Widerstände gleichzeitig bestückt werden. Die Beinchen der Widerstände werden an der Lötseite geringfügig nach außen abgewinkelt, damit beim Umdrehen der Platine diese Bauelemente nicht wieder herausfallen. Jetzt wird die Platine umgedreht und stramm auf eine Unterlage gedrückt, um zu verhindern, daß diese Bauelemente jetzt noch verrutschen. Die Widerstände werden von der Unterseite verlötet und anschließend die Beinchen so kurz wie möglich abgeschnitten. Es folgen in gleicher Weise die Dioden, die integrierten Schaltkreise, die Kondensatoren usw. Als letztes werden die 6 Buchsen und die 10 Potis eingesetzt und verlötet. Bei der Bestückung der 9 Leuchtdioden, ist unbedingt darauf zu achten, daß diese weit genug durchgesteckt werden. Sind die Bestückungsarbeiten beider Platinen soweit durchgeführt, sollten anschließend die Platinen an der Lötseite nochmals auf kalte Lötstellen und Lötzinnbrücken gründlich untersucht werden.

Nachdem die Frontplatine und die Basisplatine fertiggestellt sind, kann die Frontplatine im rechten Winkel an die Basisplatine gelötet werden. Die Unterkante der Frontplatine steht hierbei ca. 4,0 mm unterhalb der Platinenunterseite der Basisplatine hervor. Mit einem feinen LötKolben werden die einzelnen Leiterbahnen von Basis- und Frontplatine miteinander verlötet. Es ist wichtig, daß sich hierbei keine Lötzinnbrücken zwischen den einzelnen Leiterbahnen bilden.

Als nächstes werden 2 einadrige, isolierte Leitungen an den Lötstiften ST 1 und ST 2 angelötet. Diese Leitungen werden an der anderen Seite mit den Lötflähen des Schalters verbunden.

Sind die Arbeiten soweit ausgeführt worden, kann die Gehäuserückwand an die hintere Leiterplattenseite (Buchsen­seite) gesetzt werden. Zuvor wird noch die Rändelmutter von den beiden 3,5 mm Klin­kenbuchsen abgeschraubt. Die 3 Scart-Buchsen werden jeweils mit 2 Schrauben M3 x 10 mm an der Rückwand befestigt. Die Schrauben sind von der Rückwandau­ßen­seite durch die entsprechenden Boh­rungen und dann durch die beiden Befesti­gungslaschen der Scart-Buchsen zu stecken, um auf der Innenseite mit jeweils 2 Muttern M3 festgezogen zu werden. Da­nach sind noch die beiden Rändelmutter der Klinkenbuchsen von der Rückseite aus aufzuschrauben.

Als nächstes wird die Frontplatte über die Taster und die Potiachsen der Front­platine gesetzt, um gleichzeitig mit den Pla­tin­en sowie der Rückwand in die ent­spe­chenden Nuten der Gehäuseunter­halb­schale geführt zu werden.

Als letzte Maßnahme, abgesehen von der Gehäuseverschraubung, wird der Schalter durch die Öffnung in der Front­platine gesteckt und mit der zuvor abgeschraubten Rändelmutter festgezogen.

Abgleich und Inbetriebnahme

Unmittelbar nach dem Anlegen einer un­stabilisierten 12 V Gleichspannung mit einer ausreichenden Belastbarkeit, werden die verschiedenen Betriebsspannungen überprüft. Hierzu wird ein Spannungsmeßgerät mit seinem negativen Eingang (Masse­schluß) mit der Schaltungsmasse des VÜB 7000 verbunden. Dazu ist besonders gut die Kühlfahne des Spannungsreglers IC 1 geeignet. Mit dem positiven Meßspannungs­ein­gang werden im 20 V-Meßbereich fol­gende Meßpunkte überprüft:

1. Pin 1 des Festspannungsreglers IC 1: +12 V bis ca. +15 V
2. Pin 3 des Festspannungsreglers IC 1:

- + 9,5 V bis +10,5 V
- 3. Pin 3 des Negativ-Reglers IC 2: + 4,75 V bis +5,25 V

Wer noch ein übriges tun möchte, kann zu­ätzlich die Stromaufnahme überprüfen, die zwischen 150 mA und 250 mA liegen sollte.

Sind diese Überprüfungen zur Zufrie­denheit ausgefallen, wird an Buchse BU 3 der erste Zuspieldrecorder angeschlossen und wir können mit dem Abgleich beginnen. Für den Abgleich selbst wird ein Kunst­stoffabgleichstift benötigt, da ein Metall­schraubendreher die Induktivität der Spu­len während des Abgleichs beeinflussen würde. Während des Abgleichs wird an der Video-Ausgangsbuchse BU 6 ein Fern­sehgerät bzw. ein Monitor angeschlossen. Der Videorecorder wird auf Wiedergabe geschaltet und am VÜB 7000 der Zuspieldrecorder 1 angewählt. Der Kontrast und die Helligkeit werden etwa auf Mittel­stel­lung gebracht. Das gleiche gilt für die Einstellregler Pegel und Kontur. Der Ein­stellregler für die Farbsättigung R 48 ist auf Rechtsanschlag zu drehen.

Jetzt wird durch Verdrehen des Spulen­kerns der Spule L 2 die maximale Farbsät­ti­gung eingestellt. Anschließend wird der Farbsättigungsregler an den Linksanschlag gebracht und mit Hilfe des Ferrit-Kerns der Spule L 3 wird die minimale Farbsät­ti­gung eingestellt. Diese Einstellungen können sowohl anhand des Bildes als auch mit Hilfe eines Oszilloskops am Video-Ausgang überprüft werden. Zuletzt wird durch Verdrehen der Spule L 1 der Farb­teil am nicht invertierenden Eingang des IC 3 auf Minimum abgeglichen. Diese Einstellung kann allerdings nur mit einem Oszilloskop überprüft werden, ist jedoch nicht unbedingt erforderlich.

Nach erfolgtem Abgleich sind über die beiden Zapfen der Gehäuseunter­halb­schale von oben zwei 58 mm lange PG-Röh­rchen zu setzen. Diese dienen als Ab­stand­halter zwischen Leiterplatte und Gehäuse­ober­halb­schale. Letztere wird alsdann auf­ge­setzt und von der Gehäuseunter­seite aus mit 2 Knipping-Schrauben festgesetzt. **ELV**