



Laser-Modulator-Interface

LMI 7000

Vielseitigkeit ist keine Hexerei!

Zur Erzielung optimaler Laser-Grafik-Effekte wurde das LMI 7000 konzipiert als maßgeschneidertes Ansteuergerät für den Laser-Akustik-Modulator AM 25 (ELV journal 6/89). Zusammen mit einer geeigneten Laser-Lichtquelle bilden das LMI 7000 und der AM 25 ein perfektes Lightshow-Trio.

Allgemeines

Der Laser-Akustik-Modulator AM 25, unser einfallsreiches, neuartiges Laser-Ablenk-System, hat sich in kurzer Zeit die Gunst unserer Leser erobert. In den Strahlengang eines Lasers gebracht, wandelt dieses besonders effektvolle Ablenk-System Musik oder andere Tonsignale frequenz- und amplitudenabhängig in Laserfiguren um. Es ergeben sich pulsierende zweidimensionale Lissajous- oder Rosetten-Projektionsmuster, zum Teil mit 3-D-Effekt, die rhythmussynchron immer wieder neu entstehen und ausklingen.

Grundlage dieses Systems ist ein freischwingend aufgehängter Spezialspiegel, der über einen dahinter angeordneten Miniaturlautsprecher angetrieben wird. Der Anschluß kann an jede beliebige 8 Ω -Si-

Tabelle 1

- Ausgang über Lautsprecherbuchse zur überlastsicheren Ansteuerung des AM 25
- 2 voneinander unabhängige Synchroningänge zur Einspeisung externer NF-Signale (eine Lautsprecherbuchse zum Anschluß eines Verstärkerausgangs sowie eine Cinch-Buchse für kleine Pegel)
- integriertes Elektret-Mikrofon zur Aufnahme der Raumgeräusche für Stand-alone-Betrieb
- automatische Eingangspegelanpassung in weiten Bereichen für alle NF-Funktionen
- 2 Regler zum gezielten manuellen Einstellen von Laser-Grafik-Mustern
- Automatik-Modus zur Erzeugung unterschiedlicher, wechselnder Bildmuster
- Einstellregler für Bildgrößenvorwahl
- übersichtliche, funktionelle Anordnung aller Bedienelemente
- LED-Funktionsanzeigen für Dunkelbetrieb
- Buchsenein- und -ausgänge zum Anschluß aller externen Komponenten
- Betrieb über 12 V-Steckernetzteil

gnalquelle über eine Lautsprecherbuchse erfolgen, wobei die Signalamplituden jedoch exakt angepaßt werden müssen und der zur Ansteuerung dienende Verstärker nicht mal eben „hochgezogen“ werden darf. So wurde die maßgeschneiderte Ansteuerereinheit in Form des Laser-Modulator-Interface LMI 7000 entwickelt, die den Laser-Akustik-Modulator AM 25 direkt antreibt. Neben der Erzeugung musiksynchroner Effekte besteht darüber hinaus die Möglichkeit, in Verbindung mit integrierten Ansteuerungen individuelle Muster zu erzeugen.

Bedenkt man, daß sowohl der AM 25 als auch das LMI 7000 in vielerlei Hinsicht technisches Neuland darstellen, so wird man den betreffenden ELV-Technikern, die diese Systeme konzipiert haben, sicherlich einen gewissen Entwicklerstolz zubilligen; denn in der Tat konnten alle wünschenswerten Features realisiert werden, ohne daß nennenswerte Kompromisse erforderlich waren. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Merkmale des LMI 7000 in Kurzform aufgelistet.

Betriebsarten des LMI 7000

Die große Vielseitigkeit des AM 25 hinsichtlich Montage und Lichtwegkonzeption findet ihre Fortsetzung im LMI 7000. Über einen einzigen Drehschalter sind 5 unterschiedliche, voneinander völlig unabhängige Betriebsarten zu wählen. Mit demselben Drehschalter wird gleichzeitig das Gerät eingeschaltet. Im Betrieb werden die dem jeweiligen Arbeitsmodus zugeordneten Einstellregler über LEDs angezeigt, so daß der zielsichere Einsatz des LMI 7000 selbst in völliger Dunkelheit möglich ist. Im einzelnen wählbar sind die Betriebsarten:

1. Synchronisation über Lautsprecheranschluß (Speaker)
2. Synchronisation über Verstärkeranschluß/ Cinch-Buchse (Line)

3. Synchronisation über Innenmikrofon (Micro)
4. manuelle Laser-Muster-Einstellung
5. automatische Laser-Muster-Erzeugung

Die Modi „Speaker“ und „Line“ sind dabei für den gekoppelten Betrieb mit bestehenden Phonoanlagen vorgesehen, d. h. die eingespeisten Musiksignale werden zur Erzeugung und Synchronisation von Laser-Mustern eingesetzt, während die restlichen Funktionen einen Stand-alone-Betrieb ermöglichen, also keine externen Verbindungen oder Geräte erfordern. Einzig ein Laser-Akustik-Modulator AM 25 muß natürlich vorhanden sein, der sich gemäß Bausatzbeschreibung frei positionieren läßt und vom LMI 7000 über eine fast beliebig lange Lautsprecherverbindungsleitung angesteuert wird.

In allen Betriebsarten wirksam (und somit auch immer beleuchtet) ist der Intensity-Regler, der die Signalempfindlichkeit des Interfaces vorgibt und somit letztlich die Ablenkintensität des AM 25 festlegt. Dies spiegelt sich in unterschiedlicher Größe der erzeugten Lasermuster wieder. Mit dem Intensity-Regler wird also, abhängig von Raumgrößen und sonstigen Gegebenheiten, die Bildgröße eingestellt, entsprechend einem Öffnungswinkel der Laser-Muster zwischen Null und etwa 20 Grad.

In der Betriebsart „Speaker“ wird das LMI 7000 über eine Lautsprecherbuchse im Heck mit einem Lautsprecherausgang eines Verstärkers verbunden oder parallel zu einer Lautsprecherbox geschaltet. Entsprechend aufbereitet werden diese NF-Signale auf den AM 25 gegeben, wodurch unmittelbar musiksynchrone Bildmuster entstehen. Die Anpassung an die jeweilige Boxenleistung und Musikkautstärke nimmt das LMI 7000 dabei automatisch vor, so daß Verstärkerausgänge für Leistungen bis 100 W problemlos anschließbar sind. Bei darüberliegenden Leistungen treten durch den eingebauten Begrenzer allenfalls leicht

te Unlinearitäten auf, jedoch keine Defekte, sofern die Eingangsspannung am Lautsprechereingang 100 V_{ss} nicht überschreitet. Das NF-Signal wird dabei durch den LMI 7000 weder nennenswert belastet noch in irgendeiner Weise rückwirkend beeinflusst.

In der Betriebsart „Line“ verarbeitet das LMI 7000 ebenfalls Audiosignale, die jedoch Vorverstärker- oder Mischpultpegel aufweisen sollten und über eine Cinch-Buchse eingespeist werden. Auch hier erfolgt eine extrem breitbandige automatische Anpassung der Eingangsempfindlichkeit an die jeweilige Signalthöhe, so daß man sich im praktischen Einsatzfall mit derartigen Problemen nicht befassen muß.

„Speaker“- und „Line“-Modus sind übrigens völlig unabhängig voneinander, d. h. es können gleichzeitig auch 2 ganz unterschiedliche Tonsignale eingespeist werden, die je nach Stellung des entsprechenden Wahlschalters zur Synchronisation dienen.

Im „Micro“-Modus arbeitet das LMI 7000 im Stand-alone-Betrieb. Ein eingebautes Mikrofon nimmt den Raumschall auf, und das Interface generiert daraus entsprechende Steuersignale für den AM 25. Bemerkenswert ist an dieser Funktion die automatische Empfindlichkeitsanpassung, die dafür sorgt, daß lauter wie auch leiser Raumschall zu ansehnlichen Laserfiguren verarbeitet wird. Die hierzu eingebaute Aussteuerungselektronik ist in ihrer Ansprechcharakteristik so eingestellt, daß die Empfindlichkeitsanpassung langsam, innerhalb mehrerer Sekunden, erfolgt, wodurch sich alle Dynamikunterschiede unverfälscht im Laser-Bildmuster wiederfinden und sie nicht etwa ausgeregelt werden.

Die Einstellung „manual“ ist sozusagen die Kreativ-Funktion des LMI 7000, da sie das freie Justieren von Bildmustern per Hand ermöglicht. Die 3 NF-Modi „Speaker“, „Line“ und „Micro“ erzeugen in aller Regel rasch veränderliche Muster, während der AM 25 aufgrund seiner Konzeption auch zur Erzeugung einer Vielzahl stehender, unveränderlicher Laserfiguren herangezogen werden kann, wenn nur die entsprechend stationären Eingangsfrequenzen vorliegen. Zustände kommen diese stillstehenden Muster durch Wechselwirkung von gut einem Dutzend Resonanzfaktoren innerhalb des AM 25, die, entsprechend angeregt, zyklische Bewegungsvorgänge des Ablenkspiegels hervorrufen. Projiziert werden hierbei dann in sich geschlossene Kreis-, Schleifen-, Lissajous- oder asymmetrische Bildmuster von hohem ästhetischen Reiz (siehe auch Abschnitt „Einsatzpraxis“!), die von Arbeitsfrequenzen und Signalintensitäten abhängen.

Über 2 komplexe elektronische Systeme werden im LMI 7000 zwei getrennte Ablenkfrequenzen für den AM 25 erzeugt, die in Kurvenform und Regelbereich genau auf

diesen abgestimmt sind. Einstellbar sind diese beiden Frequenzen in Stellung „manual“ über die Regler „Speed 1“ und „Speed 2“, und zwar zwischen ca. 1 Hz und 100 Hz. Intern werden sie dann elektronisch addiert, so daß sich neben stationären Mustern auch pulsierende Schwebungen und quasi-räumliche Bildbewegungen erzeugen lassen.

Die Funktion „auto.“ schließlich rundet die vielseitigen Funktionen des LMI 7000 ab, indem die vorgenannten beiden Ablenkfrequenzen nunmehr automatisch geregelt und verändert werden. Ein Eingriff in diese Automatik ist dennoch möglich, da sich über den Regler „Autospeed“ die Änderungsgeschwindigkeit einer dieser beiden Frequenzen etwa um den Faktor 5 variieren läßt. In der Automatik-Funktion produziert der AM 25 also sich allmählich ändernde Bildmuster, die sich etwa für Blickfang-Anwendungen ideal eignen (Zykluszeit des nicht verstellbaren Frequenzgenerators: ca. 90 s; Zykluszeit des verstellbaren Generators: 20 bis 95 s).

Nachdem wir uns mit den vielfältigen Betriebsmöglichkeiten des LMI 7000 ausführlich befaßt haben, wollen wir uns nachfolgend dem praktischen Einsatz zuwenden.

Einsatzpraxis

Für den Betrieb ist ein handelsübliches, unstabiliertes 12 V/300 mA-Steckernetzteil erforderlich, dessen 3,5 mm-Klinken-

stecker in die rechts auf der Geräterückseite des LMI angeordneten 3,5 mm-Klinkenbuchse einzustecken ist.

Direkt neben der Stromversorgungsbuchse befinden sich die beiden Eingangsbuchsen (Lautsprecher- und Cinch-Buchse) zur externen Einspeisung eines Musiksignals, das zur Synchronisation der erzeugten Laserfiguren dient. Mit dem links auf der Frontplatte angeordneten Wahlschalter kann eines dieser beiden Eingangssignale ausgewählt werden. In Drehschalterstellung „Speaker“ werden die an der Lautsprecherbuchse anstehenden NF-Signale zur Synchronisation herangezogen, während in der Stellung „Line“ die an der Cinch-Buchse anstehenden NF-Signale zum Tragen kommen.

In der Stellung „Micro“ werden die Raumgeräusche (z. B. ein Gemisch aus Hintergrundmusik und Klatschen o. ä.) zur Synchronisation, d. h. zur Erzeugung von Laserfiguren herangezogen.

In den vorstehend benannten Schalterstellungen leuchtet einzig die LED „On“ über dem Intensity-Regler auf zur Kennzeichnung, daß dieser Regler in Funktion ist. Hiermit kann nun die Ansteuerintensität des vom Laser-Modulator-Interface LMI 7000 angesteuerten Laser-Akustik-Modulators AM 25 bestimmt werden, d. h. letztendlich die Bildgröße.

In der Betriebsart „manual“ leuchten zusätzlich die beiden LEDs über den Drehreglern „Speed 1“ und „Speed 2“ auf zur Kennzeichnung, daß diese beiden Regler

nun zur Einstellung von Lasermustern bereit sind.

Da das System einige Zeit benötigt, sich zu einer gegebenen Anregefrequenz gleichförmig einzuschwingen, empfiehlt es sich, diese Regler nur sehr langsam zu verstellen, da man sonst leicht die interessantesten Muster unentdeckt „überrennt“. Der Regler „Speed 2“ sollte zunächst im niederfrequenten Bereich stehen (linker Anschlag, d. h. entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht) und erst zugemischt werden, wenn über den Regler „Speed 1“ ein interessantes, „stehendes“ Bildmuster justiert wurde.

In der Drehschalterstellung „auto.“ leuchtet zur LED über dem Intensity-Regler zusätzlich die LED „automatic“ auf. Mit dem zugehörigen Regler „Autospeed“ kann die automatische Änderungsgeschwindigkeit einer der beiden miteinander gemischten und sich überlagernden Ansteuerfrequenzen variiert werden.

Zum Ausschalten des LMI 7000 wird der links auf der Frontplatte angeordnete Drehschalter in Stellung „Off“ gebracht, wobei das angeschlossene Steckernetzteil angekoppelt bleiben kann. Für längere Betriebsunterbrechungen sollte allerdings auch das Steckernetzteil vom 230 V-Wechselspannungsnetz getrennt, d. h. aus der Netzsteckdose gezogen werden.

Zur Schaltung

In den Abbildungen 1 bis 4 ist das Schaltbild des Laser-Modulator-Interface LMI 7000 dargestellt. Zur besseren Übersicht wurde eine Aufteilung in 4 Teilschaltbilder vorgenommen, von denen jedes für sich eine weitgehend abgeschlossene Funktionseinheit bildet.

Die Eingangsstufen zur Synchronisation und Bildmuster-generierung in Verbindung mit NF-Signalen ist in Abbildung 1 dargestellt. An der Buchse BU 1 wird ein Lautsprecher-signal, das von einem Leistungsverstärker kommt, eingespeist. Da der Innenwiderstand an dieser Buchse 10 kΩ beträgt und das betreffende Eingangssignal daher kaum belastet, kann dieser Eingang auch parallel zu einer Lautsprecherbox angeschlossen werden. Mit R 1, R 2 wird ein Spannungsteiler 100 : 1 aufgebaut, der auch große Signalamplituden auf für die Schaltung zuträgliche Werte herunterteilt. R 3 nimmt in Verbindung mit D 1, D 2 einen Schutz vor Überspannungen vor.

In ähnlicher Weise arbeitet die Eingangsbeschaltung für die Cinch-Buchse BU 2,

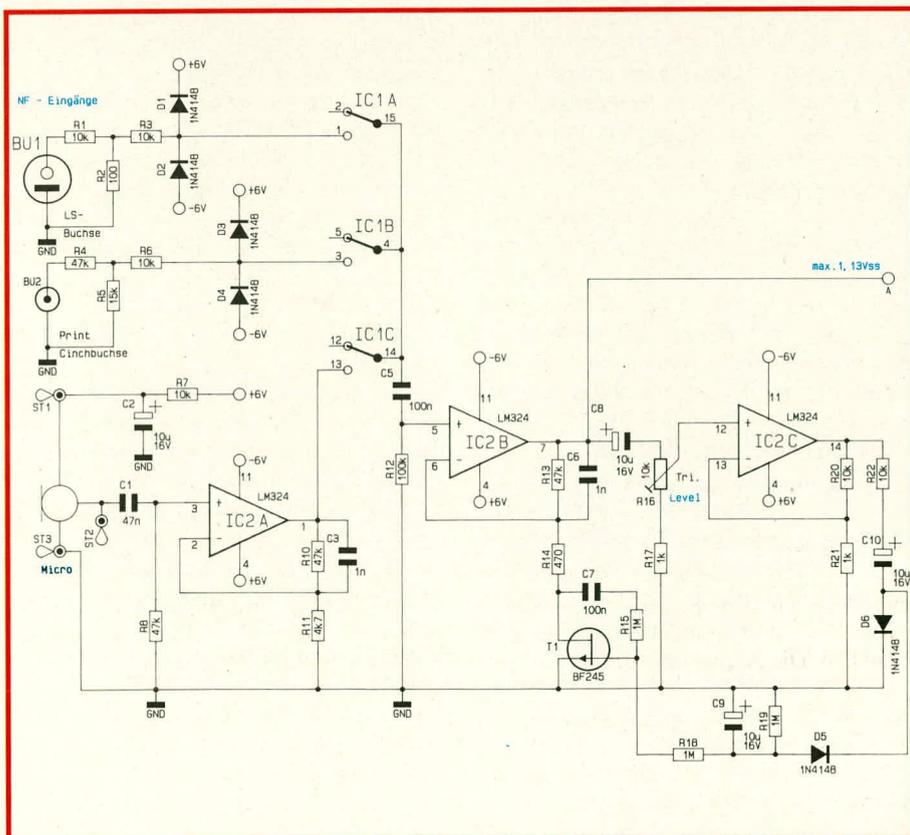


Bild 1:
Eingangsschaltung zur Einkopplung von NF-Signalen

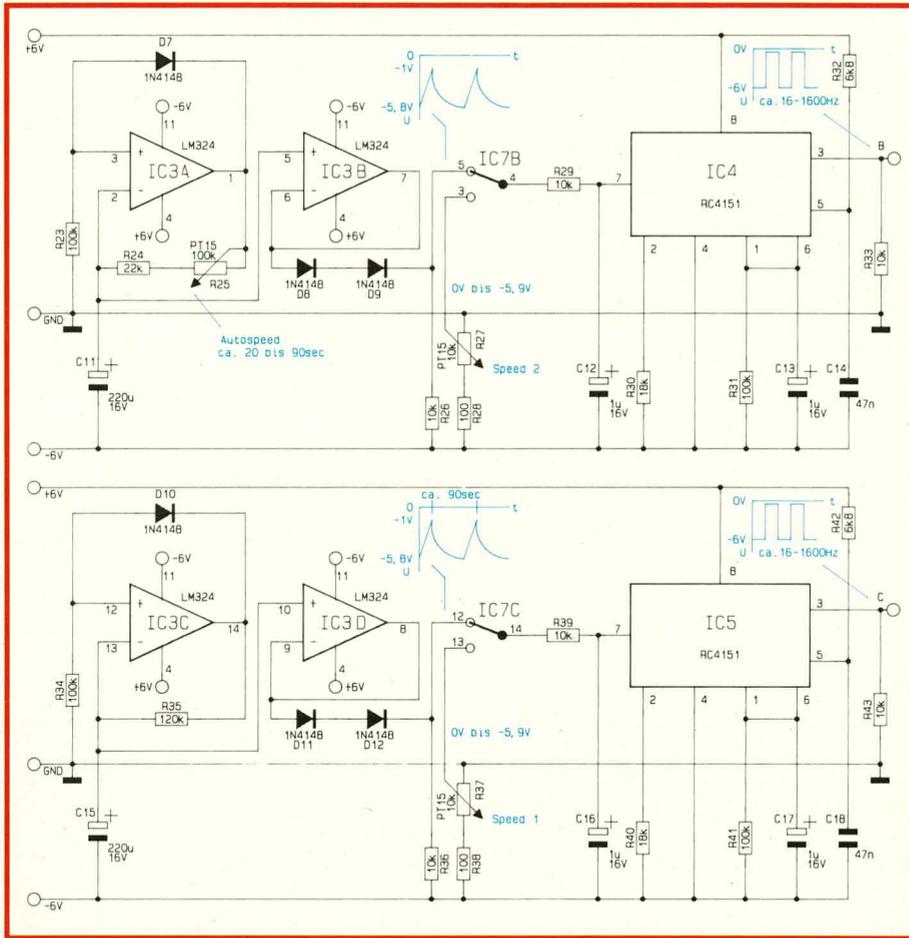


Bild 2:
Schaltbild der Impuls-
generatoren zur internen
Bildmustererzeugung

Die Zeitkonstanten dieses automatischen Pegelreglers sind so gewählt, daß alle interessierenden Dynamikunterschiede verarbeitet und lediglich Intensitätsschwankungen, die langsam ablaufen, ausgeregelt werden. An Pin 7 des IC 2 B steht somit ein Signal mit einer durchschnittlichen Amplitude von 400 mV_{eff} zur externen Synchronisation und Bildmustererzeugung zur Verfügung (Schaltungspunkt „A“).

In Abbildung 2 ist die Schaltung zur internen, d. h. eigenständigen Laser-Muster-Erzeugung dargestellt. Der mit IC 3 A, B sowie IC 4 aufgebaute Schaltungsteil ist weitgehend identisch mit dem darunter eingezeichneten Bereich, so daß wir uns auf die Beschreibung des oberen Abschnittes konzentrieren wollen.

IC 4 stellt einen Impulsgenerator dar mit einer einstellbaren Frequenz zwischen 1 Hz und 100 Hz. Die Frequenzveränderung wird durch eine Steuerspannung erzeugt, die über R 29 auf Pin 7 des IC 4 gelangt. Befindet sich der Umschalter IC 7 B in der entgegengesetzten Stellung zur eingezeichneten Position, wird die mit dem Regler R 27 eingestellte Steuerspannung auf den Eingang Pin 7 des IC 4 gegeben, d. h. mit diesem Regler kann nun die Impulsfrequenz der IC 4 variiert werden. Die entsprechenden Ausgangsimpulse stehen an Pin 3 des IC 4 zur Verfügung.

In der eingezeichneten Stellung des IC 7 B dient eine dreieckförmige Spannung zur Frequenzveränderung des IC 4. Diese Dreiecksspannung wird mit dem Oszillator IC 3 A mit Zusatzbeschaltung erzeugt und über IC 3 B gepuffert. D 8, D 9 dienen in Verbindung mit R 26 zur Verschiebung des Gleichspannungspegels, damit die Eingangsspannung an Pin 7 des IC 4 im gewünschten Bereich liegt.

Mit dem Regler R 25 kann die Periodendauer dieser Dreiecksspannung zwischen 20 s und 95 s variiert werden, entsprechend einer sich in diesen Zeiträumen periodisch ändernden Impulsfolgefrequenz am Ausgang des IC 4 (Pin 3). R 25 ist auf der Frontplatte mit „Autospeed“ bezeichnet.

Die darunter angeordnete Schaltung entspricht in ihrer Funktionsweise der eben beschriebenen Teilschaltung mit dem einzigen Unterschied, daß die Reihenschaltung, bestehend aus R 24, R 25 hier durch den Festwiderstand R 35 ersetzt wurde, d. h. in Stellung „Autospeed“ wird eine im festen Rahmen veränderbare Impulsfrequenz mit einer weiteren sich ändernden Impuls-

aufgebaut mit den Widerständen R 4 bis R 6 sowie den Schutzdioden D 3, D 4.

Für die sehr kleinen Mikrofon-Pegel werden die vom eingebauten Elektret-Mikrofon kommenden NF-Signale mit dem Operationsverstärker IC 2 A zunächst vorverstärkt, damit am Ausgang (Pin 1) ausreichend hohe, für die Weiterverarbeitung geeignete Signale bereitstehen.

Welche dieser 3 Signalquellen zur Synchronisation und Generierung der Laserfiguren herangezogen wird, entscheidet der Anwender durch die Einstellung des auf der Frontplatte angeordneten Drehschalters, der wiederum einen der 3 elektronischen Schalter (IC 1 A, IC 1 B oder IC 1 C) durchschalten läßt. Sofern der betreffende Drehschalter in Stellung „manual“ oder „auto.“ steht, sind alle 3 Schalter geöffnet, und die externen NF-Signale bleiben unberücksichtigt.

Ist einer dieser Schalter geschlossen, gelangt das betreffende NF-Signal über C 5 auf den Eingang eines elektronisch steuerbaren Vorverstärkers. Ist der FET T 1 durchgesteuert, beträgt die Verstärkung ca. 40 dB, während die Verstärkung auf 0 dB sinkt, wenn T 1 sperrt. Auf diese Weise ist eine Verstärkungsänderung dieser Stufe um den Faktor 100 möglich.

Über C 8 wird das Ausgangssignal des IC 2 B auf eine weitere Verstärkerstufe gegeben, deren Empfindlichkeit mit dem

Trimmer R 16 einstellbar ist. Die nachfolgende Klemm- und Gleichrichterstufe, bestehend aus C 9, C 10, D 5, D 6 sowie R 18, R 19 und R 22, generiert eine Steuerspannung zur Ansteuerung des Gate von T 1. Diese Schaltungskonfiguration stellt einen geschlossenen Regelkreis dar, der zur Stabilisierung der Ausgangsamplitude des IC 2 B (Pin 7) dient. Nachfolgendes Funktionsbeispiel soll die Schaltungsfunktion verdeutlichen:

Steigt die Spannung an Pin 7 des IC 2 B, erhöht sich auch die Ausgangsspannung an Pin 14 des IC 2 C. Über die nachfolgende Klemm- und Gleichrichterschaltung wird an C 9 eine vom Betrag her größere negative Steuerspannung für das Gate von T 1 erzeugt, die zur Erhöhung des Innenwiderstandes dieses FETs beiträgt. Hierdurch steigt der Gesamtwiderstand, bestehend aus R 14 und T 1, so daß die Verstärkung der mit dem IC 2 B aufgebauten Stufe absinkt. Infolgedessen wird auch die Ausgangsspannung an Pin 7 des IC 2 B wieder kleiner, d. h. diese Schaltungskonfiguration bewirkt eine weitgehende Konstanthaltung des Pegels an Pin 7.

Der Trimmer R 16 wird später so eingestellt, daß bei Einspeisung eines mittleren Signalpegels im Bereich zwischen 2 V und 10 V_{eff} an der Buchse BU 1 die Ausgangsspannung an Pin 7 des IC 2 B 0,4 V_{eff} beträgt.

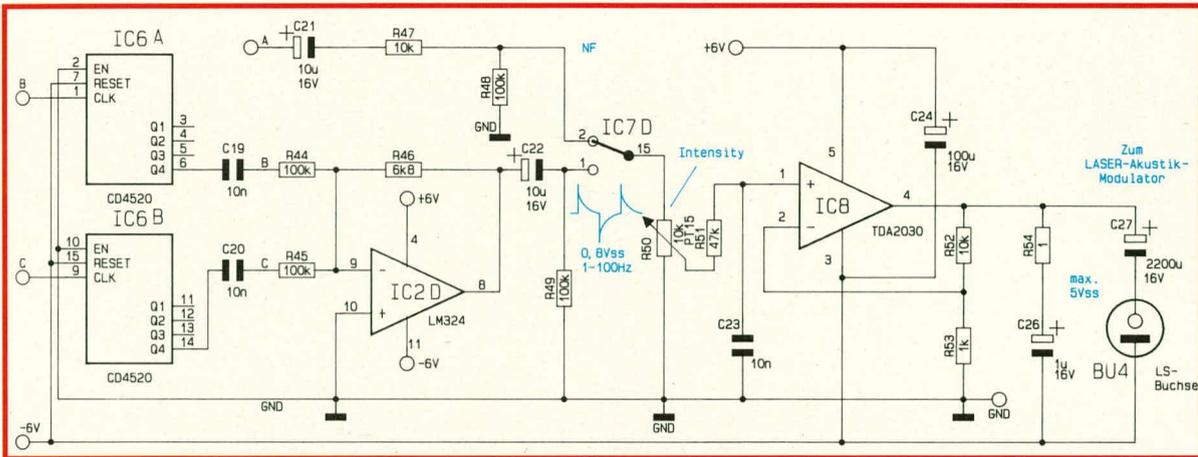


Bild 3: Schaltbild zur weiteren Signalbearbeitung und Umschaltung mit nachgeschalteter Endstufe

Bild 4: Schaltbild der Stromversorgung und Betriebsartwahl

frequenz überlagert, deren Änderungsgeschwindigkeit mit R 25 einstellbar ist, wodurch interessante Effekte entstehen.

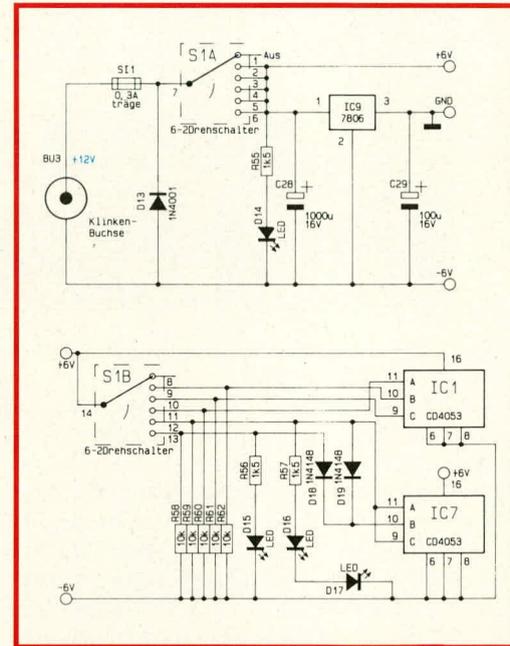
Wenden wir uns als nächstes der in Abbildung 3 gezeigten Teilschaltung zu. Mit den beiden im IC 6 integrierten Teilern wird jeweils die Ausgangsfrequenz der Impulsoszillatoren IC 4 und IC 5 durch den Faktor 16 geteilt. Dies ist erforderlich und sinnvoll, damit der Frequenzbereich der ICs 4, 5 in einem praktikablen Rahmen verläuft.

Am Ausgang Q 4 (Pin 6) des IC 6 A sowie am Ausgang Q 4 (Pin 14) des IC 6 B steht somit eine in ihrer Frequenz veränderbare Rechteckspannung an, die über C 19, R 44 sowie C 20, R 45 auf den Summationseingang (Pin 9) des IC 2 D gelangen. Im Rückkopplungszweig legt der Widerstand R 46 den Verstärkungsfaktor dieser Stufe fest. Am Ausgang (Pin 8) des IC 2 D steht die summierte, d. h. überlagerte Mischfrequenz der beiden Rechteckfrequenzen zur Verfügung, jedoch mit einer frequenzunabhängigen Impulsbreite, die sich durch die Differenzglieder C 19, R 44 und

C 20, R 45 ergibt.

Je nach Stellung des elektronischen Umschalters IC 7 D gelangt entweder die aufbereitete externe NF-Frequenz über C 21, R 47 oder die intern erzeugte Impulsfrequenz über C 22 auf die Endstufe, bestehend aus dem Leistungsverstärker IC 8 mit Zusatzbeschlaltung. Mit dem Regler R 50 kann die Intensität entsprechend der erforderlichen Bildgröße gewählt werden. Über C 27 wird das aufbereitete Signal auf den Ausgang (BU 4) und von dort auf den AM 25 gegeben.

In Abbildung 4 ist im oberen Teil die Stromversorgung dargestellt. Befindet sich S1A in den Stellungen 2 bis 6, so kann die Versorgungsspannung über SI 1 und den Drehschalter auf den Festspannungsregler IC 9 des Typs 7806 gelangen. C 28, C 29 dienen der Pufferung und Schwingneigungsunterdrückung. Als Besonderheit ist hier anzumerken, daß der Ausgang (Pin 3) schal-



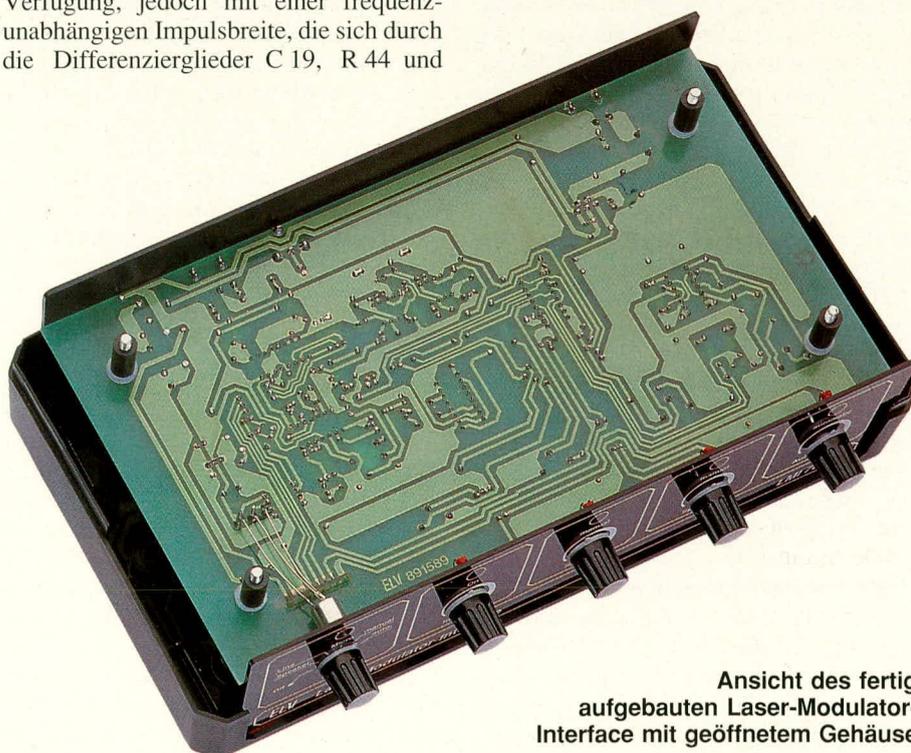
tungstechnisch als Bezugspunkt, d. h. Schaltungsmasse gewählt wurde und dadurch eine negative stabilisierte 6 V-Spannung zur Verfügung steht, während die positive Spannung (+6 V) unstabilisiert bleibt. Die eigentliche Versorgungsspannung wird über BU 3 von einem 12 V/300 mA-Steckernetzgerät eingespeist.

Bei einer Verpolung schützt D 13 die Elektronik und bringt die Schmelzsicherung SI 1 zum Ansprechen.

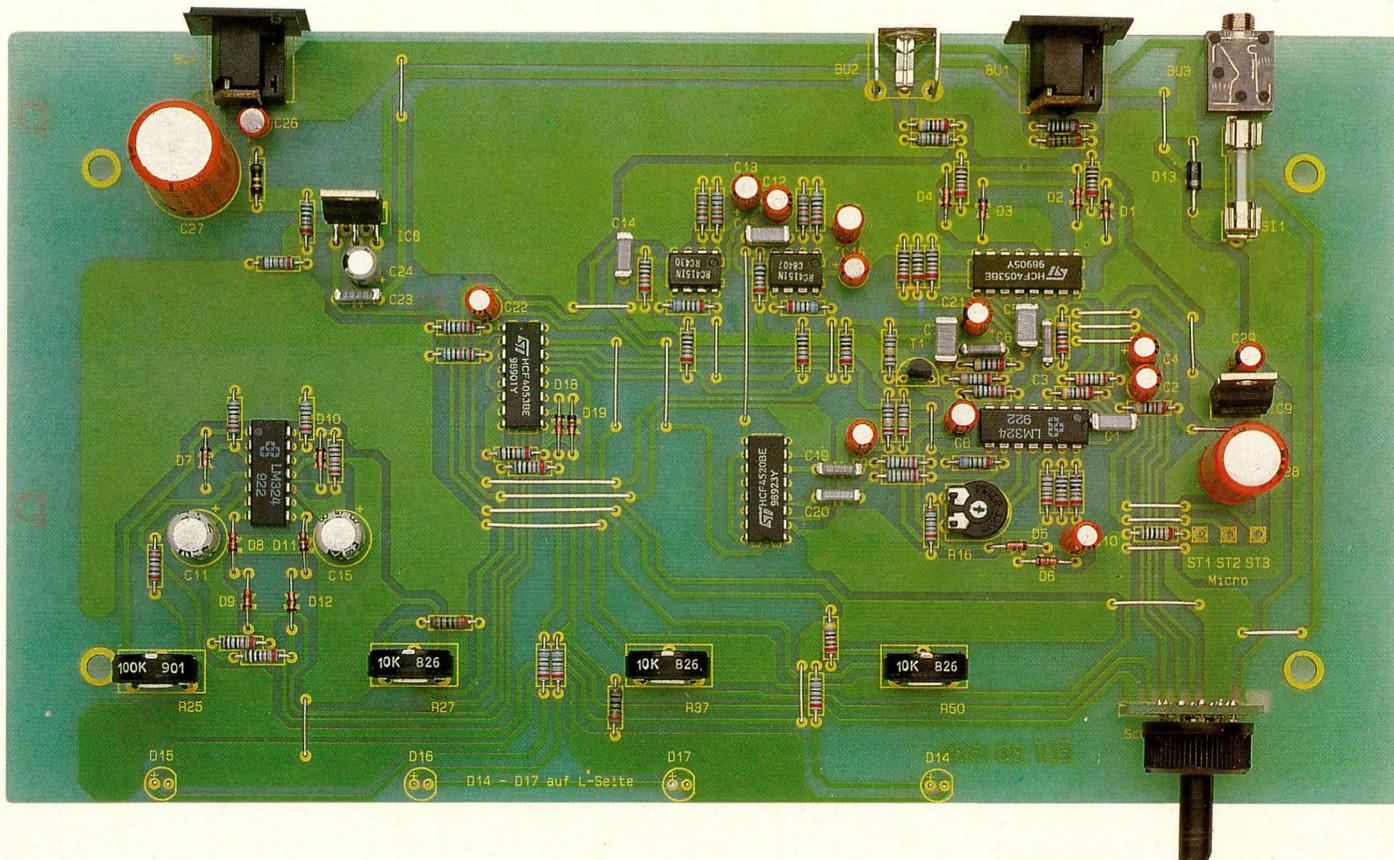
Die zweite Drehschalterhälfte (S1B) dient zur Auswahl der einzelnen Betriebsfunktionen und steuert die Eingänge der elektronischen Umschalter IC 1 und IC 7 an.

Zum Nachbau

Für den Aufbau steht eine großzügig ausgelegte Leiterplatte zur Verfügung, auf der alle wesentlichen Komponenten dieses interessanten Steuergerätes Platz finden. Zunächst werden die niedrigen Bauelemente, später die größeren Teile und zum Abschluß die ICs gemäß dem Bestückungsplan in die Platine gesetzt, auf der Leiter-



Ansicht des fertig aufgebauten Laser-Modulator-Interface mit geöffnetem Gehäuse



**Ansicht der bestückten
Platine des
Laser-Modulator Interface
LMI 7000**

bahnseite verlötet und die überstehenden Drahtenden abgekniffen. Ausgespart hiervon bleiben lediglich die 4 LEDs D 14 bis D 17 sowie das Mikrofon nebst Lötstiften, die auf der Leiterbahnseite der Platine eingesetzt und verlötet werden. Die LED-Anschlußdrähte sollen hierbei etwa 12 mm freie Länge behalten, wodurch sich die LEDs später, durch Umbiegen dieser Drähte, in der erforderlichen Weise ausrichten lassen. Der LED-Körper zeigt hierbei parallel zur Platine liegend nach vorne, und die LED-Spitze schließt bündig mit der Platinevordere Kante ab bei einem Abstand von LED-Körper zur Leiterplattenunterseite von 7-8 mm. Bei korrekter Polarität müssen die abgeflachten Seiten aller LED-Gehäuse zur gegenüberliegenden Platine Kante weisen, nach Umbiegen der LEDs also entsprechend von oben zu sehen sein.

Die Mikrofonanschlüsse werden mit 3 je 50 mm langen, geraden Silberdrahtstücken verlängert und dann, ebenfalls von der Leiterbahnseite her, mit den Platinenanschlußpunkten ST 1 bis ST 3 verlötet. Dabei gehört der unter dem Mikrofon mit einem „+“ gekennzeichnete Anschluß an ST 1, der mit einem Massestreifen versehene an ST 3 und der verbleibende demzufolge an ST 2.

Der Drehschalter wird in die kleine Zusatzplatine eingesetzt, verlötet und dann mit dieser von der Bestückungsseite her in die Hauptplatine eingesetzt, so daß der Drehschalter nach vorne weist. Beim anschließenden Verlöten der Hilfsplatine mit

der Hauptplatine ist zu beachten, daß das Drehschaltergehäuse am tiefsten Punkt etwa 0,5 mm Abstand zur Hauptplatinenfläche erhalten sollte, damit die Schalterachse auf derselben Höhe liegt wie die später einzusetzenden Drehachsen der 4 Potis. Wird die Drehschalterplatine zu tief eingelötet, kann der Drehschalter selbst an die Hauptplatine anstoßen und die Betätigung dadurch erschwert werden.

Ist die Bestückung der Platine soweit abgeschlossen und nochmals sorgfältig, d. h. Bauteil für Bauteil kontrolliert, kann eine erste Funktionsüberprüfung und danach der Einbau ins Gehäuse erfolgen.

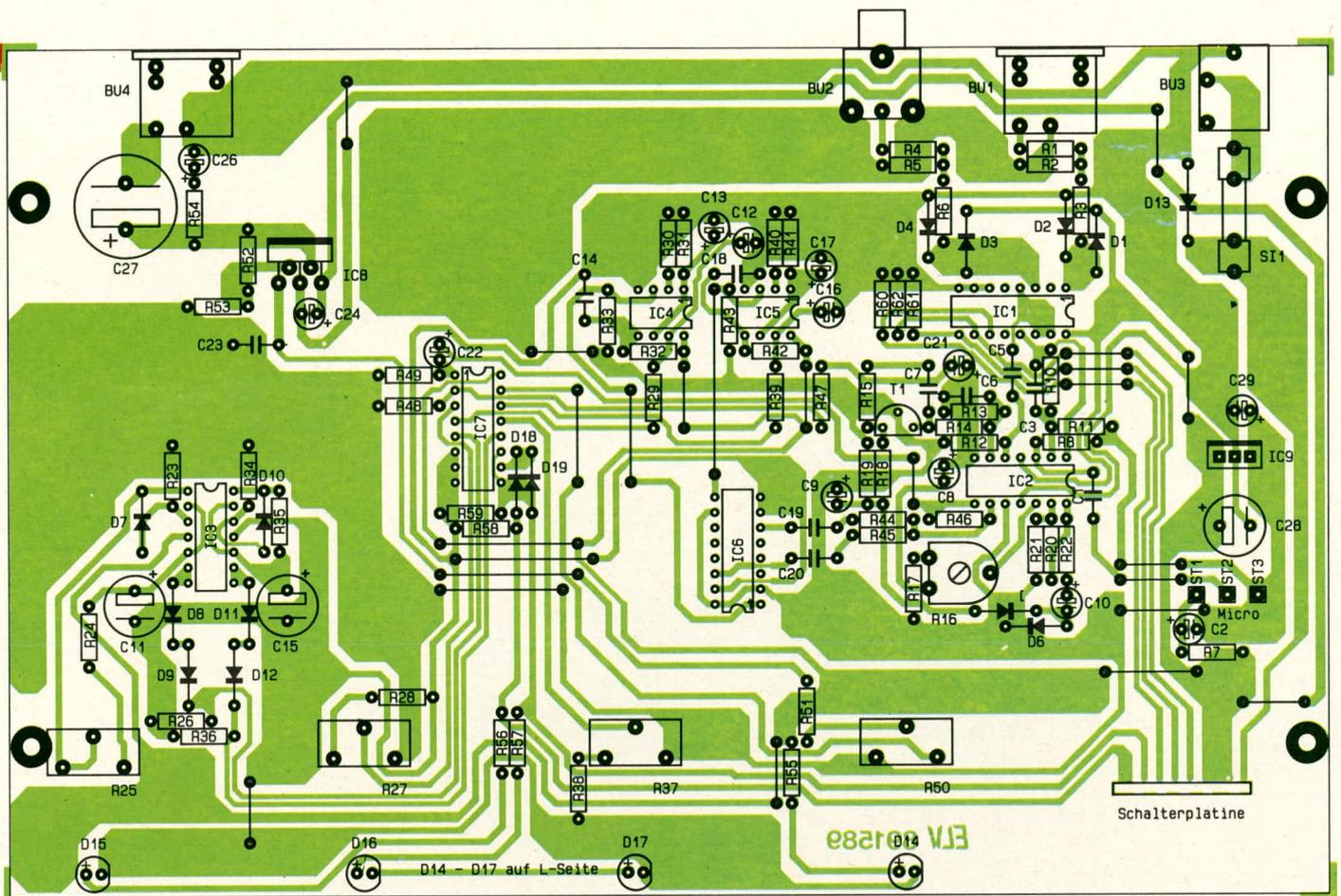
Hier ergibt sich nun eine Besonderheit: die gesamte Chassiseinheit wird „im Kopfstand“ montiert, so daß später die Lötseite der Leiterplatte nach oben zeigt. Grund für diese ungewöhnliche Montage sind die 4 Anzeige-LEDs, die somit später oberhalb der Betätigungselemente angeordnet sind, ohne daß sich Platz- oder Abstandsprobleme auf der Platine ergeben hätten.

Als Montagehilfe ist eine etwa 5 mm dicke Unterlage zu empfehlen, auf die die untere Gehäusehalbschale mit den von unten eingesetzten Schrauben M 4 x 70 mm zu stellen ist. Die Schraubenköpfe der 4 zur Gehäusemontage dienenden 70 mm langen Schrauben ragen somit aus der Gehäuseun-

terhalbschale heraus, an der Unterlage vorbei und liegen auf der Arbeitsplatte auf. Es werden nun von innen zunächst 4 Abstandsrollen á 45 mm aufgeschoben, danach folgt die Platine (einschließlich Front- und Rückplatte), wobei die Leiterbahnseite nach oben weisen muß. Das Lüftungsgitter soll sich im Bereich der Platinenvordere Kante befinden.

Sind Platine und Frontplatte eingepaßt, wird die korrekte Lage der LEDs zu den durchscheinenden Anzeigefenstern in der Frontplatte kontrolliert und nötigenfalls nachkorrigiert sowie das Mikrofon in seine Endstellung gebracht. Es soll sich unmittelbar hinter der dafür vorgesehenen Öffnung befinden, was sich durch entsprechendes Biegen der verhältnismäßig stabilen Anschlüsse leicht und präzise erreichen läßt. Eine weitere Fixierung des Mikrofons ist angesichts dessen geringen Gewichts nicht erforderlich, kann auf Wunsch aber natürlich mit handelsüblichem Alleskleber vorgenommen werden (Achtung: Filzfläche des Mikrofons nur am Rand bestreichen!).

Auf die eingelegte Platine folgt für jede Schraube eine Fetterscheibe 1,5 x 10 mm sowie ein 15 mm langes Abstandsrollchen. Diese 4 Abstandsrollchen werden nun aufgrund des unter die Gehäusehalbschale gelegten 5 mm hohen Abstandsstückes nach oben hin auf mehrere mm Tiefe offen sein. Hierdurch ist die Verwendung von 4 Hilfsführungsstiften möglich (Nägel, überzählige Schrauben M 4 x 70 mm ö. ä.). Diese werden von außen in die Befestigungsboh-



Stückliste: LMI 7000

Widerstände

1Ω	.....	R 54
100Ω	.....	R 2, R 28, R 38
470Ω	.....	R 14
1kΩ	.....	R 17, R 21, R 53
1,5kΩ	.....	R 55-R 57
4,7kΩ	.....	R 11
6,8kΩ	.....	R 32, R 42, R 46
10 kΩ	.....	R 1, R 3, R 6, R 7, R 20, R 22, R 26, R 29, R 33, R 36, R 39, R 43, R 47, R 52, R 58-R 62
15kΩ	.....	R 5
18kΩ	.....	R 30, R 40
22kΩ	.....	R 24
47kΩ	.....	R 4, R 8, R 10, R 13, R 51
100kΩ	.....	R 12, R 23, R 31, R 34, R 41, R 44, R 45, R 48, R 49
120kΩ	.....	R 35
1MΩ	.....	R 15, R 19, R 18
Trimmer, PT10, lieg., 10kΩ	.....	R 16
Trimmer, PT15, steh., 10kΩ, .....	.....	R 50, R 27, R 37
Trimmer, PT15, steh., 100kΩ	.....	R 25

Kondensatoren

1nF	.....	C 3, C 6
10nF	.....	C 19, C 20, C 23
47nF	.....	C 1, C 14, C 18
100nF	.....	C 5, C 7
1µF/16V	.....	C 12, C 13,

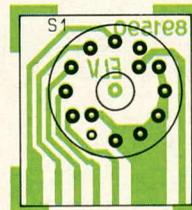
1µF/16V	.....	C 16, C 17, C 26
10µF/16V	.....	C 2, C 8-C 10, C 21, C 22
100µF/16V	.....	C 24, C 29
220µF/16V	.....	C 11, C 15
1000µF/16V	.....	C 28
2200µF/16V	.....	C 27

Halbleiter

RC4151	.....	IC 4, IC 5
TDA2030	.....	IC 8
CD4053	.....	IC 1, IC 7
CD4520	.....	IC 6
LM324	.....	IC 2, IC 3
7806	.....	IC 9
BF245	.....	T 1
1N4001	.....	D 13
1N4148	.....	D 1- D 12, D 18, D 19
LED, 3 mm, rot	.....	D 14-D 17

Sonstiges

1 Lautsprecherbuchse, print	.....	BU 1, BU 4
1 Cinchbuchse, print	.....	BU 2
1 Klinkenbuchse, print, 3,5 mm	.....	BU 3
1 Drehschalter, 6 x 2, print	.....	S 1
1 Sicherung, 300 mA, träge	.....	SI 1
3 Lötstifte		
1 Mikrofonskapsel (Elektret)		
1 Platinsicherungshalter (2 Hälften)		
600 mm Silberdraht		



oben: Bestückungsplan der Basisplatte
links: Bestückungsplan der Drehschalterplatte

runger der oberen Halbschale gesteckt und dann, während sie über das Unterteil gehalten wird, nacheinander in die zugehörigen, oben offenen Abstandsrollen geführt (Lüftungsgitter zeigt nach hinten!). Ist dies bewerkstelligt, wird die obere Halbschale aufs Unterteil abgesenkt, wobei sich die Zentrierstifte ein Stück nach außen herauschieben.

Sobald Front- und Rückplatte korrekt sitzen, kann die Gehäuseverschraubung erfolgen. Hierzu wird das Gerät mit einer Ecke über die Kante der Arbeitsplatte gezogen, die entsprechende Montageschraube mit einem passenden Schraubendreher von unten hochgedrückt und, nachdem der Zentrierstift oben herausfällt, eine entsprechende Mutter M 4 eingezogen. Ist dies nacheinander für alle 4 Gehäuseschrauben erfolgt, werden die GummifüÙe in die Fußmodule gesteckt, Fuß- und Abdeckmodule von unten bzw. oben eingesetzt, die Mittelöffnungen des Gehäuseoberteils durch die Abdeckzylinder unsichtbar gemacht und die Rändelmutter der Versorgungsbuchse sowie die 5 Drehknöpfe montiert (Achsen eventuell passend kürzen), worauf dem Einsatz dieses innovativen Laser-Effektgerätes nichts mehr im Wege steht. **ELV**