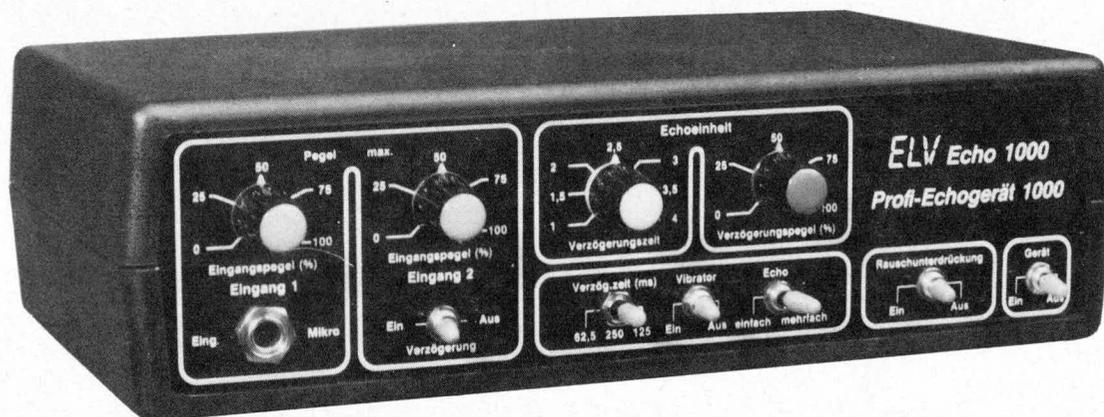


ELV-Digital-Profi-Echogerät EG 1000



Für die Musikbegeisterten unter unseren Lesern stellen wir Ihnen ein außergewöhnliches, professionellen Ansprüchen genügendes Echogerät vor, das aufgrund seines günstigen Preis-/Leistungsverhältnisses in Verbindung mit herausragenden technischen Daten sicherlich viele Freunde finden wird. Das Gerät arbeitet nach dem Delta-Modulations-Prinzip auf digitaler Basis und ermöglicht Verzögerungszeiten bis zu einer Sekunde bei hoher Bandbreite und großem Signal-/Rauschabstand.

Allgemeines

Mit dem ELV-Profi-Echogerät EG 1000 gehen die Wünsche vieler Leser, die ein preiswertes und doch hochwertiges Echogerät erwerben möchten, in Erfüllung.

Zunächst sei jedoch der Unterschied zwischen Echo und Hall kurz erläutert, da es hier immer wieder zu Mißverständnissen kommt:

Bei Echo wird eine vom Klang unveränderte Zwischenspeicherung vorgenommen und ebenso wiedergegeben, d. h. auch Sprache wird als solche in verständliche Form zurückgewandelt. Bei Hall hingegen werden Signale unterschiedlicher Laufzeiten wiedergegeben, wodurch Sprache nur noch als Geräusch oder Klang empfunden wird. Mit dem EG 1000 läßt sich auch ein hallähnlicher Effekt erzeugen, indem die Schalterstellung „Mehrfachecho“ in Verbindung mit einer Verzögerungszeit von ca. 80 bis 100 ms gewählt wird. Hierbei entstehen nach jedem Zeitdurchlauf immer wieder neue, sich aufaddierende Zeiten (z. B. 80 + 80 → 160 + 80 → 240 ms usw.).

Der Vergangenheit dürften Echogeräte mit Magnetbandaufzeichnungen sowie Hallgeräte mit langen Federspiralen (bis zu einem Meter) angehören. Auch hier hat die Digitaltechnik Einzug gehalten. Genau wie bei den elektromechanischen Vorgängern sind die Einsatzmöglichkeiten des EG 1000 nahezu unbegrenzt, wie z. B. für:

- Profi- und Hobby-Musiker, die Gesang und Musik akustisch verschönern möchten,
- Filmamateure, die ihren Aufnahmen

- eine besondere Note verleihen wollen,
- Einsatz in Diskotheken oder auch im eigenen Partykeller,
- nachträglicher Anschluß an eine einfache Heimorgel,
- Stimm- und Tonlageveränderungen, was jeder schon durch Drehen an einem Plattenspieler vonhand probiert hat und dabei mickymausähnliche Stimmen hörte.

Mit dem ELV-Profi-Echogerät EG 1000 können Tonsignale von ca. 60 ms bis zu 1 Sekunde verzögert und als einfaches oder mehrfaches Echo wiedergegeben werden. Bei mehrfachem Echo können Signale auch noch länger gehalten werden.

Das Gerät verfügt über zwei getrennt regelbare Eingänge. Eingang 1 ist von der Frontplatte zugänglich und zum Anschluß von dynamischen Mikrofonen geeignet. Eingang 2 ist an der Geräterückseite zugänglich und kann z. B. an Tonbandgeräte, Tuner, Musikinstrumente o. ä. angeschlossen werden. Dieser Eingang hat einen zusätzlichen Schalter (Verzögerung Ein/Aus), mit dem das anliegende Signal wahlweise mit oder ohne Echo zum Ausgang gelangt, während das vom Eingang 1 kommende Signal (Mikrofon) immer als Echo übertragen wird.

Die beiden Eingangspegel werden mit Hilfe der zugehörigen Frontplattenpotis eingestellt. Bei dieser Einstellung ist die Pegel-Leuchtdiode zu beachten. Sie soll rhythmisch zum Ton, aber keineswegs immer aufleuchten, um den bestmöglichen Ar-

beitspunkt des Analog-Digital-Wandlers auszunutzen.

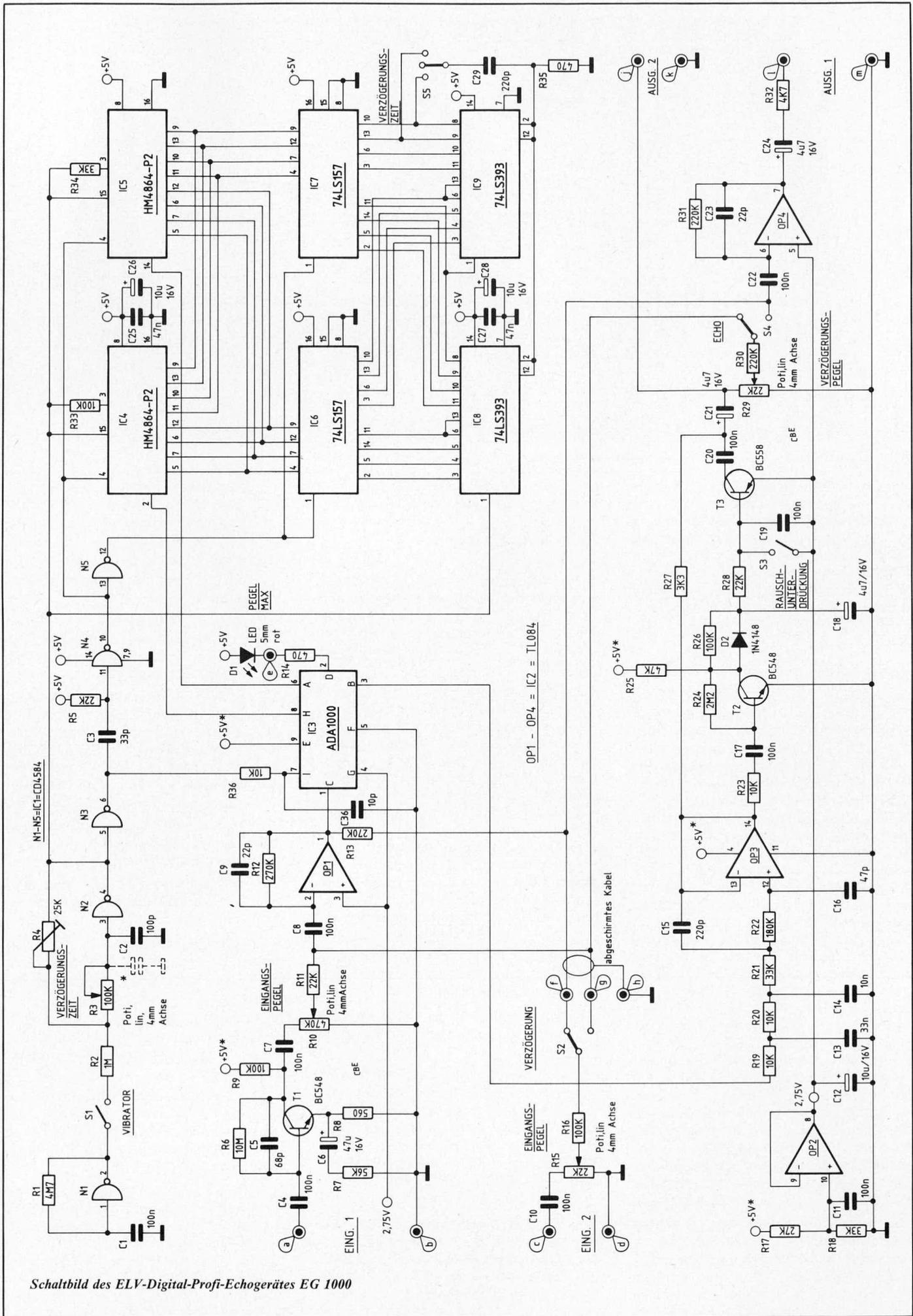
Die Ausgangsbuchse 1 befindet sich ebenso wie Eingang 2 an der Geräterückseite und kann an jeden handelsüblichen Verstärker angeschlossen werden.

Zusätzlich befindet sich die Ausgangsbuchse 2 an der Rückseite, die das einfach verzögerte Signal bei voller Amplitude abgibt.

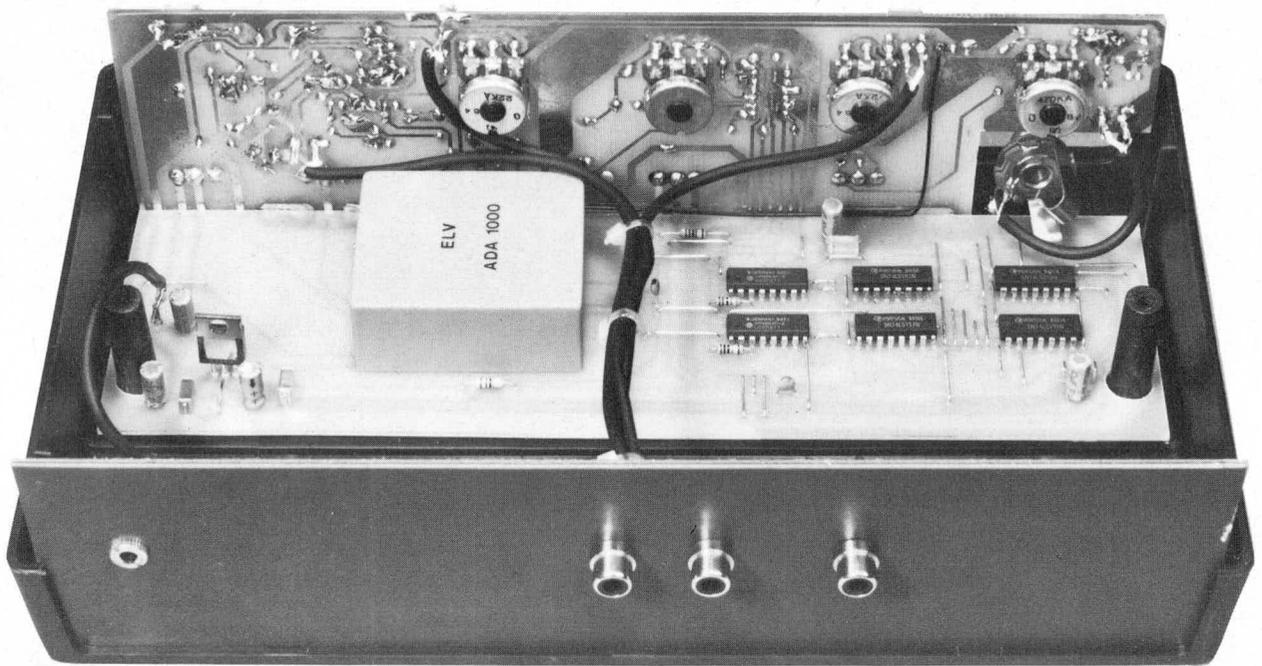
Die Echoverzögerungszeit kann grob, mit dem dreistufigen Schalter 62,5 - 250 - 125 ms und fein mit dem Poti 1-4 im Bereich von 62,5 bis 1000 ms eingestellt werden. Mit dem Poti „Verzögerungspegel“ wird die Stärke des Echos auf den Ausgang eingestellt. Mit dem Schalter-„Vibrator“ kann eine Frequenzmodulation des zu übertragenden Signales vorgenommen werden. Bei Sprache oder Musik ist dies allerdings kaum hörbar, daher dient diese Betriebsart hauptsächlich dafür, um frequenzstabile Signale, wie sie z. B. von einer einfachen Heimorgel geliefert werden, in ihrer Klangfülle zu bereichern.

Die Echoart kann mittels Schalter auf Einfach- oder Mehrfachecho gewählt werden. In Stellung „Mehrfach“ wird das Echosignal immer wieder auf den Eingang zurückgeführt, bis es allmählich abgeklungen ist. Die Stärke der Rückführung ist abhängig von der Stellung des Verzögerungspegelpotis. Wird dieses zu weit aufgedreht, so kann es zu einer Übersteuerung des Einganges führen.

Die Rauschunterdrückungsschaltung kann



Schaltbild des ELV-Digital-Profi-Echogerätes EG 1000



Rückansicht des in die untere Gehäusehalbschale eingebauten ELV-Digital-Prof-Echogerätes EG 1000

mit dem zugehörigen Schalter aktiviert werden. Bei großen Lautstärkeunterschieden sollte diese immer im Betrieb sein, da sie den Signal-Rauschabstand erheblich verbessert. Die Schaltung greift nur in Tonpausen ein, wodurch bei einer Signalübertragung die volle Qualität erhalten bleibt. Oft zeigt es sich, daß sogar alte Tonbandaufnahmen hierdurch verbessert werden.

Funktionsprinzip

Die zu verarbeitenden Tonsignale werden immer über einen Vorverstärker dem Wandlermodul IC 3 zugeführt und dort in serielle Digital-Information umgewandelt. Eine am Wandlermodul angeschlossene Leuchtdiode zeigt den richtigen Arbeitspunkt an, um eine Übersteuerung zu vermeiden. Zwei dynamische Ram's (digitale Speicherbausteine), die hier als eine Art Schieberegister verwendet werden, übernehmen die gewünschte zeitliche Zwischenspeicherung. Beide Speicher besitzen jeweils 65 536 Speicherplätze, welche durch eine Zählerkette angesprochen werden. Zu jedem Arbeitstakt (Adresse) wird dem Speicher zunächst die alte Information entnommen, um anschließend den neuesten Wert einschreiben zu können. Erst nach Durchlauf aller 131 072 Adressen wird diese Information als verzögertes Signal wieder ausgelesen. Diese verzögerte Digital-Information wird auch dem bereits erwähnten Wandlermodul zugeführt, um dort in die eigentliche Analog-Information (Tonsignal) zurückgewandelt zu werden. Das Wandlermodul hat daher eine Doppelfunktion. Das zurückgewandelte Tonsignal wird dann einem aktiven Tiefpaßfilter zugeführt, um es dort von dem im Wandler entstandenen Oberwellenanteil zu befreien.

Zur zusätzlichen Verbesserung des Signal-Rauschabstandes passiert das Signal noch eine zuschaltbare Rauschunterdrückungsstufe, welche nur in Tonpausen aktiv ist. Von dort gelangt das Signal über einen Verstärker zur Ausgangsbuchse auf der

Geräterückseite, um einem externen Verstärker zugeführt werden zu können.

Schaltungsprinzip

Wie bereits erwähnt, verfügt das Gerät über zwei getrennt regelbare Eingänge. Bevor die beiden Eingänge am Mischer und Vorverstärker OP 1 miteinander verbunden werden, wird Eingang 1 über die Transistorstufe T 1 auf den erforderlichen Pegel verstärkt.

Eingang 2 kann durch Schalter S 2 entweder an OP 1 (verzögert) oder an OP 4 (unverzögert) wahlweise betrieben werden. Das unverzögerte Gemisch von Eingang 1 mit Eingang 2 gelangt über R 13 zum Ausgangsverstärker OP 4, während das verzögerte Gemisch über R 29 (Verzögerungspotentiometer) und R 30 zu OP 4 gelangt. Weiterhin gelangt das verzögerte Signalgemisch von OP 1 in das Wandlermodul IC 3. Das Wandlermodul IC 3 hat insgesamt 3 Aufgaben: Es wandelt das am Eingang C liegende Analog-Signal in digitale Informationen um und gibt diese am Ausgang H ab.

Eine Eingangsspannungsüberwachung signalisiert am Ausgang D, wenn das Analog-Signal 75% seiner max. zulässigen Amplitude überschreitet.

Weiterhin wandelt das IC 3 das verzögerte Digital-Signal in die ursprüngliche analoge Form zurück.

Die Digital-Information von IC 3 (Ausgang „H“) gelangt zu den beiden hintereinandergeschalteten Speichern IC 4 und IC 5. Diese werden von den Zählern IC 8 und IC 9 adressiert. Erst nach Durchlauf aller 131 072 Speicherplätze gelangt die verzögerte Digital-Information zum Wandler (IC 3 - Eingang „A“) zurück.

Die Adressierung der Speicher (Ram's) erfolgt in zwei Stufen. Es werden nacheinander je 8 Zeilen- und 8 Spaltenadressen angelegt, wobei IC 6 und IC 7 die Aufgabe haben, die 16 Zählerausgänge in 2 x 8 umzuschalten.

N 2 ist der Taktoszillator des gesamten Systems und arbeitet im Frequenzbereich von 130 kHz bis 520 kHz, je nach Stellung der Verzögerungszeitpotis.

N 3, N 4 und N 5 erzeugen die für den Wandler und den Speicher erforderlichen Steuersignale.

N 1 ist ein Niederfrequenzoszillator und moduliert bei geschlossenem Schalter 1 den Taktoszillator N 2, wodurch eine Frequenzmodulation entsteht.

Das verzögerte Tonsignal gelangt von Ausgang B (IC 3) zum aktiven Tiefpaßfilter OP 3. Dieser Filter besitzt eine Eckfrequenz von ca. 12 kHz und soll den hochfrequenten Oberwellenanteil des Wandlers IC 3 abblocken.

Die Transistorstufe T 2, T 3 stellt, wie bereits erwähnt, eine Rauschunterdrückungsschaltung dar. T 2 dient als Vorverstärker und steuert den Schalter T 3.

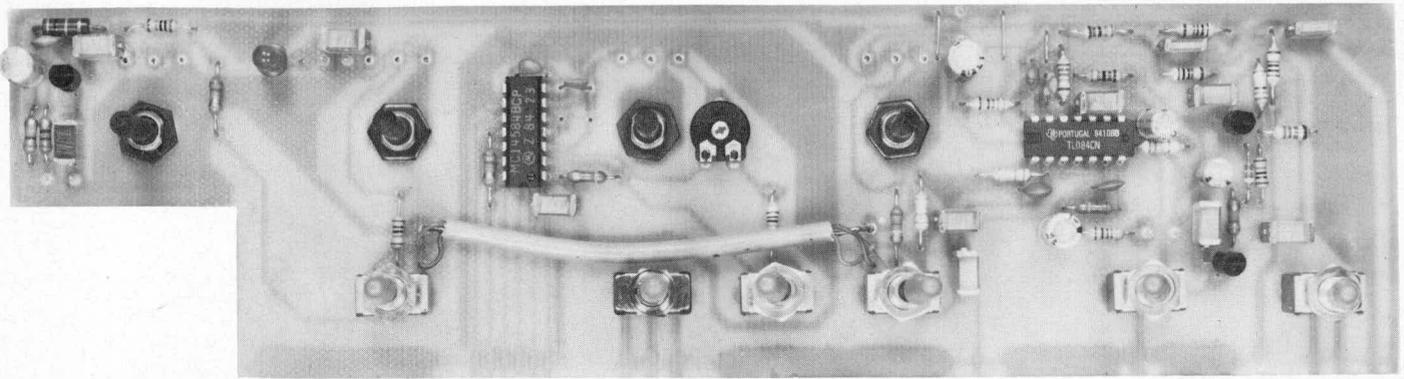
In Tonpausen wird T 3 leitend und führt über C 20 einen Großteil des Rauschsignales ab.

Als Ausgangsverstärker wird OP 4 verwendet. Er liefert genügend Spannung zum Ansteuern eines normalen Leistungsverstärkers.

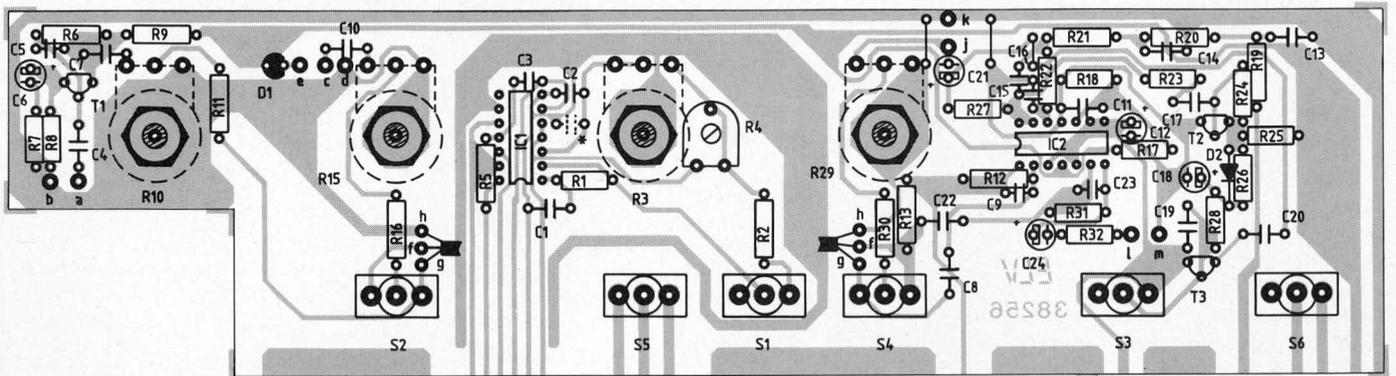
Die Kondensatoren C 5, C 9 sowie C 23 dienen zur Gegenkopplung und sollen verhindern, daß Hochfrequenz die Verstärker passieren kann.

Mit OP 2 wird eine künstliche Mittenspannung von 2,75 V erzeugt. Sie dient als Bezugspotential für OP 1, OP 3 und OP 4 und erspart somit eine zweite Versorgungsspannung des Gerätes.

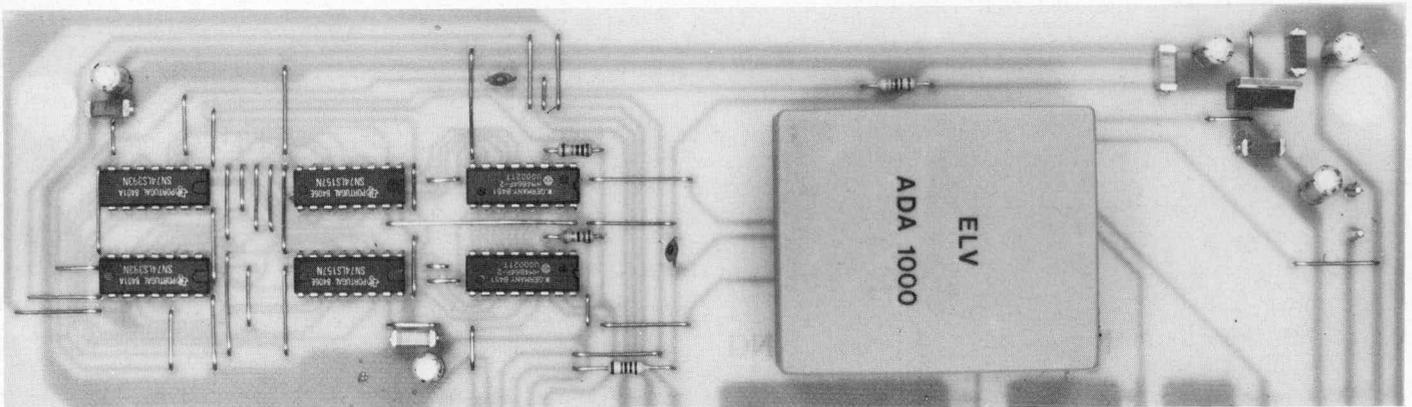
Schalter S 5 wird zur Wahl der Speicherbreite und somit auch zur Verzögerungszeit genutzt. Je nach Stellung dieses Schalters werden die Adresszähler IC 8 und IC 9 bei $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ der Zählerbreite zurückgesetzt. Bei offenem Schalter S 5 wird die gesamte Speicherbreite ausgenutzt und die maximale Zeit erreicht.



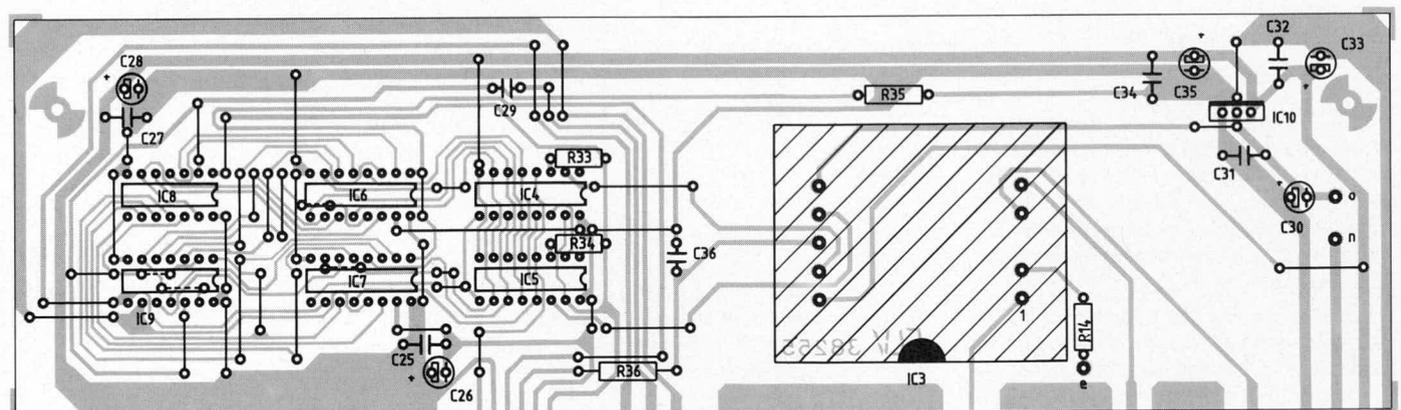
Ansicht der fertig bestückten Frontplatine des ELV-Digital-Profi-Echogerätes EG 1000



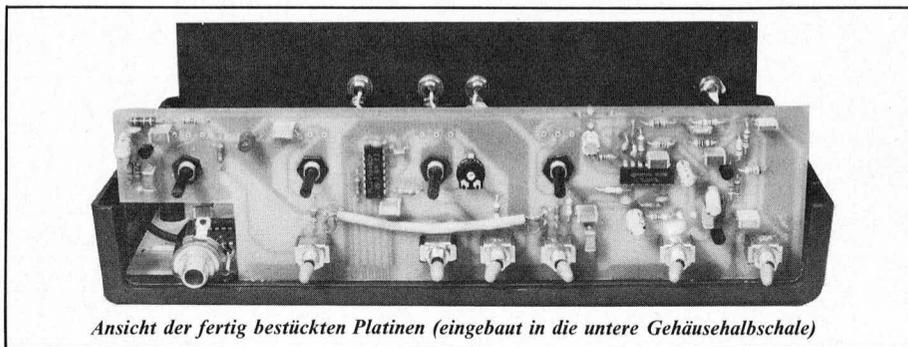
Bestückungsseite der Platine des ELV-Digital-Profi-Echogerätes EG 1000 (Originalgröße: 245 mm x 65 mm)



Ansicht der fertig bestückten Basisplatine des ELV-Digital-Profi-Echogerätes EG 1000



Bestückungsseite der Platine des ELV-Digital-Profi-Echogerätes EG 1000 (Originalgröße: 245 mm x 70 mm)



Ansicht der fertig bestückten Platinen (eingebaut in die untere Gehäusehalbschale)

Zum Nachbau

Obwohl es sich um eine völlig neuartige und besonders anspruchsvolle Schaltungskonzeption handelt, gestaltet sich der Nachbau verhältnismäßig einfach.

Zum einen ist dies auf das ausgereifte Leiterplattenlayout zurückzuführen und zum anderen auf den Einsatz eines Fertigungsmoduls, in dem der sensible Analog/Digital-Digital/Analog-Wandler bereits fertig abgeglichen enthalten ist.

An dieser Stelle wollen wir noch einige Worte zur Leiterbahnführung anmerken:

Durch die mit dieser Schaltung erreichbaren großen Verzögerungszeiten bei voller Bandbreite des zu übertragenden NF-Signals, ist eine besonders aufwendige und schnelle Schaltungstechnik in bezug auf Speicherung und Signalumsetzung erforderlich, die nur dann einwandfrei arbeiten kann, wenn auch die Signalwege, d. h. die Leiterbahnführung exakt definiert ist. Beim Nachbau dieser Schaltung sollte daher unbedingt das vorliegende Layout der Leiterplatten verwendet werden, da selbst geringe Layoutänderungen im ungünstigen Fall die Schaltung funktionsuntüchtig machen können. In der vorliegenden Version ist die gesamte Schaltung jedoch nachbausicher und kann von jedem Elektroniker, der bereits etwas Erfahrung im Aufbau elektronischer Schaltungen gesammelt hat, problemlos in Angriff genommen werden.

Die Versorgung des gesamten Gerätes erfolgt über ein unstabiliertes Gleichspannungs-Steckernetzteil, dessen Ausgangsspannung im Bereich von 9 V bis 15 V liegen kann, bei einer Stromentnahme, die kleiner als 50 mA ist. Da das Gerät selbst ausschließlich Kleinspannungen führt, ist die Handhabung auch bei geöffnetem Gehäuse ungefährlich.

Beim Nachbau der Schaltung geht man zweckmäßigerweise wie folgt vor:

Zunächst werden die Bauelemente anhand der Bestückungspläne in gewohnter Weise auf die Leiterplatten gesetzt und verlötet. Günstig ist es hierbei, wenn man zunächst die niedrigen Bauteile wie Brücken, Widerstände usw. auf die Platine setzt und anschließend die höheren Bauelemente. Die empfindlichen IC's sollten als letztes eingebaut werden.

Damit das Wandlermodul keinen Schaden nimmt, ist hier besonders auf kurze, jedoch ausreichende Lötzeit Wert zu legen. Sicherheitshalber sollte man zwischen jeder der neun am IC 3 vorzunehmenden Lötungen eine Pause von 5 Sekunden einlegen.

Die im Schaltplan mit „f“, „g“ sowie „h“ bezeichneten Punkte befinden sich auf der Frontplatte. Diese Punkte sind über eine zweiadrige ca. 10 cm lange abgeschirmte isolierte Leitung miteinander zu verbinden, wobei der Punkt „h“ die Abschirmung darstellt und die Punkte „f“ und „g“ die beiden innerhalb der Abschirmung befindlichen isolierten Leitungen sind.

Nachdem die beiden Leiterplatten fertig bestückt und verlötet wurden, empfiehlt es sich, die Lötstellen noch einmal sorgfältig zu überprüfen. Besonders im Bereich der IC's 4 bis 9 sind die Leiterbahnen sehr dicht gedrängt und die Lötstellen entsprechend klein. Im Zweifelsfall sollte man lieber mit einer Lupe nach evtl. Lötzinnbrücken „fahnden“, als daß später wertvolle IC's ersetzt werden müssen.

Jetzt können die beiden Leiterplatten senkrecht miteinander verlötet werden, und zwar so, daß die Frontplatte ca. 2 mm unterhalb der Leiterbahnseite der Basisplatte hervorsteht.

Als nächstes können die Eingangs- und Ausgangsbuchsen über flexible isolierte abgeschirmte Leitungen mit der Platine verbunden werden. Die Leitungslänge sollte möglichst kurz, jedoch nicht zu knapp gewählt werden.

Die beiden Versorgungsspannungsleitungen können ohne Abschirmung von der Leiterplatte zur 3,5 mm Klinkenbuchse geführt werden, die auf der Rückseite des Gehäuses angeordnet ist.

Zum Abgleich

Aufgrund der Verwendung eines bereits abgeglichenen Wandlermoduls, das unter Verwendung von selektierten, sorgfältig aufeinander abgestimmten Bauelementen produziert wird, beschränkt sich der Abgleich lediglich auf die einfache Einstellung eines einzigen Trimmers (R 4).

Vor der Erstinbetriebnahme wird R 4 an den rechten Anschlag (im Uhrzeigersinn) gebracht sowie weitere Einstellungen vorgenommen.

- R 3 in Stellung „1“
- R 29 in Stellung „100 %“
- R 10 und R 15 auf „0 %“
- Schalter S 4 auf „mehrfach“
- Schalter S 3 auf „Aus“

Das eingehend geprüfte Gerät wird nun an einer Verstärkeranlage in Betrieb genommen. R 4 wird soweit verkleinert bis im Lautsprecher ein Pfeifton zu hören ist. Anschließend wird R 4 soweit zurückgedreht, daß der Pfeifton verstummt, wenn R 29 von 100 % kurz auf 0 % und wieder auf 100 % gedreht wurde. Damit ist der Abgleich des Gerätes bereits beendet.

Stückliste Profi-Echo EG 1000

Halbleiter

IC 1	.....	CD 4584
IC 2	.....	TL 084
IC 3	.....	ADA 1000
IC 4, IC 5	.....	HM 4864-P2
IC 6, IC 7	.....	74LS157
IC 8, IC 9	.....	74LS393
IC 10	.....	µA 7805
T 1, T 2	.....	BC 548
T 3	.....	BC 558
D 1	.....	LED, 5 mm, rot
D 2	.....	1N4148

Kondensatoren

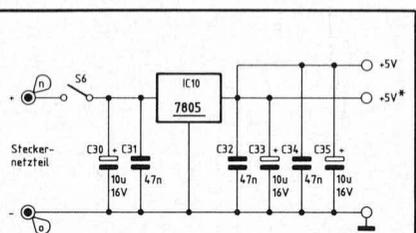
C 1, C 4, C 7	.....	100 nF
C 2	.....	100 pF
C 3	.....	33 pF
C 5	.....	68 pF
C 6	.....	47 µF/16 V
C 8, C 10, C 11	.....	100 nF
C 9, C 23	.....	22 pF
C 12	.....	10 µF/16 V
C 13	.....	33 nF
C 14	.....	10 nF
C 15, C 29	.....	220 pF
C 16	.....	47 pF
C 17	.....	100 nF
C 18, C 21, C 24	.....	4,7 µF/16 V
C 19, C 20, C 22	.....	100 nF
C 25, C 27	.....	47 nF
C 26, C 28	.....	10 µF/16 V
C 30, C 33, C 35	.....	10 µF/16 V
C 31, C 32, C 34	.....	47 nF
C 36	.....	10 pF

Widerstände

R 1	.....	4,7 MΩ
R 2	.....	1 MΩ
R 3	.....	100 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
R 4	.....	25 kΩ, Trimmer liegend
R 5, R 11	.....	22 kΩ
R 6	.....	10 MΩ
R 7	.....	56 kΩ
R 8	.....	560 Ω
R 9, R 16	.....	100 kΩ
R 10	.....	470 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
R 12, R 13	.....	270 kΩ
R 14	.....	470 Ω
R 15	.....	22 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
R 17	.....	27 kΩ
R 18, R 21	.....	33 kΩ
R 19, R 20, R 23	.....	10 kΩ
R 22	.....	180 kΩ
R 24	.....	2,2 MΩ
R 25	.....	47 kΩ
R 26, R 33	.....	100 kΩ
R 27	.....	3,3 kΩ
R 28	.....	22 kΩ
R 29	.....	22 kΩ, Poti, lin, 4 mm Achse
R 30, R 31	.....	220 kΩ
R 32	.....	4,7 kΩ
R 34	.....	33 kΩ
R 35	.....	470 Ω
R 36	.....	10 kΩ

Sonstiges

- 5 Schalter 1 x um
- 1 Schalter 1 x um mit Mittelstellung
- 1 Klinkenbuchse 6,3 mm
- 1 Klinkenbuchse 3,5 mm
- 3 Cinchbuchsen
- 10 Lötstifte
- 60 cm abgeschirmte Leitung 1adrig
- 20 cm flexible Leitung 2 x 0,4 mm²
- 80 cm Silberdraht
- 10 cm abgeschirmte Leitung 2adrig



Schaltbild der 5 V-Stabilisierung auf der Platine