



Echo-Schaltung DE 100

Wohl kein Toneffekt ist in der Audiotechnik so beliebt wie der Echo-Effekt. Durch Einsatz eines digitalen Audio-Prozessors können heute Echo-Effekte in sehr hoher Qualität und mit relativ geringem Aufwand erzeugt werden. Unsere batteriebetriebene Echo-Schaltung arbeitet mit einem solchen Audio-Prozessor und besitzt dazu einen Mikrofoneingang mit einer automatischen Verstärkungsregelung (ALC), die eine optimale Aussteuerung erlaubt bzw. ein Übersteuern verhindert.

Echo für alle Fälle

Kein Fahrgeschäft auf der Kirmeswiese ohne Echo-Effekt in der Soundanlage, keine Diskothek, kein Studio kommt ohne aus, und die beliebten Karaoke-Partys schon gar nicht. Und selbst so manches Spielzeug verfügt über eine Echo-Schaltung ...

Während noch vor wenigen Jahren einiger Aufwand getrieben werden musste, um diesen Effekt in guter Qualität elektronisch zu erzeugen (ältere Leser werden sich noch an die legendäre Echo-Technik mittels spezieller Mehrkopf-Tonbandmaschinen erinnern), erledigen dies heute schon sehr preiswerte, kleine Audio-Prozessoren, die Preis und Herstellungsaufwand deutlich senken und ein solches Effektgerät auch im Selbstbau für jedermann zugänglich machen.

Der in unserer Echo-Schaltung eingesetzte Audio-Prozessor PT 2399 sticht durch die sehr guten technischen Daten, vor allem den sehr guten Signal-Rausch-Abstand von 90 dB, hervor, und mit ihm kann preisgünstig mit relativ geringem Schal-

tungsaufwand eine qualitativ hochwertige Echo-Schaltung realisiert werden.

Schaltung

Der Mittelpunkt der Schaltung (Abbildung 1) ist der bereits erwähnte Audio-Prozessor IC 2 vom Typ PT 2399, um den sich die Schaltungsteile zur Aufbereitung des Mikrofonsignals und für die Spannungsversorgung gruppieren.

Das vom Mikrofon kommende Signal, das über die Klinkenbuchse BU 2 eingespeist wird, weist einen zu geringen Pegel auf, um es direkt auf den Eingang von IC 2 geben zu können, es muss daher verstärkt werden. Dies erfolgt mit dem Operationsverstärker IC 3 A. Der Verstärkungsfaktor wird durch das Verhältnis der beiden Widerstände R 3 und R 6 bestimmt. Die Eingangsbeschaltung der Buchse BU 2 ist so ausgelegt, dass sowohl „normale“ 2-polige Mikrofone als auch Mikrofone bzw. Mikrofonkapseln mit integriertem Impedanzwandler, die eine Spannungsversorgung benötigen, angeschlossen werden können. Die Versorgungsspannung für das

Mikrofon gelangt über die beiden Widerstände R 1 und R 4 auf die Buchse BU 2.

Die mit IC 3 B, T 1 und Außenbeschaltung realisierte ALC (Automatic Level Control, automatische Verstärkungsregelung) verhindert ein Übersteuern des Audio-Prozessors. Die Leerlaufverstärkung von IC 3 B wird mit den beiden Widerständen

Technische Daten: DE 100	
Spannungsversorgung:	9-V-Blockbatterie
Stromaufnahme:	25 mA
Anschlüsse:	
- Eingang	Mikrofon 3,5-mm-Klinke
- Ausgang:	Line/Cinch
Verzögerungszeit:	40 ms bis 400 ms
Sonstiges:	Automatische Lautstärkeregelung (ALC)
Abmessungen (Gehäuse):	115 x 64 x 28 mm

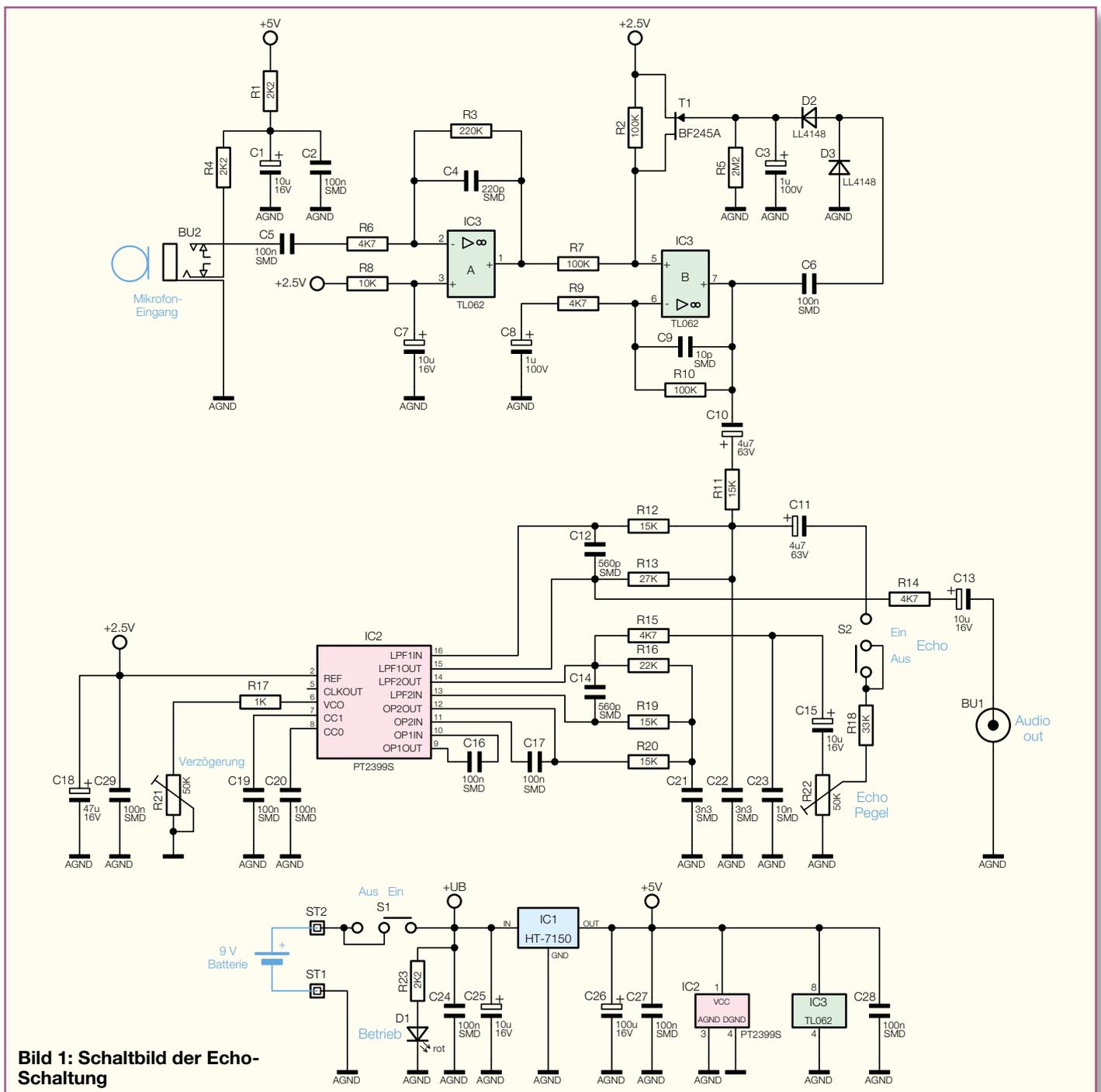


Bild 1: Schaltbild der Echo-Schaltung

R 9 und R 10 festgelegt. Die Widerstände R 7 und R 2 bilden einen Spannungsteiler, der in den Signalweg eingefügt ist. Parallel zu R 2 liegt der FET T 1, mit dessen Hilfe das Spannungsteilverhältnis geändert und somit das Signal abgeschwächt werden kann. Die Arbeitsweise dieses Schaltungsteils wollen wir einmal genauer betrachten. Vom Ausgang (Pin 7) des Operationsverstärkers IC 3 B gelangt die Signalspannung über den Koppelkondensator C 6 an die beiden Dioden D 2 und D 3. Mit den Dioden wird das Wechselspannungssignal gleichgerichtet, so dass über dem Kondensator C 3 eine Gleichspannung ansteht, deren Höhe abhängig von der Signalspannung ist. Mit der so gewonnenen Gleichspannung wird

das Gate des Transistors T 1 angesteuert. Je nach Höhe der Steuerspannung verändert T 1 seinen Drain-Source-Widerstand, wodurch auch die Gesamtverstärkung verändert wird. Hierdurch ist ein geschlossener Regelkreis entstanden, der das Ausgangssignal von IC 3 B auf einem konstanten Pegel hält. Die Regelung setzt erst ab einem bestimmten Pegel ein, der von der Flussspannung der Dioden D 1 und D 2 bestimmt wird. Die Zeitkonstante R 5 und C 3 bestimmt das Regelverhalten der ALC. Ein plötzlicher Pegelanstieg lässt die Regelschaltung sofort ansprechen. Durch die Entladung von C 3 über R 5 steigt die Gesamtverstärkung anschließend nur langsam wieder an.

Wollen wir nun die Funktionsweise des nachfolgenden Audio-Prozessors IC 2, dessen Blockschaltbild in Abbildung 2 dargestellt ist, betrachten: Das analoge NF-Signal vom Ausgang der ALC wird digitalisiert und anschließend in einem RAM-Speicher abgelegt (gespeichert). Ein A/D-Wandler wandelt das aus dem Speicher ausgelesene digitale Signal wieder in ein analoges Signal um. Der Trick dabei ist, dass durch die Zwischenspeicherung eine zeitliche Verzögerung zwischen Ein- und Ausgangssignal entsteht. Diese Verzögerung kann durch Verändern der Taktfrequenz des VCO (Voltage Controlled Oscillator, spannungsgesteuerter Oszillator) in einem Bereich von 40 bis 400 ms eingestellt werden.

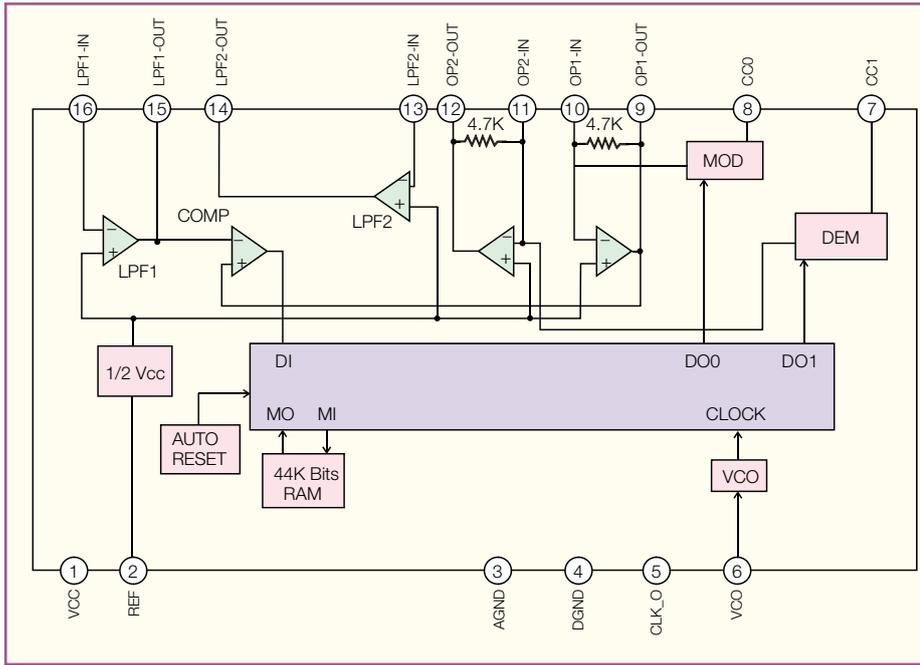


Bild 2: Das Blockschaftbild des PT 2399.

eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem jeweiligen Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Beim Einsetzen der Elkos ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten, wobei in der Regel der Minus-Anschluss am Elko gekennzeichnet ist. Die Einbauhöhe der Leuchtdiode D 1

Die Einstellung erfolgt mit dem Trimmer R 21. Die Samplingfrequenz und damit die Taktfrequenz des VCO liegt je nach Einstellung zwischen 1 und 22 MHz. Ein Echo entsteht dann, wenn das verzögerte Signal wieder mit dem Eingangssignal gemischt wird (siehe Abbildung 3). Die „Stärke“ des Echos lässt sich mit dem Poti „Echo-Pegel“ (R 22) einstellen. Die Rückkopplung zum Eingang kann mit dem Schalter S 2 (Echo Ein/Aus) komplett unterbrochen werden, ohne dabei die Stellung von R 22 verändern zu müssen.

Die weitere Außenbeschaltung (Widerstände und Kondensatoren) von IC 2 sind externe Komponenten der integrierten Operationsverstärker von IC 2, mit denen z. B. auch die Grenzfrequenz des Tiefpassfilters (LPF-OUT) festgelegt wird. Dieses Tiefpassfilter am Ausgang des A/D-Wandlers ist notwendig, um Anteile der Taktfrequenz des VCO zu unterdrücken.

Über R 14 und C 13 gelangt das NF-Signal schließlich zur Ausgangsbuchse BU 1.

Für die Spannungsversorgung der Schal-

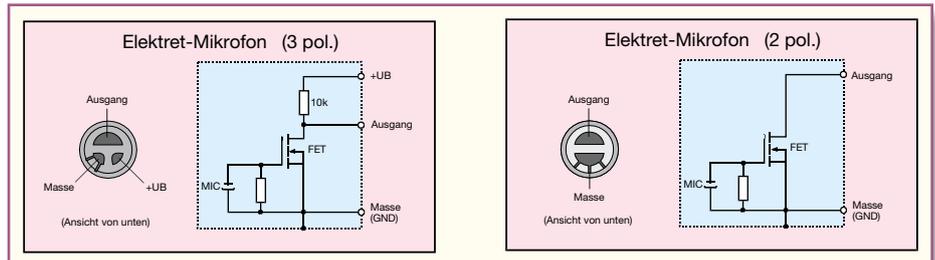


Bild 4: Anschlussbelegung von 2- und 3-poligen Elektret-Mikrofonen

tung kommt eine 9-V-Batterie zum Einsatz, die über ST 2 (+) und ST 1 (-) angeschlossen wird. Der Spannungsregler IC 1 erzeugt eine für IC 2 notwendige stabile Spannung von 5 V.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, so dass nur die bedrahteten Bauteile bestückt werden müssen, so entfällt der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler,

(gemessen zwischen LED-Oberkante und Platine) muss genau 18 mm betragen. Die Polung der LED ist durch den etwas längeren Anoden-Anschlussdraht (+/Anode) erkennbar.

Als nächstes werden die Buchsen, Schalter und die beiden Potis bestückt und verlötet. Die Potis werden mit Steckachsen versehen, auf die dann später bei geschlossenem Gehäuse die Drehknöpfe aufsteckt werden. Zum Schluss ist noch das Anschlusskabel für die Batterie anzulöten. Das Kabel wird, wie im Platinenfoto zu erkennen, durch die Bohrungen in der Platine gefädelt, wobei die rote Zuleitung mit dem Anschluss „+“ und die schwarze Leitung mit dem Anschluss „-“ verlötet wird.

Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt nach einer sorgfältigen Endkontrolle auf Bestückungs- und Lötfehler der Einbau in das Gehäuse. Hierzu wird die Platine zunächst mit vier Kunststoffschrauben 2,2 x 5 mm im Gehäuseunterteil befestigt. Nachdem man das Gehäuseoberteil mit dem Gehäuseunterteil verschraubt hat, sind die Drehknöpfe mit Pfeilscheibe und Kappe zu versehen, lagerichtig (Pfeil muss mit Skala korrespondieren) auf die Steckachsen aufzustecken und seitlich jeweils mit der zugehörigen Madenschraube zu fixieren. Damit die Batterie später spielfrei

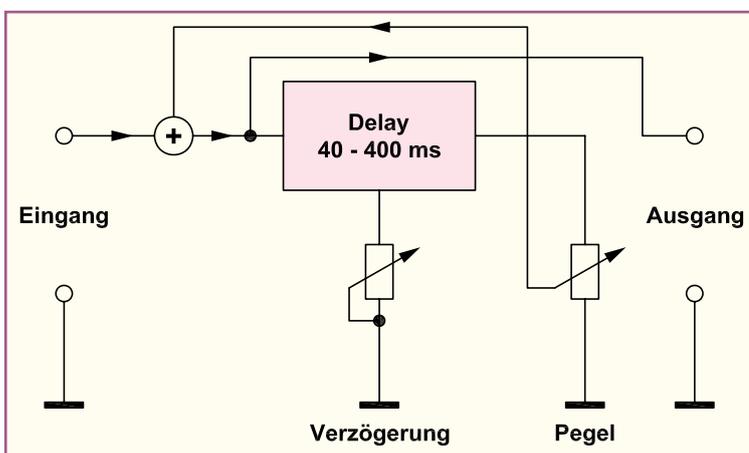
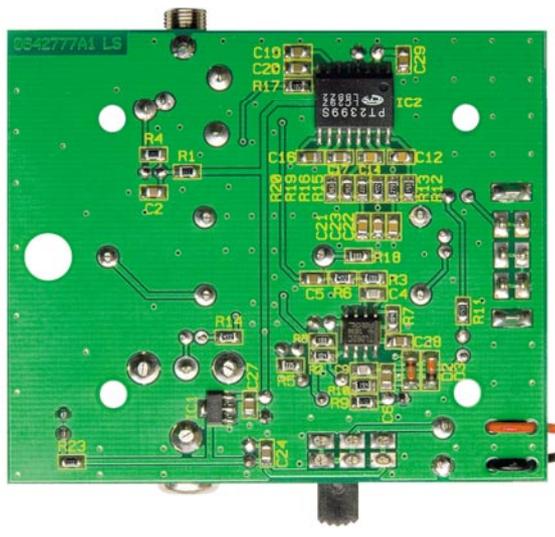
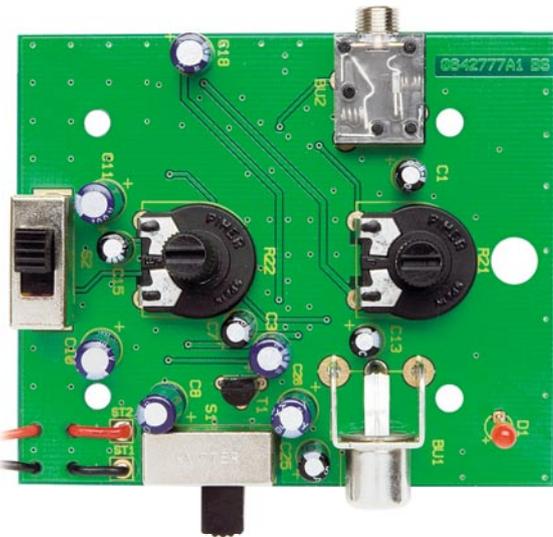
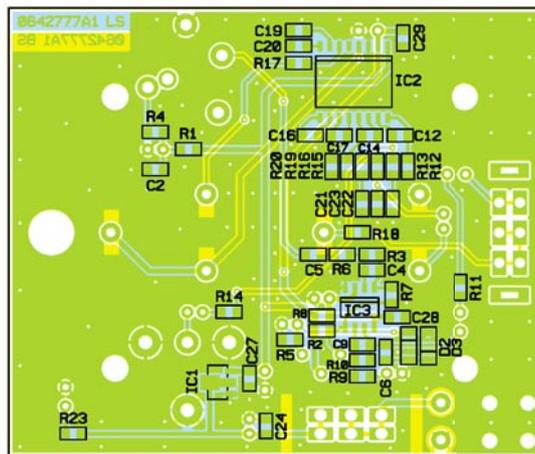
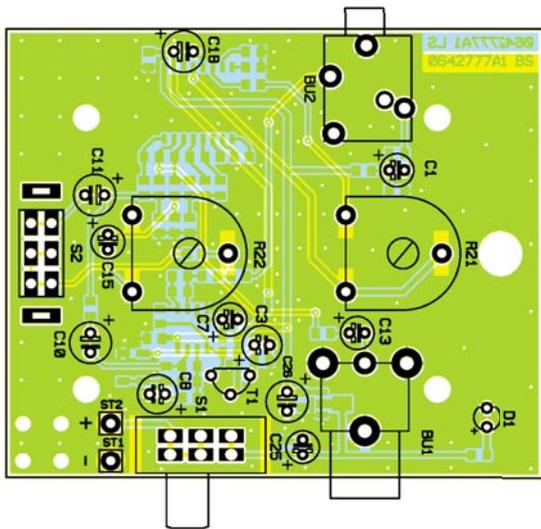


Bild 3: So entsteht das Echo.



Ansicht der fertig bestückten Platine des DE 100 mit zugehörigem Bestückungsplan, links von der Bestückungsseite, rechts von der Lötseite



im Gehäuse liegt, wird in das Batteriefach ein Stück Schaumstoff geklebt.

Inbetriebnahme und Bedienung

Als Mikrofone eignen sich besonders Elektret-Mikrofone, als fertiges Mikrofon oder als preisgünstige Kapsel. Wie schon erwähnt, gibt es 2- und 3-polige Ausführungen, die eine externe Betriebsspannung benötigen. Wie man die verschiedenen Mikrofone anschließt, ist in Abbildung 4 dargestellt. Benötigt man keine Betriebsspannung, wie z. B. bei einfachen dynamischen Mikrofonen oder Mikrofonen, in denen bereits eine Batterie integriert ist, wird der mittlere Anschluss des Klinkensteckers nicht beschaltet. Der Ausgangspegel der

Echo-Schaltung reicht aus, um jeden Line-Eingang z. B. eines Verstärkers zu treiben. Für die Bedienung stehen die beiden Einsteller „Verzögerung“ und „Echo-Pegel“ zur Verfügung. Die „Verzögerung“ ist in einem Bereich von 40 bis 400 ms veränderbar. Der Einsteller „Echo-Pegel“ bestimmt den Rückkopplungsfaktor und somit die „Stärke“ des Echos. **ELV**

Echo-Schaltung reicht aus, um jeden Line-Eingang z. B. eines Verstärkers zu treiben. Für die Bedienung stehen die beiden Einsteller „Verzögerung“ und „Echo-Pegel“ zur Verfügung. Die „Verzögerung“ ist in einem Bereich von 40 bis 400 ms veränderbar. Der Einsteller „Echo-Pegel“ bestimmt den Rückkopplungsfaktor und somit die „Stärke“ des Echos. **ELV**

Stückliste: Digital-Echo DE 100

Widerstände:

1 k Ω /SMD/0805	R17
2,2 k Ω /SMD/0805	R1, R4, R23
4,7 k Ω /SMD/0805 ...	R6, R9, R14, R15
10 k Ω /SMD/0805	R8
15 k Ω /SMD/0805	R11, R12, R19, R20
22 k Ω /SMD/0805	R16
27 k Ω /SMD/0805	R13
33 k Ω /SMD/0805	R18
100 k Ω /SMD/0805	R2, R7, R10
220 k Ω /SMD/0805	R3
2,2 M Ω /SMD/0805	R5
PT15, liegend, 50 k Ω	R21, R22

Kondensatoren:

10 pF/SMD/0805	C9
220 pF/SMD/0805	C4
560 pF/SMD/0805	C12, C14

3,3 nF/SMD/0805	C21, C22
10 nF/SMD/0805	C23
100 nF/SMD/0805	C2, C5, C6, C16, C17, C19, C20, C24, C27–C29
1 μ F/100 V	C3, C8
4,7 μ F/63 V	C10, C11
10 μ F/16 V	C1, C7, C13, C15, C25
47 μ F/16 V	C18
100 μ F/16 V	C26

Halbleiter:

HT7150/SMD	IC1
PT2399S/SMD	IC2
TL062C/SMD	IC3
BF245A	T1
LL4148	D2, D3
LED, 3 mm, Rot	D1

Sonstiges:

Cinch-Einbaubuchse, print	BU1
Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print	BU2
Schiebeschalter, 2 x um, winkelprint	S1
Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print ..	S2
9-V-Batterieclip	ST1/ST2
2 Kunststoff-Steckachsen, \varnothing 6 x 16,8 mm	
2 Drehknöpfe, 12 mm, Grau	
2 Knopfkappen, 12 mm, Grau	
2 Pfeilscheiben, 12 mm, Grau	
2 Gewindestifte mit Spitze, M3 x 4 mm	
4 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
1 Schaumstoffstück, selbstklebend, 40 x 20 x 10 mm	
1 Gehäuse mit Batteriefach, Schwarz, komplett, bearbeitet und bedruckt	