



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 |

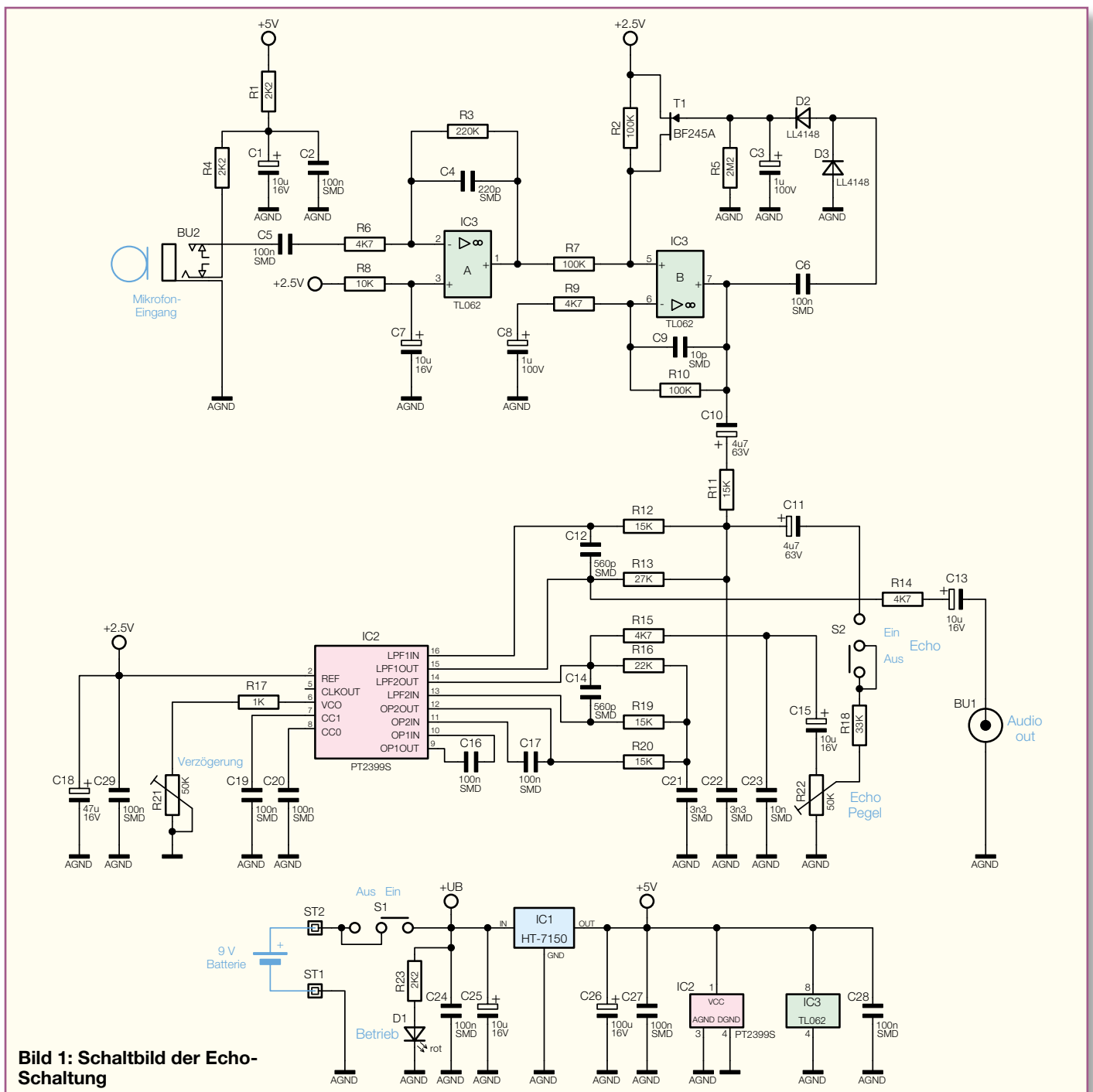
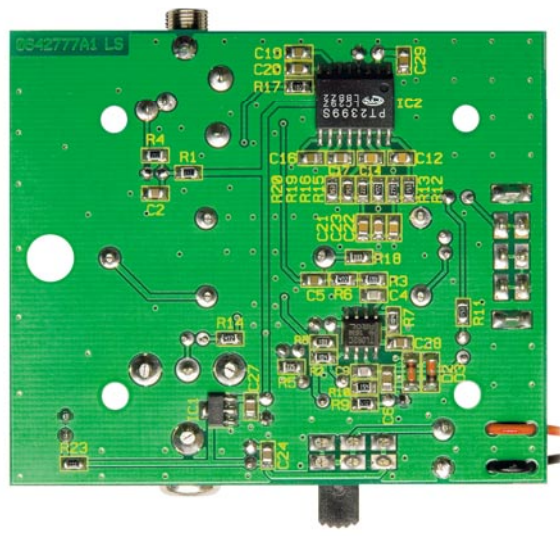


Bild 1: Schaltbild der Echo-Schaltung

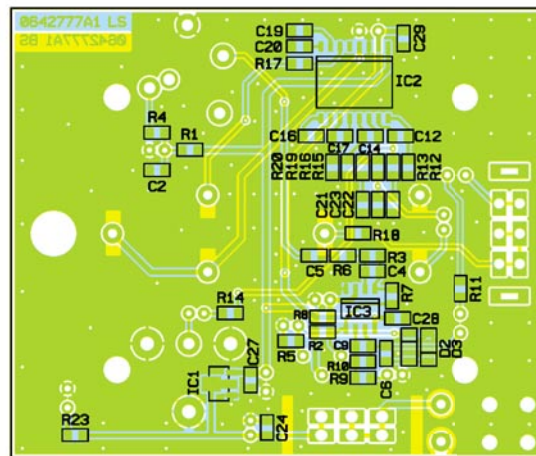
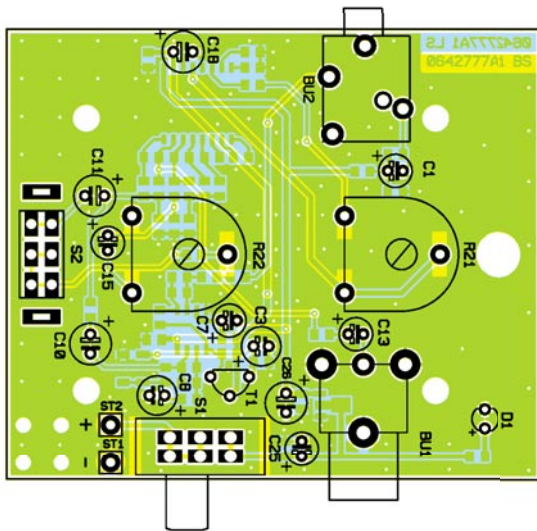
R 9 und R 10 festgelegt. Die Widerstände R 7 und R 2 bilden einen Spannungsteiler, der in den Signalweg eingefügt ist. Parallel zu R 2 liegt der FET T 1, mit dessen Hilfe das Spannungsteilverhältnis geändert und somit das Signal abgeschwächt werden kann. Die Arbeitsweise dieses Schaltungsteils wollen 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.



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.



Stückliste: Digital-Echo DE 100

Widerstände:

| | |
|----------------------------|--------------------|
| 1 kΩ/SMD/0805 | R17 |
| 2,2 kΩ/SMD/0805 | R1, R4, R23 |
| 4,7 kΩ/SMD/0805 ... | R6, R9, R14, R15 |
| 10 kΩ/SMD/0805 | R8 |
| 15 kΩ/SMD/0805 | R11, R12, R19, R20 |
| 22 kΩ/SMD/0805 | R16 |
| 27 kΩ/SMD/0805 | R13 |
| 33 kΩ/SMD/0805 | R18 |
| 100 kΩ/SMD/0805 | R2, R7, R10 |
| 220 kΩ/SMD/0805 | R3 |
| 2,2 MΩ/SMD/0805 | R5 |
| PT15, liegend, 50 kΩ | 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 µF/100 V | C3, C8 |
| 4,7 µF/63 V | C10, C11 |
| 10 µF/16 V | C1, C7, C13, C15, C25 |
| 47 µF/16 V | C18 |
| 100 µF/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, ø 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 | |