



# Mini-Audio-Fader

**Sanftes Umblenden zwischen 2 Stereo-Audio-Signalen automatisch per Tastendruck oder manuell mit einem Poti ermöglicht dieser neue Audio-Fader von ELV. Die Umblendgeschwindigkeit ist dabei stufenlos von 0 bis hin zu 7 Sekunden variierbar.**

## Allgemeines

Effektvoller und für den Hörer wesentlich angenehmer als das schlagartige Schalten von Audiosignalquellen ist das sanfte Ein- und Aus- bzw. Umblenden der Signale.

Die mit relativ wenig Aufwand realisierte Schaltung des ELV-Mini-Audio-Faders erlaubt nun per Tastendruck das stufenlose Umblenden zwischen 2 Stereo-Audio-Signalen in hervorragender Qualität.

Neben der automatischen Umblendung mit einstellbarer Geschwindigkeit besteht auch die Möglichkeit der manuellen Um- bzw. Überblendung der beiden Stereo-Kanäle. Im manuellen Modus ist daher auch ein Misch-Signal aus beiden Kanälen mit variabler Lautstärke möglich.

Während eine manuelle Signalumblendung schaltungstechnisch einfach mit einem Potentiometer im Audio-Signalweg zu realisieren ist, sind für den automatischen Ablauf (durch Tastenbetätigung) gleichspannungs- oder gleichstromgesteuerte Verstärker erforderlich. Diese lassen sich mit den üblichen Standard-Operati-

onsverstärkern jedoch nur schwer realisieren.

Für diese Steuerungsaufgabe ist aber eine spezielle Variante des Operationsverstärkers, der sogenannte OTA (Operatio-

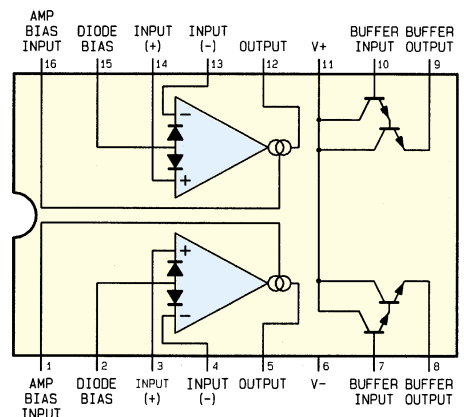
### Technische Daten: Mini-Audio-Fader

- Automatisches Umblenden zwischen 2 Stereo-Audiosignalen mit einstellbarer Geschwindigkeit
- Umblendgeschwindigkeit von 0 - 7 Sekunden einstellbar
- Manuelles Umblenden stufenlos möglich
- Kanalanzeige über 2 LEDs
- Nominale Signalspannung 775 mV (0 dB)
- Maximale Signalspannung  $2 V_{\text{eff}}$
- Klirrfaktor bei 775 mV  $< 0,07\%$
- Lautstärke-Einstellbereich ca. 70 dB
- Übersprechdämpfung rechts/links  $> 90$  dB
- Versorgungsspannung 14 V - 40 VDC
- Stromaufnahme ca. 50 mA
- Abmessungen der Leiterplatte: 124,5 mm x 62 mm

nal Transconductance Amplifier) geradezu prädestiniert.

Bei einem OTA ist der Ausgangsstrom eine Funktion der Eingangsdifferenzspannung. Der Verstärkungsfaktor eines OTAs wird wiederum von einem Gleichstrom, der in einem besonderen Steuereingang eingespeist wird, bestimmt.

Einer der am meisten verbreiteten OTAs, weil preiswert und gut, ist der LM13700 von National Semiconductors. Dieser Baustein, dessen Innenschaltung in Abbil-



**Bild 1: Interne Struktur des LM13700 von National Semiconductors**

dung 1 zu sehen ist, beinhaltet bereits 2 OTAs in einem Gehäuse und ist somit für Stereo-Anwendungen optimal geeignet.

Des weiteren sind neben den beiden OTAs noch 2 Darlington-Treiberstufen integriert, die auch für andere Aufgaben nutzbar sind.

Damit die Spannungsverstärkung des OTAs über einen Steuerstrom veränderbar ist, wird am Ausgang ein entsprechender Lastwiderstand benötigt. Je nach An-

steuerung bildet der Ausgang dann entweder eine Stromquelle oder eine Stromsenke.

Die beiden Dioden, die jeweils am Eingang der OTAs eingezeichnet sind, vergrößern den Aussteuerbereich, wenn über den jeweiligen Anschluß „Diode Bias“ eine Stromeinspeisung erfolgt. Am Verstärkereingang ist dadurch allerdings anstatt einer Eingangsspannung ein Eingangsstrom erforderlich.

## Schaltung

Die mit 2 Dual-OTAs des Typs LM13700 aufgebaute Schaltung des ELV-Mini-Audio-Faders ist in Abbildung 2 zu sehen. Neben diesem Baustein ist im Signalweg jeweils am gemeinsamen Ausgang noch ein Operationsverstärker zur Spannungsverstärkung erforderlich.

Während die 4 OTAs völlig identisch

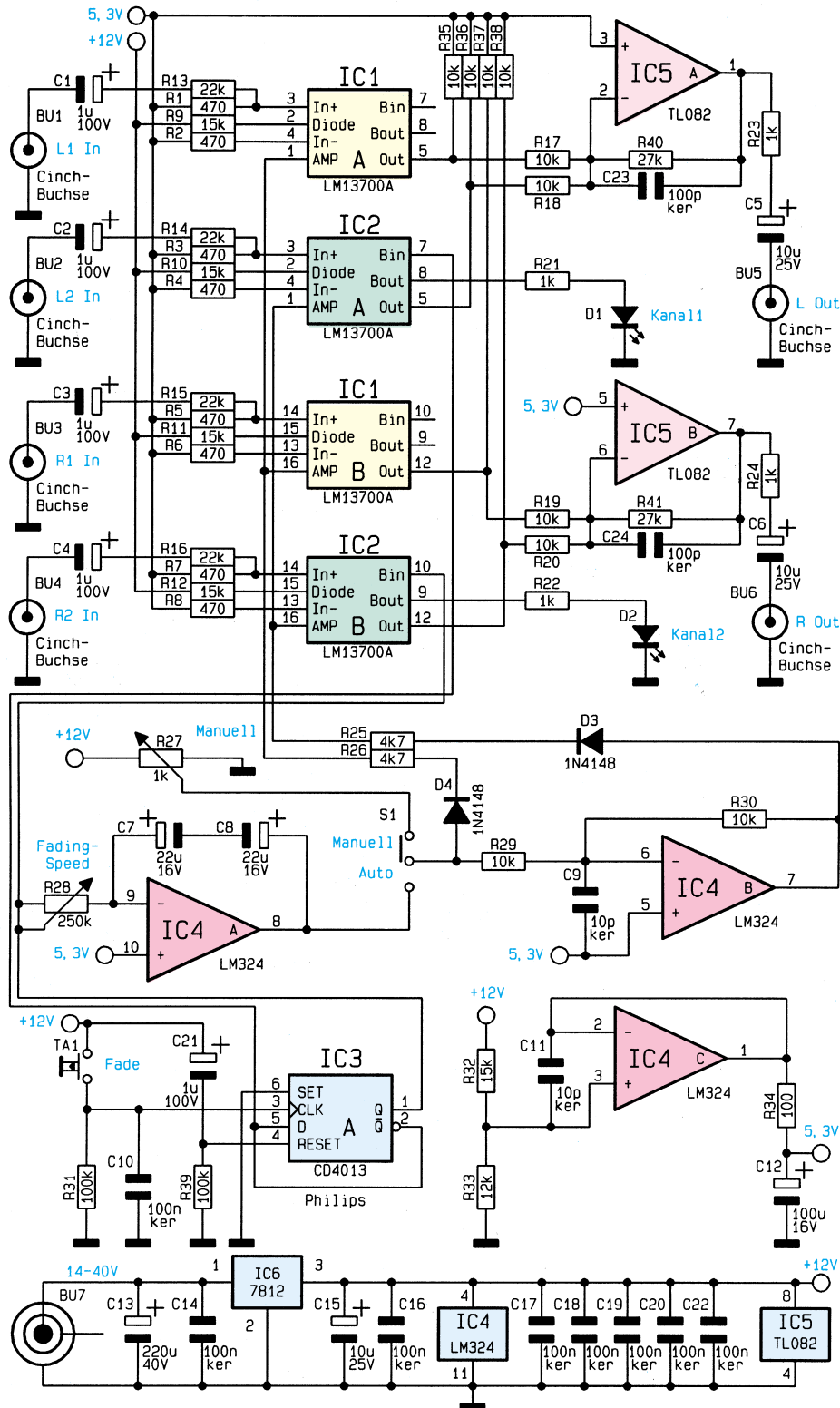


Bild 2: Schaltbild des Mini-Audio-Faders

beschaltet sind, werden die beiden in IC 1 integrierten Treiberstufen nicht genutzt. Die in IC 2 integrierten Treiber dienen zur Ansteuerung der Leuchtdioden D 1, D 2.

Üblicherweise ist für den Betrieb des LM13700 eine Plus-/Minus-Spannung erforderlich. Da unsere Schaltung jedoch für den Betrieb mit einem Steckernetzteil konzipiert wurde, muß für die OTAs ein „künstliches Massepotential“ generiert werden, doch dazu später.

Betrachten wir zuerst die mit IC 1 A aufgebaute Stufe. Das linke Audio-Signal des ersten Kanals gelangt über C 1 und R 13 auf den positiven Eingang des LM 13700 (Pin 3). Sowohl der Plus- als auch der Minus-Eingang sind wiederum über relativ niederohmige Widerstände mit der „künstlichen Schaltungsmasse“, die 5,3 V oberhalb der Versorgungsmasse liegt, verbunden.

Der Widerstand R 9 ist für den Vorstrom durch die Eingangs-Linearisierungsdioden zuständig.

Eine Steuerspannung wird im Automatik-Modus am Ausgang des Operationsverstärkers IC 4 A und im manuellen Be-

triefen die Darlington-Treiber des IC 2 zur Steuerung der Kanalanzeigen D 1 und D 2.

Kommen wir nun zur, im unteren Bereich des Schaltbildes dargestellten, Steuerung der Verstärkung von IC 1 (links, rechts) herangezogen.

Für die beiden in IC 2 integrierten OTAs erfolgt mit IC 4 B und externer Beschaltung eine Invertierung der Steuerspannung.

Der mit IC 4 A und Zusatzbeschaltung aufgebaute Miller-Integrator ist für das langsame Ein- und Ausblenden bzw. Umblenden der beiden Stereosignale zuständig.

Für die weitere theoretische Betrachtung nehmen wir an, daß zunächst der Q-Ausgang des mit dem D-Flip-Flop IC 3 A aufgebauten Toggle-Tasters Low-Pegel führt. Wechselt nun der Pegel am Q-Ausgang (Pin 1) durch eine kurze Betätigung des Tasters TA 1 von „low“ nach „high“, wird über R 28 die Bipolar-Elko-Kombination C 7, C 8 langsam aufgelad-

### *Automatisch per Tastendruck stufenlos umblenden zwischen 2 Stereo-Signalquellen*

trief-Mode am Abgriff des Potis R 27 bereitgestellt. Die Spannung gelangt über S 1 und D 4 auf den Widerstand R 26. Mit diesem Widerstand wird die Spannung in einen Strom gewandelt und dem OTA am Steuereingang (AMP) eingespeist.

Mit dem Lastwiderstand R 35 am Ausgang des OTAs (Pin 5) ist über den Eingangsstrom am Steuereingang (AMP) die Ausgangsspannung steuerbar.

In gleicher Weise steht an Pin 5 des IC 2 A das linke Ausgangssignal des zweiten Kanals zur Verfügung. Beide Audiosignale werden auf einen mit IC 5 A und externe Komponenten realisierten Summierverstärker gegeben. Die Spannungsverstärkung erfolgt entsprechend des Widerstandsverhältnisses R 17 zu R 40 bzw. R 18 zu R 40. Am Ausgang (Pin 1) steht das verstärkte Summensignal niederohmig zur Verfügung.

Der Kondensator C 23 im Rückkopplungs-zweig des Verstärkers dient zur Schwingneigungsunterdrückung. Das Audio-Ausgangssignal des linken Kanals gelangt letztendlich über R 23 und C 5 auf die Cinch-Ausgangsbuchse BU 5.

Der zweite in IC 5 integrierte Operationsverstärker wird in gleicher Weise für die Verstärkung des rechten Stereo-Kanals eingesetzt. Während die in IC 1 integrierten Treiberstufen nicht genutzt werden,

den, und die Ausgangsspannung des Miller-Integrators wandert linear vom Maximalwert nach 0 V.

Durch die abfallende Spannung sinkt auch der Strom durch R 26 linear. Die Lautstärke des ersten Kanals wird somit langsam und gleichmäßig zurückgefahren.

Umgekehrt führt ein Pegelwechsel von „high“ nach „low“ am Q-Ausgang des D-Flip-Flops IC 3 zum Aufladen des mit C 7 und C 8 realisierten Bipolar-Elkos mit entgegengesetzter Polarität.

Die Umblendezeit (Fading-Time) ist mit R 28 von nahezu 0 bis hin zu 7 Sekunden variierbar.

Da für den Betrieb der OTAs eine Plus-/Minus-Spannung erforderlich ist, wird mit Hilfe des IC 4 C und externer Beschaltung ein „künstliches Massepotential“ erzeugt. Als Bezugspotential dient der Abgriff am Spannungsteiler R 32, R 33. Um die optimale Aussteuerung des Inverters IC 4 B gewährleisten zu können, liegt der Spannungswert mit 5,3 V deutlich unterhalb der halben Betriebsspannung.

Die Spannungsversorgung des Mini-Audio-Faders erfolgt aus einem unstabilierten 12V-Steckernetzteil, das aufgrund der geringen Stromaufnahme (ca. 50 mA) eine Gleichspannung von ca. 15 V abgibt.

Diese Spannung gelangt über die Klinenbuchse BU 7 auf den Eingang (Pin 1)

### **Stückliste: Audio-Fader**

#### **Widerstände:**

100Ω .....	R34
470Ω .....	R1-R8
1kΩ .....	R21-R24
4,7kΩ .....	R25, R26
10kΩ .....	R17-R20, R29, R30, R35-R38
12kΩ .....	R33
15kΩ .....	R9-R12, R32
22kΩ .....	R13-R16
27kΩ .....	R40, R41
100kΩ .....	R31, R39
PT15, stehend, 1kΩ .....	R27
PT15, stehend, 250kΩ .....	R28

#### **Kondensatoren:**

10pF/ker .....	C9, C11
100pF/ker .....	C23, C24
100nF/ker .....	C10, C14, C16-C20, C22
1µF/100V .....	C1-C4, C21
10µF/25V .....	C5, C6, C15
22µF/16V .....	C7, C8
100µF/16V .....	C12
220µF/40V .....	C13

#### **Halbleiter:**

LM13700A .....	IC1, IC2
CD4013 .....	IC3
LM324 .....	IC4
TL082 .....	IC5
7812 .....	IC6
1N4148 .....	D3, D4
LED, 5mm, grün .....	D1, D2

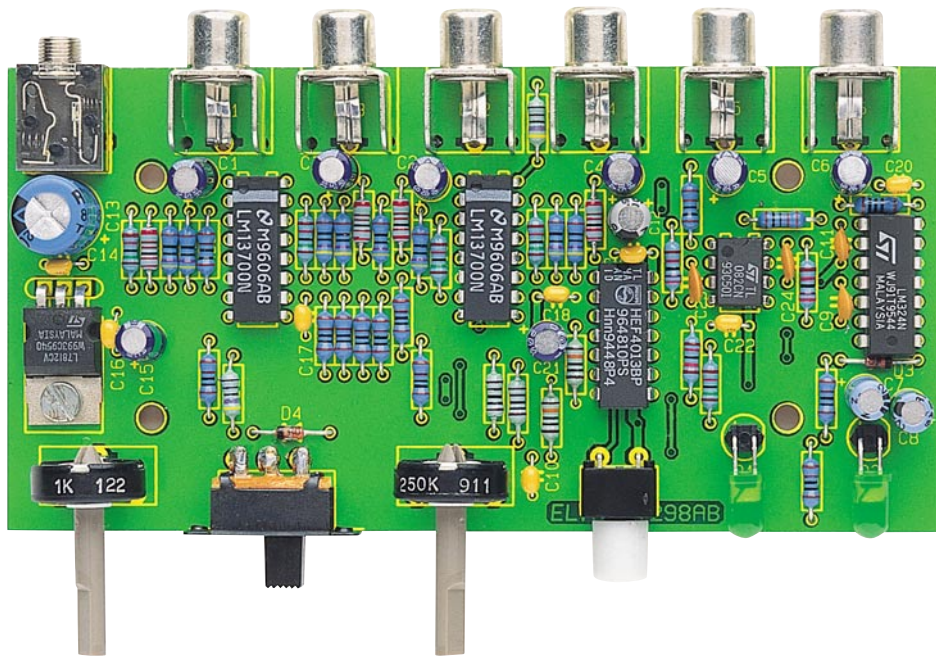
#### **Sonstiges:**

Cinch-Buchse, print .....	BU1-BU6
Klinkenbuchse, Mono, print .....	BU7
Schiebeschalter, 2 x um .....	S1
Print-Taster, 15mm, abgewinkelt .....	TA1
1 Tastkappe für Print-Taster	
2 Kunststoffachsen, 6 mm Ø	
2 Drehknöpfe, 12mm, grau	
2 Knopfkapfen, 12mm, grau	
2 Pfeilscheiben, 12mm, grau	
1 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8mm	
1 Mutter, M3	
3 Lötstifte mit Lötöse	

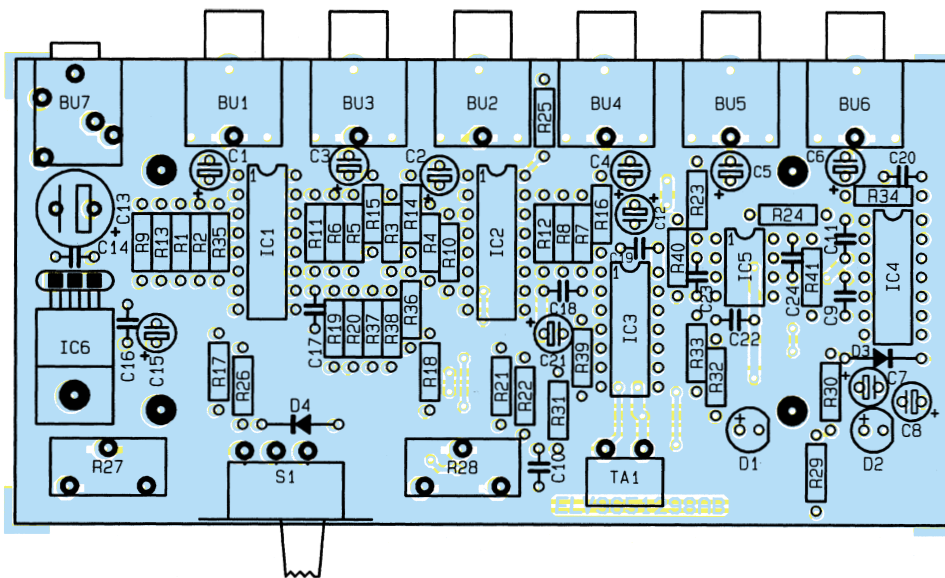
des 12V-Festspannungsreglers IC 6. Während C 13 die unstabilierte Spannung puffert, dienen C 15 und C 16 zur Schwingneigungsunterdrückung am Ausgang. Die Keramik-kondensatoren C 17 bis C 22 sind zur Störunterdrückung direkt an den Versorgungs-pins der integrierten Schaltkreise angeordnet.

### **Nachbau**

Dank einer ausgereiften doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte mit den



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte



Bestückungsplan des Mini-Audio-Faders

Abmessungen 124,5 x 62 mm ist der praktische Aufbau des ELV-Mini-Audio-Faders nicht schwierig. Sämtliche aktiven und passiven Komponenten inkl. Potis, Buchsen und Schalter finden auf der Platine Platz. Da auch keine Verdrahtungen notwendig sind, ist der praktische Aufbau in ca. einer Stunde zu bewerkstelligen. Beim Aufbau halten wir uns genau an die Stückliste und den Bestückungsplan.

Sinnvollerweise sind zuerst die niedrigsten Komponenten einzulöten. Wir beginnen daher mit den 1%igen Metallfilmwiderständen und den Dioden.

Die Anschlußbeinchen sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln, durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen und an der Lötseite leicht anzuwinkeln. Nach dem Bestücken sämtlicher Widerstände und Dioden kann das Verlöten in einem Arbeitsgang erfolgen.

Beim Abschneiden der überstehenden Drahtenden ist darauf zu achten, daß die

Lötstellen selbst nicht beschädigt werden.

Der 12V-Spannungsregler (IC 6) ist vor dem Verlöten mit einer Schraube M3 x 8 mm und zugehöriger Mutter auf die Leiterplatte zu schrauben.

Danach sind die Keramikcondensatoren mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen einzulöten.

Beim Einbau der Elektrolytkondensatoren ist unbedingt auf die richtige Polarität zu achten. Üblicherweise sind Elkos am Minuspol gekennzeichnet.

Im nächsten Arbeitsschritt sind die integrierten Schaltkreise so einzusetzen, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Als dann erfolgt unter Zugabe von ausreichend Lötzinn das Einlöten der 6 Cinch-Buchsen, der 3,5mm-Klinkenbuchse und der beiden Einstellpotis.

Während der abgewinkelte Print-Taster direkt auf die Leiterplatte gelötet wird,

sind zur Aufnahme des Schiebeschalters 3 Lötstifte mit Öse einzusetzen. Der Schalter ist dann mit 1,5 mm Abstand zur Leiterplattenoberfläche an die Lötstifte anzulöten.

Vor dem Einsetzen in die zugehörigen Platinenbohrungen sind die Anschlußbeinchen der beiden Leuchtdioden 6 mm hinter dem Gehäuseaustritt abzuwinkeln. Die Einbauhöhe der LEDs beträgt 5 mm.

Dann sind die beiden Potiachsen bis zum sicheren Einrasten in die Öffnungen der Potis zu pressen.

Nach einer sorgfältigen Überprüfung der Leiterplatte hinsichtlich Löt- und Bestückungsfehler kann ein erster Funktionstest erfolgen. Die Leiterplatte wird in die unteren Gehäusenuten eines Gehäuses aus der ELV-micro-line-Serie geschoben und die Frontplatte unter kräftigem Druck von einer Seite beginnend eingepreßt. Nach dem Aufschrauben der beiden Drehknöpfe ist der Mini-Audio-Fader einsatzbereit.

ELV