

Universeller Stereo-Kopfhörerverstärker

Zum Nachrüsten bestehender HiFi-Komponenten oder für den Einsatz in Eigenbau-Systemen wurde dieser universelle Kopfhörerverstärker konzipiert. Als Besonderheit ermöglicht die Schaltung, die ausschließlich mit handelsüblichen Bauelementen aufgebaut ist, eine digitale Lautstärkeeinstellung über Up-/Down-Tasten.

Allgemeines

Bei Audiogeräten ist vielfach ein zusätzlicher Kopfhörerausgang mit unabhängiger Lautstärkeeinstellung wünschenswert. Der hier vorgestellte universelle Kopfhörerverstärker ermöglicht eine digitale Einstellung der Lautstärke über 2 Tasten, wodurch insbesondere die Nachrüstung bestehender Komponenten wesentlich vereinfacht wird, da in der Regel der Einbau zweier Tasten einfacher als die Montage eines NF-Potentiometers ist.

Obwohl bei der Realisierung der Schaltung auf den Einsatz spezieller Audio-Schaltkreise verzichtet wurde, erreicht die vorgestellte Schaltung dennoch bemerkenswert gute technische Daten, wie dies aus Tabelle 1 ersichtlich ist.

Die Einstellung der Lautstärke erfolgt in 15 diskreten 3dB-Stufen, woraus sich ein Gesamteinstellbereich von 45 dB ergibt.

Über ein 4-Bit-Jumperfeld ist die Grund-

Technische Daten:

Eingangsspannung:	max. 775mV _{eff}
Eingangsimpedanz:	47 kΩ
Ausgangsleistung:	250 mW pro Kanal an 8 Ω
Ausgangsimpedanz:	≥8 Ω
Übersprechdämpfung:	≥66 dB
Signal-/Rauschabstand:	≥68 dB
Klirrfaktor:	bei 1 kHz/ max. Ausgangsleistung ≤0,03 %
Frequenzgang (-3 dB):	20 Hz - 25 kHz
Lautstärke-Einstellbereich: ...	45 dB in 3dB-Schritten
Betriebsspannungsbereich:	15 V - 24 V, DC
Stromaufnahme: Leerlauf:	30 mA
Vollast:	180 mA
Abmessungen (HxBxT):	25x137x107 mm

lautstärke nach dem Einschalten (Anlegen der Versorgungsspannung) vorwählbar.

Die Spannungsversorgung erfolgt üblicherweise aus dem Netzteil des bestehenden NF-Gerätes, wobei eine unstabilierte Gleichspannung im Bereich von 15 V bis 24 V erforderlich ist.

Schaltung

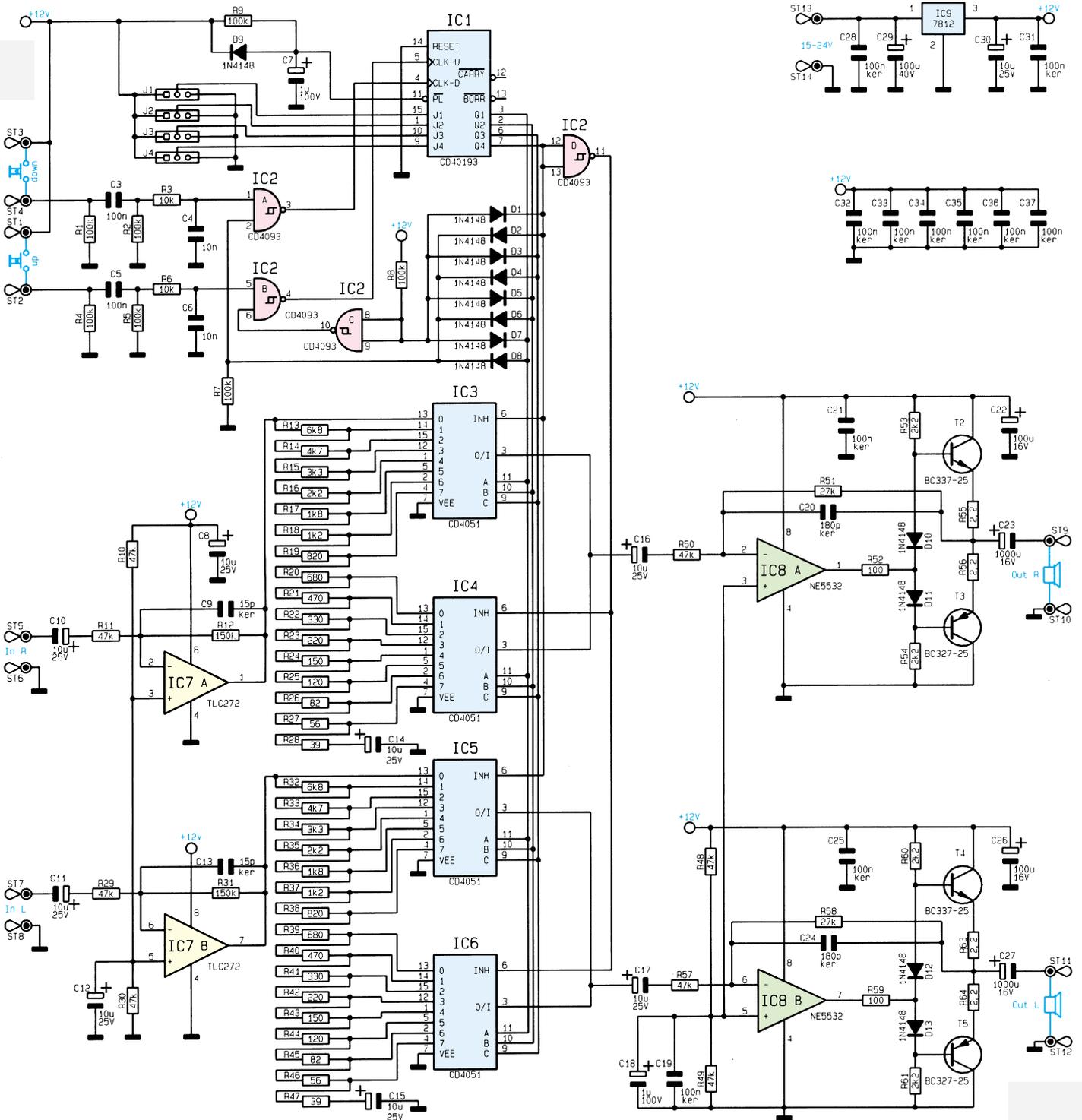
Abbildung 1 zeigt die Schaltung des universellen Kopfhörerverstärkers. Die zentrale Funktion der digitalen Pegel-einstellung übernehmen die 4 CMOS-Multi-

plexer IC 3 bis IC 6 in Verbindung mit den vorgeschalteten Teilerwiderständen.

In der nachfolgenden Schaltungsbeschreibung des NF-Zweiges konzentrieren wir uns auf den linken Kanal des Stereo-Verstärkers, der identisch zum rechten Kanal aufgebaut ist.

Das am Eingang ST 7/ST 8 anliegende NF-Eingangssignal gelangt über den Koppelkondensator C 11 und den Widerstand R 29 auf den invertierenden (-)Eingang des Operationsverstärkers IC 7 B. Die Verstärkung dieses als Puffer/Verstärker fungierenden OPs wird durch den Wider-

Bild 1:
Schaltbild des universellen
Kopfhörerverstärkers



stand R 31 im Gegenkoppelzweig in Verbindung mit R 29 bestimmt. Durch R 29 wird gleichzeitig die Eingangsimpedanz des Kopfhörerverstärkers auf 47 k Ω festgelegt.

Mit dem Gleichspannungspiegel am nicht-invertierenden (+)-Eingang des IC 7 B ist der Arbeitspunkt des Verstärkers bestimmt. Für beide Kanäle erfolgt die Festlegung durch die Widerstände R 10 und R 30 auf $U_{\text{Betr}}/2$, wobei der Kondensator C 12 eine Pufferfunktion übernimmt.

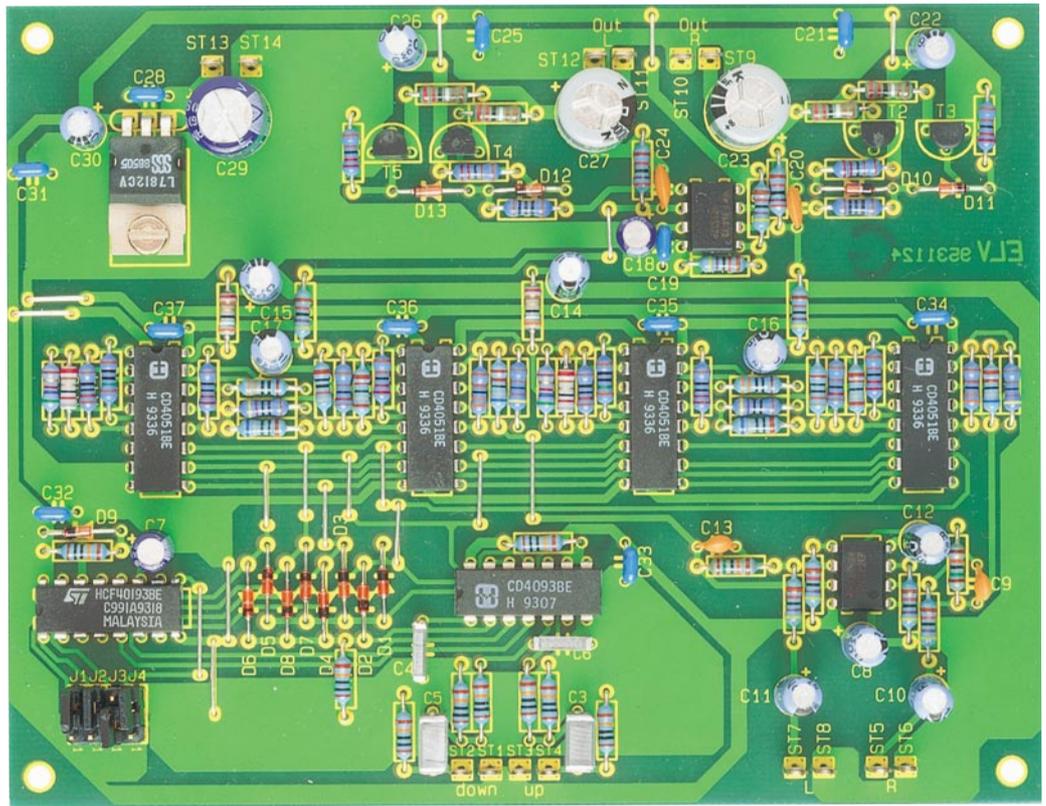
Das am Ausgang des IC 7 B (Pin 7) anstehende verstärkte Eingangssignal gelangt nun auf die Widerstandsteilerkette R 32 bis R 47. Die Stufung der Widerstände ist so gewählt, daß sich pro Schritt eine Pegelabsenkung von 3 dB ergibt.

Der Abgriff des NF-Signals zwischen den einzelnen Teilerwiderständen erfolgt nun mit Hilfe der CMOS-Multiplexer IC 5 und IC 6. Welcher der beiden Multiplexer aktiv ist, wird über den Freigabe-Eingang (jeweils Pin 6 der betreffenden ICs) von der Steuerlogik um IC 1 bestimmt, worauf wir im weiteren Verlauf der Schaltungsbeschreibung noch näher eingehen.

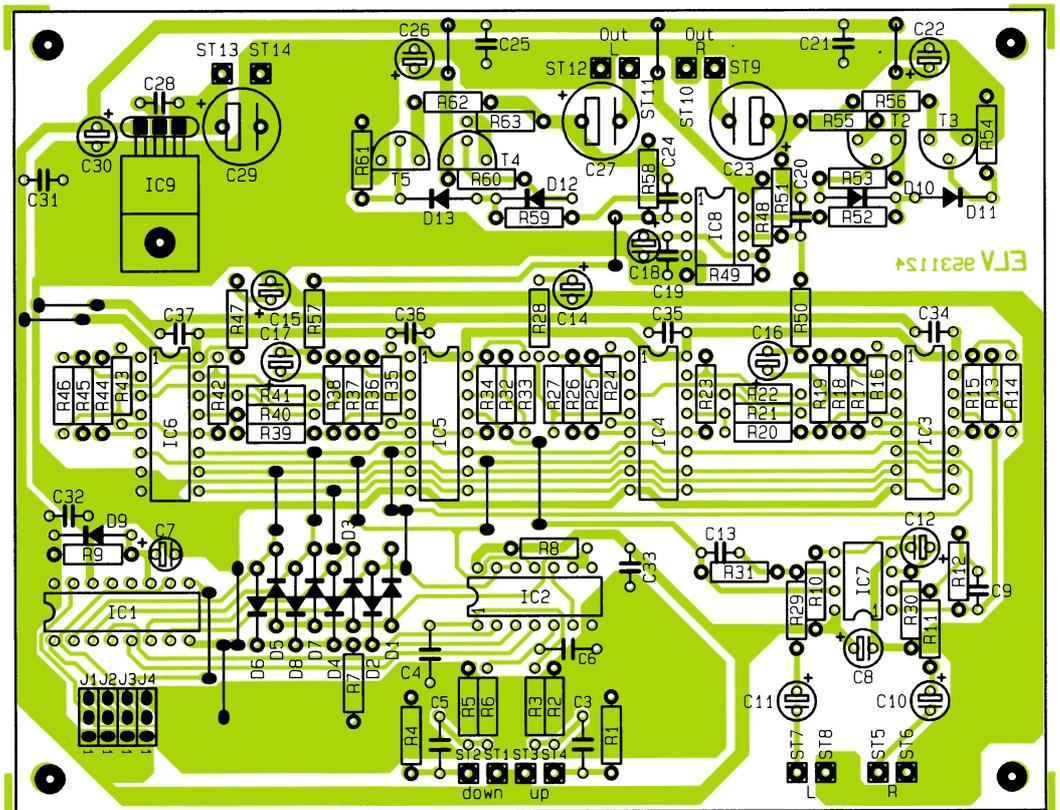
Das an Pin 3 der Multiplexer anstehende NF-Signal gelangt über den Koppelkondensator C 17 sowie R 57 auf den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers IC 8 B. Dieser OP in Verbindung mit der nachgeschalteten komplementären Emitterstufe, bestehend aus T 4 und T 5 mit Zusatzbeschaltung sorgt für die nötige Leistungsverstärkung, damit der Kopfhörerverstärker auch Lastimpedanzen bis herunter zu 8 Ω treiben kann.

Um Signalverzerrungen in Nullpunktnähe der Komplementärstufe zu vermeiden, wird durch R 60, 61 und die Dioden D 11 und D 12 eine Vorspannung und damit ein entsprechender Ruhestrom in der Endstufe erzeugt.

Mit den Widerständen R 48, 49 ist der Arbeitspunkt des Operationsverstärkers IC 8 B und damit der Arbeitspunkt der



Ansicht der fertig aufgebauten Leiterplatte des universellen Kopfhörerverstärkers



Bestückungsplan des universellen Kopfhörerverstärkers

Stückliste: Universeller Kopfhörerverstärker

Widerstände:

2,2Ω	R55, R56, R63, R64
39Ω	R28, R47
56Ω	R27, R46
82Ω	R26, R45
100Ω	R52, R59
120Ω	R25, R44
150Ω	R24, R43
220Ω	R23, R42
330Ω	R22, R41
470Ω	R21, R40
680Ω	R20, R39
820Ω	R19, R38
1,2kΩ	R18, R37
1,8kΩ	R17, R36
2,2kΩ	R16, R35, R53, R54, R60, R61
3,3kΩ	R15, R34
4,7kΩ	R14, R33
6,8kΩ	R13, R32
10kΩ	R3, R6
27kΩ	R51, R58
47kΩ	R10, R11, R29, R30, R48-R50, R57
100kΩ	R1, R2, R4, R5, R7-R9
150kΩ	R12, R31

Kondensatoren:

15pF/ker	C9, C13
180pF/ker	C20, C24
10nF	C4, C6
100nF	C3, C5
100nF/ker	C19, C21, C25, C28, C31-C37
1μF/100V	C7, C18
10μF/25V	C8, C10-C12, C14-C17, C30
100μF/16V	C22, C26
100μF/40V	C29
1000μF/16V	C23, C27

Halbleiter:

CD40193	IC1
CD4093	IC2
CD4051	IC3-IC6
TLC272	IC7
NE5532	IC8
7812	IC9
BC337	T2, T4
BC327	T3, T5
1N4148	D1-D13

Sonstiges:

Lötstift mit Lötöse	ST1-ST14
3 Stiftleisten, 4polig, 1reihig	
4 Codierbrücken, (Jumper)	
1 Schraube M3 x 8 mm	
1 Mutter M3	

gesamten Endstufe auf $U_{\text{Betr}/2}$ festgelegt. Aus diesem Grunde ist am Ausgang des Verstärkers der Koppelko C 27 erforderlich, womit der Gleichspannungspegel für den an ST 11 und ST 12 angeschlossenen Kopfhörer abgetrennt wird.

Nachdem die Beschreibung des eigentlichen NF-Zweiges so weit abgeschlossen ist, kommen wir nun zur Steuerlogik des universellen Kopfhörerverstärkers.

Das zentrale Bauelement wird hier durch den integrierten Aufwärts-/Abwärtszähler IC 1 des Typs CD40193 gebildet.

Universeller Kopfhörerverstärker mit digitaler Lautstärkeinstellung in konventioneller Schaltungstechnik

Der 4-Bit-Zähler (16 Stufen) zählt jeweils bei einer positiven Flanke an den Eingängen CLK-Up (Pin 5) und CLK-Down (Pin 4), um einen Zählerschritt auf- oder abwärts. Um ein sicheres Schalten des Zählers zu gewährleisten, werden die Schaltsignale der an ST 1/ST 2 sowie ST 3/ST 4 angeschlossenen Taster durch das NAND-Schmitt-Trigger-IC 2 A, B mit vorgeschaltetem passiven Netzwerk aufbereitet.

Die Logik, aufgebaut mit D 1 bis D 8 und IC 2 C überwacht die Zählerausgänge Q 1 bis Q 4 und erkennt das Erreichen des jeweiligen Zähler-Endstandes, woraufhin über IC 2 A, B die CLK-Eingänge Pin 4 und Pin 5 von IC 1 gesperrt werden. Hierdurch wird verhindert, daß z. B. beim Erreichen der minimalen Lautstärke eine weitere Tastenbetätigung der Down-Taste zur maximalen Lautstärke führt.

Mit dem höchstwertigen Bit des Zählers (Q 4) wird die Auswahl des für jeden Kanal jeweils zweimal vorhandenen CMOS-Multiplexers vorgenommen. Um ein gegenseitiges Verriegeln zu erreichen, erfolgt mit IC 2 D eine Invertierung des vierten Bits für den jeweils zweiten Multiplexer eines Kanals.

Mit jedem neuen Anlegen der Versorgungsspannung schaltet die Steuerlogik auf einen voreinstellbaren Lautstärkewert. Dieses Feature ist über die Parallel-Load-Funktion des Zählers realisiert. Mit Hilfe der RC-Kombination R 9/C 7 wird nach dem Anlegen der Betriebsspannung bzw. im eingebauten Zustand mit dem Einschalten des Gerätes der über das Jumperfeld J 1 bis J 4 vorgegebene Zählerstand eingeladen, was der programmierten Lautstärke entspricht.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt aus einer ungestabilisierten Betriebsspannung, die zwischen 15 V und 24 V DC liegen muß. Mit dem Spannungs-

regler IC 9 des Typs 7812 (oben rechts im Schaltbild zu sehen) erfolgt hierbei eine Stabilisierung auf 12 V.

Im Anschluß an diese detaillierte Schaltungsbeschreibung wenden wir uns nun dem Aufbau zu.

Nachbau

Eine 137 mm x 107 mm messende, einseitig ausgeführte Leiterplatte trägt die gesamte Schaltungstechnik dieses universell einsetzbaren Stereo-Kopfhörerverstärkers.

Zur Montage der Schaltung ist die Leiterplatte an den 4 Ecken jeweils mit einer 3,5mm-Ø-Bohrung versehen.

Zuerst sind die Drahtbrücken und anschließend die niedrigen Bauelemente wie Dioden und Widerstände einzubauen. Die Signal-Ein- und Ausgänge, wie auch ST 13 und ST 14 für den Betriebsspannungsanschluß, sind jeweils mit Lötösen zu versehen.

Es folgt das Einsetzen und Verlöten der höheren Bauelemente einschließlich der Elkos.

Der Einbau des Spannungsreglers IC 9 ist liegend vorzunehmen, wobei er zur sicheren mechanischen Befestigung mit einer Zylinderkopfschraube M3 x 8 mm und zugehöriger Mutter mit der Leiterplatte zu verschrauben ist.

Nach Abschluß der Montagearbeiten und einer sorgfältigen Kontrolle von Bestückung und Lötstellen, kann dieser interessante Verstärker seiner Bestimmung übergeben werden.

Einbauhinweise

Wie bereits erwähnt, ist der universelle Kopfhörerverstärker ausschließlich für den Einbau in bestehende Systeme bzw. Selbstbau-Anlagen ausgelegt.

Die Schaltung muß berührungssicher in einem entsprechenden Gehäuse betrieben werden. Aufgrund der hochohmigen Signaleingänge und des Anschlusses eines möglicherweise recht hochohmigen Kopfhörers sind die Signalein- und ausgänge mit abgeschirmten Leitungen zu verkabeln.

Für den Kopfhöreranschluß ist eine 6,3mm-Klinkenbuchse zu verwenden. Als Taster für die Funktionen „Up“ und „Down“ zur Lautstärkeinstellung können beliebige Taster (z. B. Cherry-Computer-Taste Best.Nr.: 13-181-14) dienen.

ELV