



Schützt Ohren und Equipment

Audio-Limiter AL100

Infos zum Bausatz

im ELV-Web-Shop

#1386

„Ist das auf einmal laut!“ Das muss man sich weder selbst antun noch von anderen hören müssen. Unser Audio-Limiter sorgt für eine Begrenzung des Audiosignalpegels im analogen Signalweg, z. B. zu den Aktivboxen oder der TV-Soundbar, und verhindert so Lautstärkesprünge beim Musikhören, Fernsehen oder Radiohören.

Grenzen zeigen

Mit einem Limiter kann, wie der Name schon sagt, etwas begrenzt werden (engl. limit = Grenzwert). In unserem Fall wollen wir damit ein Audiosignal in seiner Amplitude, also der Lautstärke, begrenzen. Der Limiter soll ab einem einstellbaren Pegel einen wei-

teren Anstieg verhindern. Unterhalb dieser Schwellenschwelle (Threshold) findet keine Beeinflussung des Signals statt.

Anwendungsbeispiele für solch einen Lautstärkebegrenzer finden sich im Alltag zahlreich. Beispiel Lautsprecherchutz: Der Limiter wird zwischen Vorverstärker und Endstufe geschaltet. Jetzt kann ein bestimmter Pegel (Lautstärke) nicht überschritten werden, der Limiter schützt somit die Lautsprecher vor Überlastung.

Ein anderes Beispiel ist die Lautstärke beim Empfang von Satellitenprogrammen über den heimischen Sat-Receiver. Von den Programmanbietern wird die Lautstärke in Werbepausen gern angehoben. Obwohl es eine Richtlinie der Europäischen Rundfunkunion (EBU-R128) gibt, die Lautstärke zu normalisieren, halten sich scheinbar nicht alle Anbieter an diesen Vorschlag [1], einige Anbieter interpretieren die Richtlinie in weiten Grenzen, und es ist bei der Produktion von Werbespots durchaus üblich (und zulässig), die Dynamikbereiche gezielt so auszunutzen, dass wieder Aufmerksamkeit erzeugt wird. In Bezug auf Pegelgrenzen kann der Limiter Abhilfe schaffen,

Technische Daten

Geräte-Kurzbezeichnung:	AL100
Versorgungsspannung:	12–24 Vdc
Stromaufnahme:	50 mA max.
Eingangsspannung:	10 V _{SS} (3,5 V _{eff}) max.
Ausgangsspannung:	8 V _{SS} (2,8 V _{eff}) max.
Verstärkung:	-12 dB bis +6 dB einstellbar
Limiterbereich:	0,3–2 V _{eff} einstellbar
Audiofrequenzgang:	15 Hz bis 35 kHz (-3 dB)
Klirrfaktor (THD):	0,3 % max.
Leitungslängen:	5 m max.
Umgebungstemperatur:	-10 bis +55 °C
Lagertemperatur:	-40 bis +85 °C
Abmessungen (B x H x T):	89 x 26 x 99 mm
Gewicht:	100 g

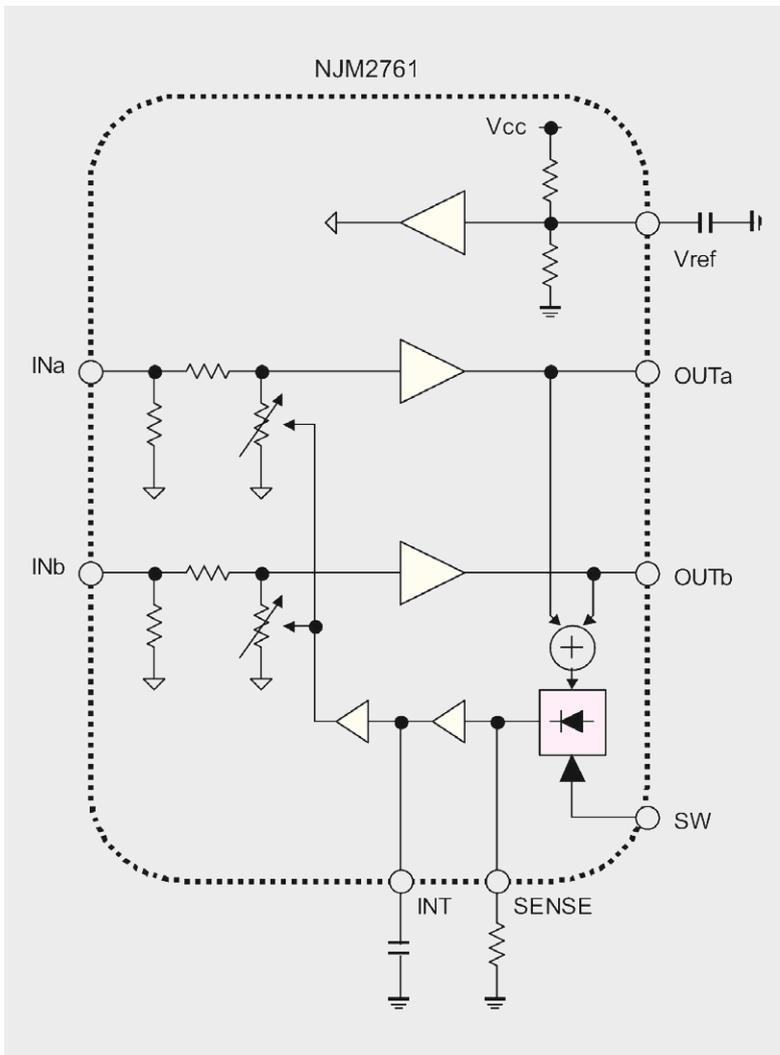


Bild 1: Blockschaltbild vom NJM2761

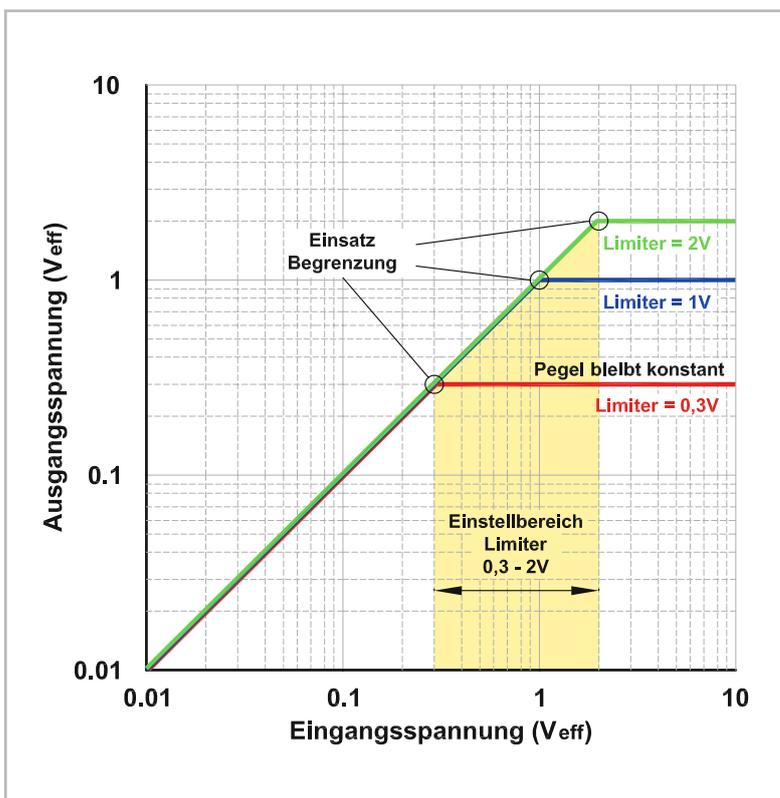


Bild 2: Kennlinienverlauf des Limiters

indem dieser einfach zwischen Receiver und Fernsehgerät geschaltet wird. Dies funktioniert allerdings nur bei analoger Verbindung zwischen den beiden Geräten. Eine HDMI-Verbindung ist digital – hier ist eine Beeinflussung nicht ohne Weiteres möglich.

Funktion des NJM2761

Das Blockschaltbild des hier zum Einsatz kommenden Limiters NJM2761 ist in Bild 1 dargestellt. Das Grundprinzip ist die automatische Verstärkungsregelung. Hierzu wird aus der Ausgangsspannung an OUTa und OUTb mittels eines Gleichrichters eine Gleichspannung gewonnen. Mit dem Widerstand am Anschluss „Sense“ wird der Schwellwert, also der Einsatzpunkt der Regelung, festgelegt. Der Kondensator am Anschluss „INT“ bestimmt die Regelgeschwindigkeit. Je größer dieser Kondensator ist, desto langsamer reagiert die Schaltung. Hierbei bleibt die Ansprechzeit (Attack) immer relativ klein, denn die Schaltung soll ja möglichst schnell auf Pegeländerungen reagieren. Was sich mit der Kondensatorkapazität ändert, ist die Abfallzeit (Release). Mit der so gewonnenen Gleichspannung werden die elektronischen Potis am Eingang der Verstärkerstufe gesteuert. Hiermit kann der Pegel abgeschwächt werden, und es entsteht ein geschlossener Regelkreis.

Im Diagramm (Bild 2) ist gut zu erkennen, wie diese Regelung funktioniert. Auf der X-Achse (waagrecht) ist in logarithmischer Aufteilung die Eingangsspannung dargestellt. Die Y-Achse (senkrecht) zeigt die Ausgangsspannung. Wenn wir nun virtuell auf der X-Achse von links (Pegel klein) nach rechts fahren, sehen wir auf der Y-Achse (Ausgang), dass bis zu einem gewissen Punkt die Ausgangsspannung linear steigt. Es findet also keine Beeinflussung statt. Ab einer einstellbaren Schaltschwelle steigt das Ausgangssignal nicht mehr an und bleibt konstant. Der Einsatzpunkt des Limiters ist am Knick in der Kennlinie erkennbar. In diesem Diagramm sind drei Beispiele für unterschiedliche Schaltschwellen dargestellt.

Schaltung

Die Schaltung des Limiters (Bild 3) beruht im Wesentlichen aus dem integrierten Limiter IC1 vom Typ NJM2761 des Herstellers New Japan Radio [4]. Wie dieses IC genau arbeitet, ist im Abschnitt „Funktion des NJM2761“ erklärt.

Das Audiosignal kann zum einen über die Cinchbuchsen BU1 oder über die Schraubklemmen KL1 und KL2 zugeführt werden. Die beiden Stereosignale gelangen über die Koppelkondensatoren C1 und C2 sowie den Widerständen R1 und R2 auf die Eingänge von IC1. Die Schutzdioden (Transildioden) D1 bis D3 schützen die Eingänge vor zu hohen Spannungsspitzen. Der Trimmer R3 dient zur Einstellung des Schwellwerts für den Limiter. Über den Schalter S1 kann die Limiterfunktion abgeschaltet werden. Am Anschlusspin „INT“ Pin 4 von IC1 liegt die gewonnene Regelspannung an, die mit dem Kondensator C7 geglättet wird. Dieser Kondensator bestimmt das Regelverhalten. Je größer der Wert von C7, desto langsamer wird die Regelung. Laut Applikation des Herstellers soll hier ein Wert von 22 nF eingesetzt

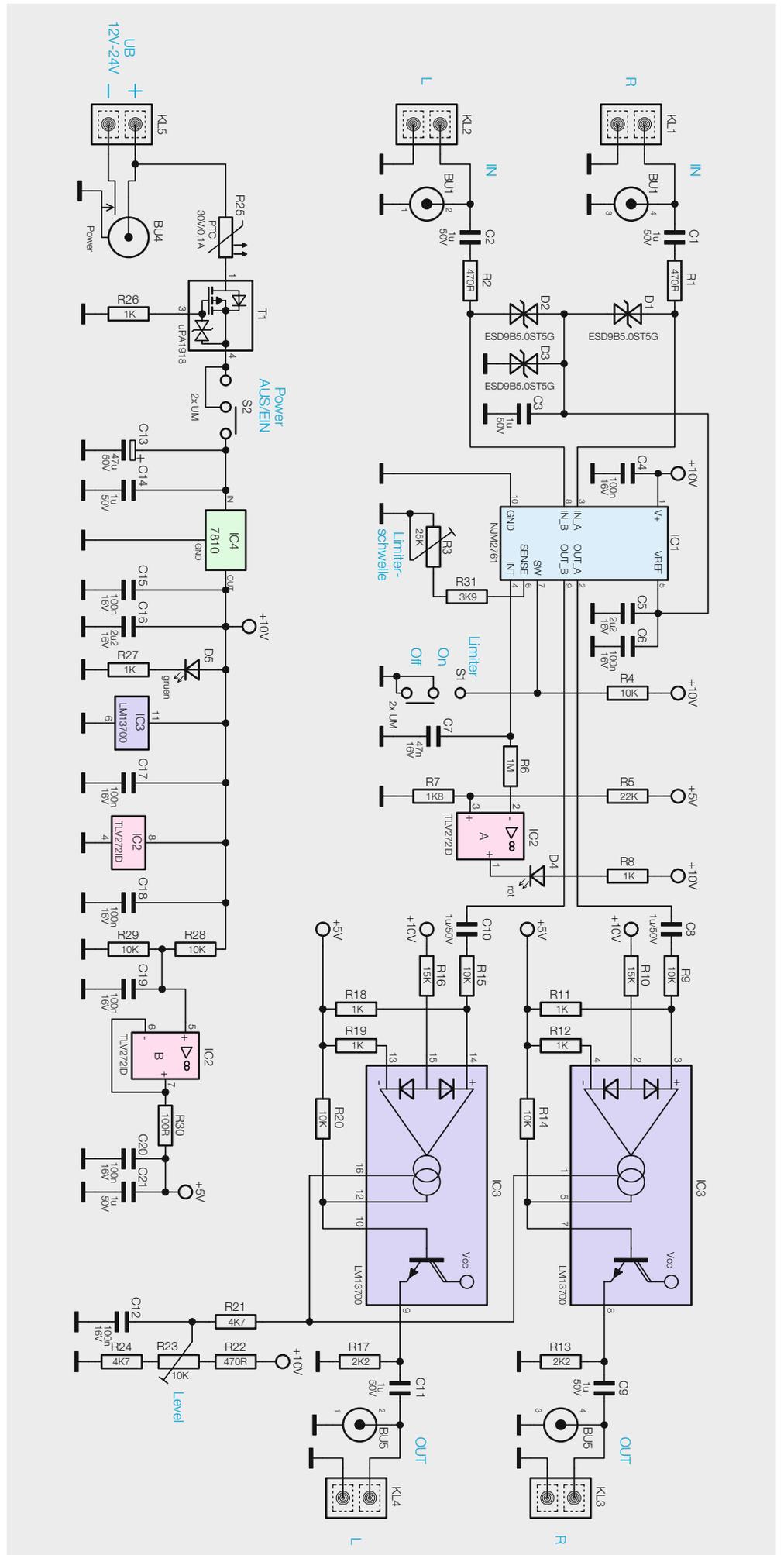


Bild 3: Das Schaltbild des Audio-Limiters

werden. Wir haben den Wert auf 47 nF vergrößert, um das Regelverhalten zu verlangsamen. Die Spannung an „INT“ wird mit dem Komparator IC2A ausgewertet, um zu erkennen, wann die Regelung einsetzt. Der Ausgang des Komparators ist mit einer LED (D4) beschaltet, die als optische Kontrolle dient. Steigt die Spannung an C7 über einen Wert von ca. 0,3 V an, wird die LED aktiviert.

Dem Limiter ist ein Verstärker nachgeschaltet, der mit sogenannten OTAs aufgebaut ist. Im Abschnitt „Elektronikwissen“ ist erklärt, was ein OTA ist. Kurz gesagt sind OTAs stromgesteuerte Verstärker. Der Verstärkungsfaktor wird über einen Strom definiert. Dies hat den Vorteil, dass die Verstärkungseinstellung für beide Stereokanäle mit nur einem Trimmer (R23) erfolgen kann. Ein Trimmer oder Potentiometer im Signalweg, der bzw. das zu Störungen führen kann (Kratzgeräusche usw.) entfällt somit. Der Trimmer R23 bestimmt den Steuerstrom und legt somit den Verstärkungsfaktor für beide Kanäle gleichzeitig fest. Hier wird vom Schleiferkontakt von R23 über R21 ein Steuerstrom für die beiden OTAs bereitgestellt.

Der Verstärkungsfaktor beträgt -12 dB bis +6 dB, er wird mit den beiden Widerständen R22 und R24 festgelegt, die den Einstellbereich von R23 begrenzen. Die Ausgangssignale gelangen über die Koppelkondensatoren C9 und C11 auf die Buchsen von BU5 bzw. auf die Klemmen KL3 und KL4.

Für die Spannungsversorgung kann die Betriebsspannung über einen DC-Hohlstecker (BU4) bzw. die Schraubklemme KL5 zugeführt werden. Der PTC R25 dient als Sicherung und ist reversibel, d. h., bei Überlastung steigt der Widerstandswert – bei norma-

lem Betriebsstrom ist der Widerstandswert hingegen relativ klein. Der Transistor T1 dient als Verpolungsschutz und schaltet nur dann durch, wenn die Polung der Eingangsspannung korrekt ist. Für den Betrieb der Schaltung wird eine stabile Spannung von 10 V benötigt, die mit dem Spannungsregler IC4 bereitgestellt wird. Mit dem als Spannungsfolger geschalteten IC2B wird eine Spannung von 5 V generiert, die für die beiden OTAs benötigt wird.

Nachbau

Die Platine wird bereits mit SMD-Bauteilen bestückt geliefert, sodass nur die bedrahteten Bauteile zu bestücken sind und der mitunter mühsame Umgang mit den kleinen SMD-Bauteilen somit entfällt. Hier ist lediglich eine abschließende Kontrolle der bestückten Platine auf Bestückungsfehler, eventuelle Lötzinnbrücken, vergessene Lötstellen usw. notwendig.

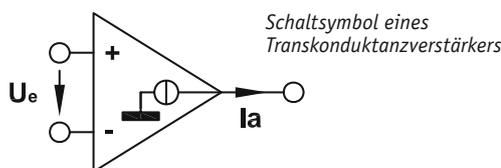
Die Bestückung der bedrahteten Bauteile erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans (Bild 4). Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die von der Bestückungsseite vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst dabei zu beschädigen.

Der Spannungsregler IC4 wird liegend montiert, sodass die Anschlüsse um 90° abzuwinkeln sind. Anschließend wird IC4 eingesetzt, und mit einer M3x6-mm-Schraube, Fächerscheibe und Mutter festgeschraubt (siehe Bild 5).

Transkonduktanzverstärker OTA

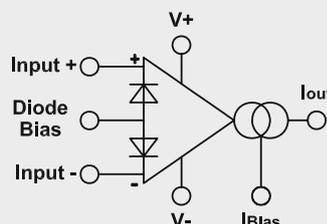
Ein nicht so bekannter Vertreter von integrierten Operationsverstärkern ist der Transkonduktanzverstärker, auch OTA (engl. Operational Transconductance Amplifier, [2]) genannt (siehe Schaltsymbol). Im Gegensatz zu einem herkömmlichen Operationsverstärker ist ein Transkonduktanzverstärker ein Spannungs-Strom-Wandler. In der Praxis bedeutet dies, dass die Eingangsspannung in einen Ausgangsstrom gewandelt wird. Dieser Stromausgang ist relativ hochohmig. Der Ausgangsstrom ist abhängig von der Spannungsdifferenz an den beiden Eingängen. Beschaltet man den Ausgang mit einem Widerstand, gewinnt man aus dem Strom wieder eine Spannung. Mit OTAs können z. B. analoge Filterschaltungen und stromgesteuerte Verstärker realisiert werden.

Ein typischer Vertreter dieser Gattung von Verstärkern ist der LM13700 [3]. In der Abbildung ist das in der Praxis verwendete Symbol dargestellt. Der LM13700 beinhaltet zusätzlich noch einen Darlingtontransistor, mit dem in der Regel der Ausgangsstrom in eine Spannung gewandelt wird. Das Besondere an dem LM13700 ist sein Steuereingang I_{Bias} ,



mit dem die Stromverstärkung eingestellt werden kann. Legt man hier über einen Widerstand eine einstellbare Gleichspannung an, kann hiermit der Verstärkungsfaktor beeinflusst werden. So erhält man einen VCA (Voltage Controlled Amplifier). Diese Schaltungstechnik kann z. B. zur Lautstärkeinstellung oder als Amplitudenmodulator verwendet werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind im Datenblatt des LM13700 [3] zu finden.



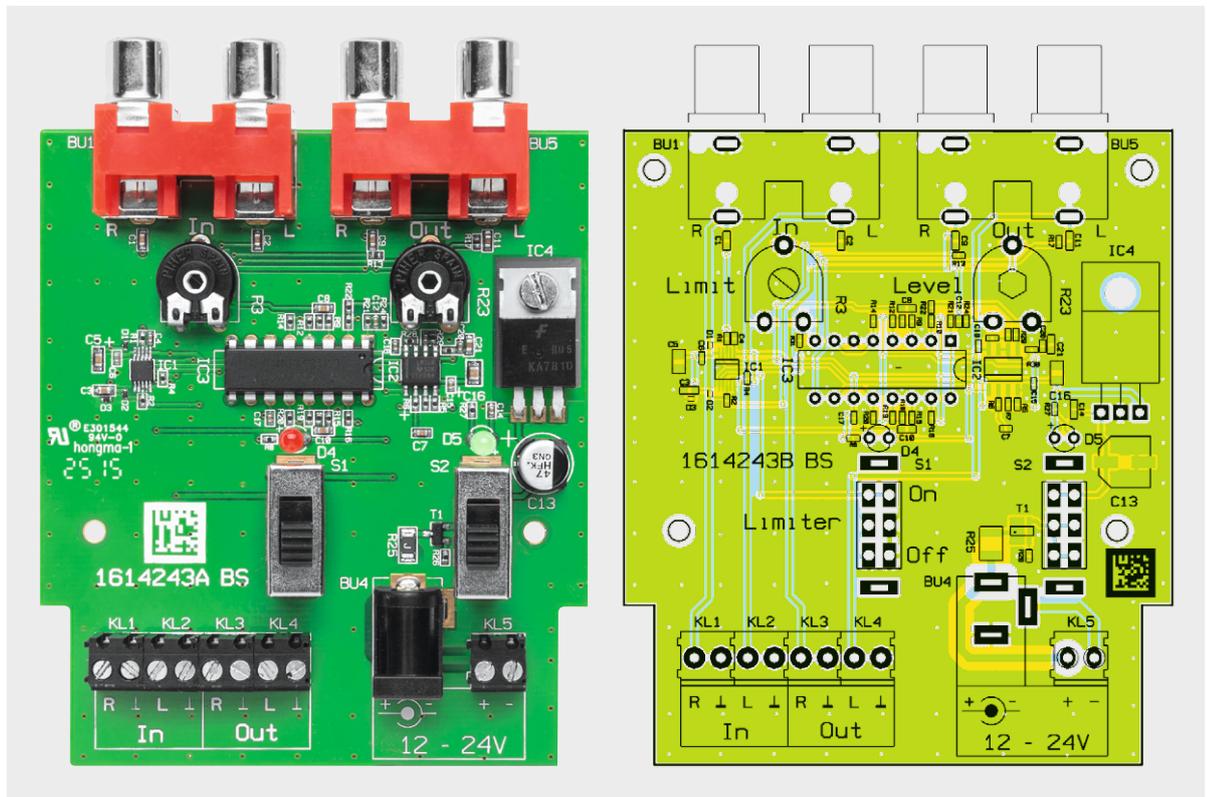


Bild 4: Platinfoto und Bestückungsplan des Audio-Limiters

Die Einbauhöhe (Gesamthöhe, Platine bis LED-Spitze) der beiden LEDs sollte genau 18 mm betragen. Die Polung der LEDs ist durch den etwas längeren Anschlussdraht der Anode (+) erkennbar.

Zum Schluss werden die Buchsen, Trimmer und Schalter bestückt und verlötet. Die beiden Trimmer sind mit einer Steckachse zu versehen. Nachdem die Platine so weit aufgebaut ist, erfolgt nach einer ab-

schließenden Kontrolle der Bestückung der Einbau in das Gehäuse (Bild 6). Hierzu wird die Platine zunächst mit zwei 2,2x5-mm-Schrauben im Gehäuseunterteil befestigt. Die beiden oberen Befestigungspunkte werden nicht genutzt, da diese durch die Cinchbuchsen abgedeckt sind. Nun kann das Gehäuseoberteil aufgesetzt und verschraubt werden. Bild 7 zeigt das fertig montierte Gerät.

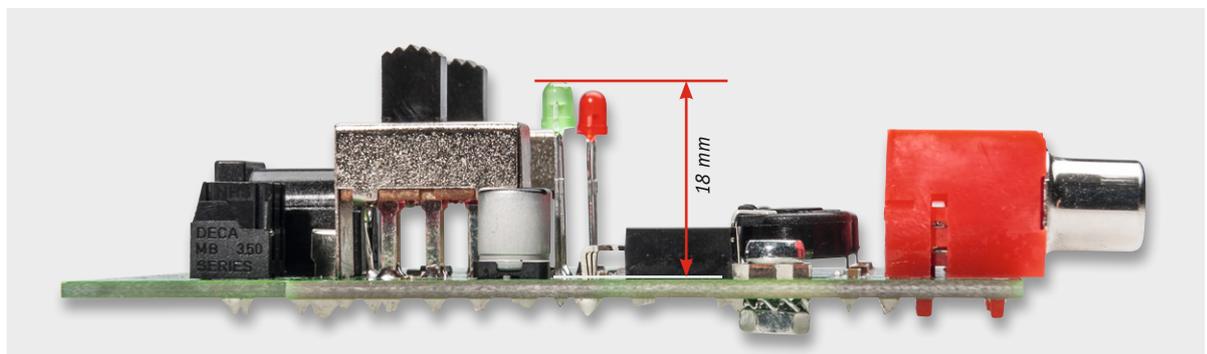


Bild 5: Die bestückte Platine von der Seite. Hier sind der liegend montierte Spannungsregler und die Einbauhöhe der LEDs zu sehen.



Bild 6: Das zweiteilige Gehäuse des Audio-Limiters. Links sind die Schraubdomen für die Platinenbefestigung markiert.



Bild 7: Der komplett montierte Audio-Limiter, hier der Blick auf die Anschlussbuchsen

Montagevideo



#1387

QR-Code scannen oder
Web-Code im Web-Shop
eingeben

Installation

Zur Spannungsversorgung wird eine Gleichspannung im Bereich von 12 bis 24 V eingesetzt. Der Anschluss kann wahlweise über die DC-Buchse BU4 (Stecker-Netzteil) oder die Schraubklemme KL5 erfolgen. Bei Einstecken eines Hohlsteckers wird die Spannungszufuhr über KL5 automatisch unterbrochen.

Für den Anschluss der Audiosignale kann auch zwischen zwei Anschlussvarianten gewählt werden. Es stehen Cinchbuchsen und Schraubklemmen zur Verfügung.

Im Einleitungstext sind ja schon einige Anwendungsbeispiele genannt worden, von denen zwei im Anschlusschema (Bild 8) dargestellt sind. Das obere Beispiel zeigt die Verwendung als Lautstärkebegrenzung in einer Verstärkeranlage. Hier wird der Limiter zwischen Vorverstärker oder Mischpult und Endstufe eingeschleift. Die maximale gewünschte Lautstärke

wird einfach mit dem Trimmer R3 (Limiter) eingestellt.

Im zweiten Beispiel ist der Einsatz zur Begrenzung der maximalen Lautstärke in einer Satellitenanlage dargestellt. Hier soll der Limiter die Lautstärke bei lästiger Werbung begrenzen. Dies funktioniert allerdings nur, wenn das Audiosignal analog vom Satellitenreceiver zum Fernseher geführt wird. Hier ist es sehr wichtig, dass der Limiter schon bei „normaler“ Lautstärke aktiv ist, erkennbar an der roten LED. Dabei stellt man R3 (Limiter) so ein, dass die LED auch bei normaler Lautstärke aktiv ist.

Mit dem Einsteller „Level“ kann dabei noch eine Pegelanpassung vorgenommen werden. In diesem Fall kann die Lautstärke nicht über den eingestellten Wert ansteigen. Die langsame Regelcharakteristik sorgt dafür, dass das Audiosignal nicht unnatürlich verfremdet wird. **ELV**

Widerstände:

100 Ω/SMD/0402	R30
470 Ω/SMD/0402	R1, R2, R22
1 kΩ/SMD/0402	R8, R11, R12, R18, R19, R26, R27
2,2 kΩ/SMD/0402	R13, R17
1,8 kΩ/SMD/0402	R7
3,9 kΩ/SMD/0402	R31
4,7 kΩ/SMD/0402	R21, R24
10 kΩ/SMD/0402	R4, R9, R14, R15, R20, R28, R29
15 kΩ/SMD/0402	R10, R16
22 kΩ/SMD/0402	R5
1 MΩ/SMD/0402	R6
PT10 für Sechskantachse/liegend/10 kΩ	R23
PT10 für Sechskantachse/liegend/25 kΩ	R3
PTC/0.1 A/30 V/SMD/1210	R25

Kondensatoren:

47 nF/16 V/SMD/0402	C7
100 nF/16 V/SMD/0402	C4, C6, C12, C15, C17-C20
1 µF/50 V/SMD/0603	C1-C3, C8, C9, C10, C11, C14, C21
2,2 µF/16 V/SMD/0805	C5, C16
47 µF/50 V	C13

Halbleiter:

NJM2761RB2/SMD	IC1
TLV272ID/SOIC8	IC2
LM13700	IC3
7810	IC4
uPA1918TE/SMD	T1
ESD9B5.0ST5G/SMD	D1-D3
LED/3 mm/rot	D4
LED/3 mm/grün	D5

Sonstiges:

Schiebeschalter, 2x um, print	S1,S2
Schraubklemme, 2-polig, RM=3,5 mm	KL1-KL5
Cinch-Anschlussplatte, 2-polig	BU1, BU5
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU4
Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	
Mutter, M3	
Fächerscheibe, M3	
2 Potistockachsen	
2 Kunststoffschrauben, 2,2 x 5 mm	
Typenschild-Aufkleber AL100	

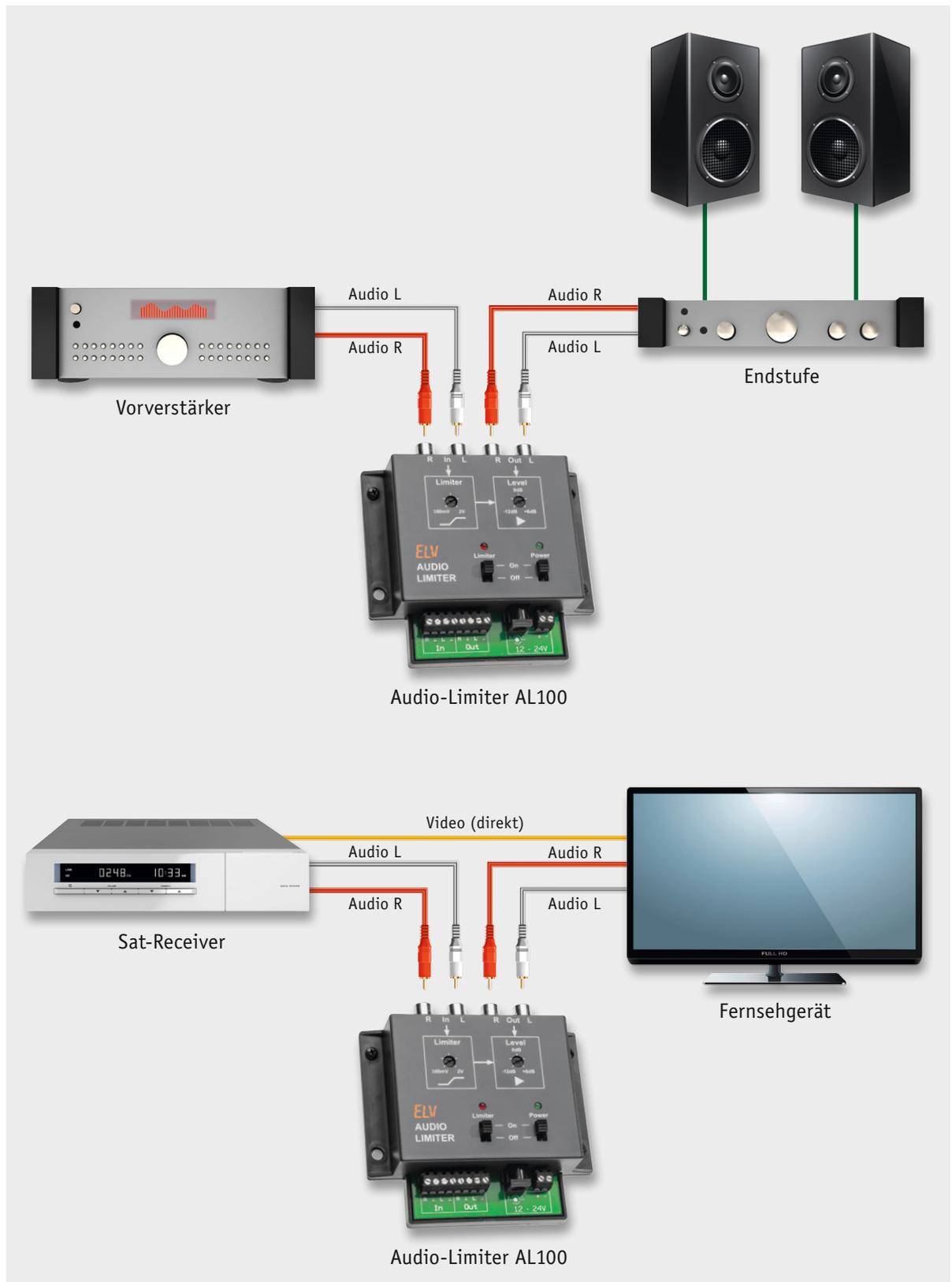


Bild 8: Anschlussschemata für den Einsatz des Audio-Limiters, oben in einer Verstärkeranlage, unten in einer TV-Empfangsanlage



Weitere Infos:

- | | |
|-------------------------|---|
| [1] EBU R128: | https://de.wikipedia.org/wiki/EBU-Empfehlung_R_128 |
| [2] Wikipedia OTA: | https://de.wikipedia.org/wiki/Transkonduktanzverstärker |
| [3] Datenblatt LM13700: | www.ti.com/lit/ds/symlink/lm13700.pdf |
| [4] Datenblatt NJM2716: | www.njr.com/semicon/PDF/NJM2761_E.pdf |