



Low-Voltage-Kopfhörer-Verstärker

Ein Kopfhörer-Verstärker muss vor allem kompakt sein, gleichzeitig aber einen hervorragenden Frequenzgang bei hoher Ausgangsleistung aufweisen. Zur Kompaktheit gehört auch eine ebenso kompakte Stromversorgung, etwa aus einer 3-V-Knopfzelle. Solch einen Kopfhörer-Verstärker, realisiert mit dem MAX 4409, stellen wir hier vor.

Er weist hervorragende technische Daten bei Versorgung mit einer niedrigen Betriebsspannung (1,8 bis 3,6 V) auf.

Wenig rein, viel raus

Durch die zunehmende Miniaturisierung von Consumerprodukten, wie man sie z. B. bei tragbaren MP3-Playern beobachten kann, werden von der Industrie immer kleinere und komplexere elektronische Bauteile entwickelt und hergestellt. Maßgebend hierfür ist jedoch nicht nur die Größe der Bauteile, sondern auch die zur Verfügung stehende Betriebsspannung, die, bedingt durch das Anstreben einer möglichst geringen Zahl an Batterien oder Akkus, meist nur bei einer Spannung von 1,5 V bis 3 V liegt. Derartige Entwicklungen geben natürlich auch dem Hobby-Elektroniker neue Impulse für die Realisierung seiner anstehenden Applikationen.

Der Hersteller „Maxim“ hat einen NF-Verstärker für Kopfhörer entwickelt, der sich zum einen durch die niedrige Versorgungsspannung, zum anderen durch die relativ hohe Ausgangsleistung auszeichnet.

Im Gegensatz zu Lautsprechern wird bei

Kopfhörern nur eine geringe Leistung benötigt, die im Bereich von 10 bis 100 mW liegt. Rein rechnerisch würde sich bei einer Betriebsspannung von 3 V und einer Kopfhörerimpedanz von 32 Ω eine maximale Ausgangsleistung von 35 mW erzielen lassen. Durch Spannungsverluste an den Ausgangstransistoren usw. ist die effektive Ausgangsleistung jedoch wesentlich geringer (ca. 20 mW).

Das hier vorgestellte IC vom Typ MAX 4409 [1] erhöht jedoch die Ausgangsleistung, indem es intern über eine Ladungspumpe eine zusätzliche, negative Betriebsspannung erzeugt. Hierdurch ist die Ausgangsspannung der Endstufen doppelt so hoch, und als angenehmer Nebeneffekt können die sonst üblichen (und voluminösen) Ausgangs-Elkos entfallen, da kein DC-Anteil am Verstärkerausgang anliegt. Durch die Spannungsverdopplung wird eine Vervierfachung der Ausgangsleistung erreicht.

Weitere Features des MAX 4409 sind die automatische Abschaltung bei Kurz-

schluss, Übertemperatur, Unter- oder Überspannung sowie die Unterdrückung von Click- und Popgeräuschen beim Ein- bzw. Ausschalten.

Alle diese Eigenschaften machen den MAX 4409 zu einem interessanten Problemlöser, wenn es darum geht, einen qualitativ hochwertigen, kompakten und in der Spannungsversorgung genügsamen Kopfhörer-Verstärker zu konzipieren.

Mit seinem Spannungsbedarf von nur 1,8 bis 3,6 V ist er sowohl einfach in batterie- oder akkubetriebene Geräte einbindbar als auch autark betreibbar, etwa versorgt mit einer 3-V-Knopfzelle.

Schaltung

Wie man im Schaltbild (Abbildung 1) erkennt, beschränkt sich der Schaltungsaufwand neben dem Verstärker-Schaltkreis (IC1) nur noch auf wenige externe Bauteile.

Das Blockschaltbild (Abbildung 2) zeigt, dass die besprochene negative Spannung intern durch eine Charge-Pump-Schaltung (Ladungspumpe) aus der einfachen Betriebsspannung erzeugt wird. Als externe Beschaltung der Ladungspumpe ist nur C 3 notwendig. Der interne Oszillator schwingt auf einer Frequenz von ca. 320 kHz.

Über die Koppelkondensatoren C 1 und C 2 und die Widerstände R 1 und R 4 gelangt das Eingangssignal auf die Eingänge von IC 1. Mit dem Widerstandsverhältnis $R 2 / R 1$ für den linken Kanal und $R 5 / R 4$ für den rechten Kanal wird der Verstärkungsfaktor eingestellt. In dieser Dimensionierung beträgt der Verstärkungsfaktor 1 (0 dB). Bei Bedarf können R 2 und R 5 vergrößert werden, um die Verstärkung zu erhöhen. Der Verstärkungsfaktor errechnet sich wie folgt:

$$A_v = \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_5}{R_4}$$

Über den Spannungsteiler R 6 und R 7 wird die Spannung am Masseanschluss der Ausgangsbuchse BU 1 gemessen. Die Spannung an diesem Punkt sollte im Normalfall 0 V sein. Bei einer Abweichung regelt IC 1 die Ausgänge automatisch nach,

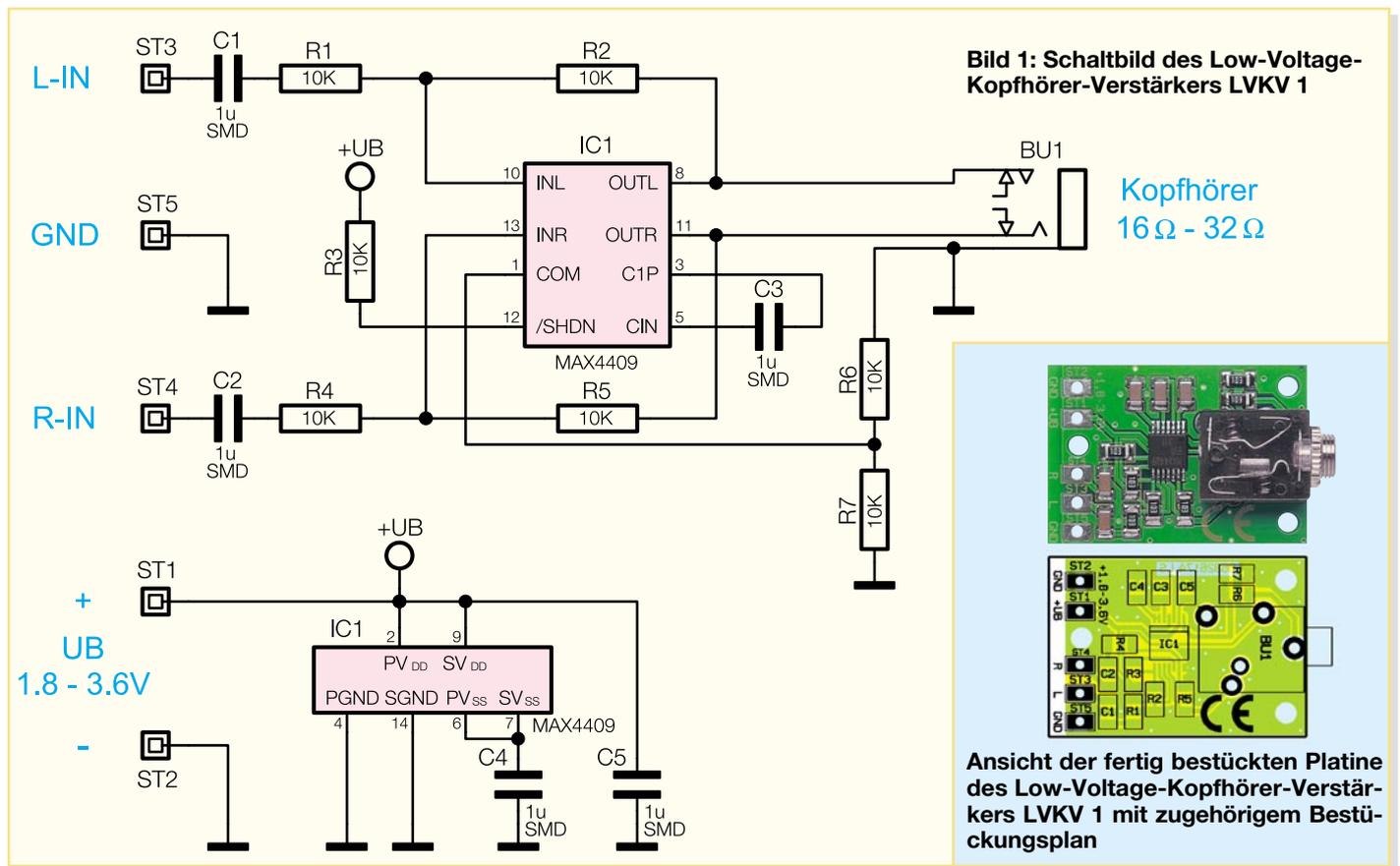
Technische Daten: Low-Voltage-Kopfhörer-Verstärker LVKV 1

Spannungsversorgung: 1,8–3,6 V_{DC}
Stromaufnahme

(ohne Last/Voll-Last): ... 8 mA/150 mA
Ausgangsleistung: max. 80 mW
(bei $U_B = 3 \text{ V}/R_L = 16 \Omega$)

Frequenzgang: ... 20 Hz–100 kHz (-3 dB)
Klirrfaktor: typ. 0,005 %

Verstärkung: 0 dB
Abmessungen: 24 x 34 mm



um zu gewährleisten, dass kein DC-Offset am Ausgang entsteht.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt über die Anschlüsse ST 1 und ST 2. Hierbei ist zu beachten, dass die maximale Versorgungsspannung von 3,6 V nicht überschritten wird.

Nachbau

Um die Abmessungen der Platine möglichst klein zu halten, sind alle Bauteile in SMD-Technik ausgeführt. Durch die kompakten Abmessungen von 24 x 34 mm kann die Schaltung z. B. in vorhandene Geräte eingebaut werden.

Für die Bestückungsarbeiten empfiehlt es sich, die Platine mit einem Stück doppelseitigem Klebeband auf der Arbeitsunterlage zu fixieren. Beim Verlöten der

SMD-Bauteile sollte ein Lötcolben mit sehr schlanker Spitze sowie SMD-Lötzinn (0,5 mm) verwendet werden. Weiterhin erweist sich eine Pinzette mit sehr feiner Spitze, mit der die SMD-Bauteile gut fixiert werden können, als nützlich. Infos zur Verarbeitung von SMD-Bauteilen gibt es im Internet [2].

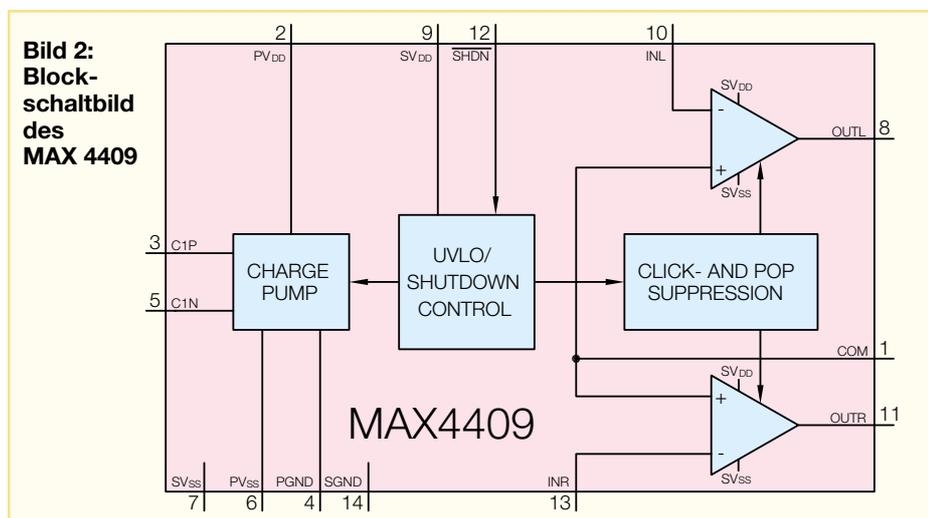
Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Wichtige Zusatzinformationen kann auch das Platinenfoto liefern. Zuerst sollte IC 1 bestückt und verlötet werden. Die SMD-Bauteile sind an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu fixieren, und es ist zuerst nur ein Anschlusspin anzulöten. Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse, unter Zugabe von nicht zu viel Lötzinn,

verlötet werden. Die Einbaurichtung von IC 1 ist durch eine Punktmarkierung (Pin 1) bzw. eine abgeflachte Gehäuseseite erkennbar. Im nächsten Arbeitsschritt werden in gleicher Weise die Widerstände und die Kondensatoren bestückt, bevor als Abschluss die Kopfhörerbuchse BU 1 folgt. Diese ist plan einzusetzen und ihre Anschlüsse sind mit reichlich Lötzinn auf der Unterseite zu verlöten. Die Anschlusspunkte auf der Platine sind sowohl für Kabelanschlüsse (direktes Auflöten der Anschlusskabel) als auch für Lötstifte vorgesehen.



Internet-Links:

- [1] <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/MAX4409.pdf>
- [2] www.elv-downloads.de/downloads/journal/smd-anleitung.pdf



Stückliste: Low-Voltage-Kopfhörer-Verstärker LVKV 1

Widerstände:

10 kΩ/SMD/1206 R1–R7

Kondensatoren:

1 µF/SMD/1206 C1–C5

Halbleiter:

MAX4409/SMD IC1

Sonstiges:

Klinkenbuchse, 3,5 mm, stereo, print BU1