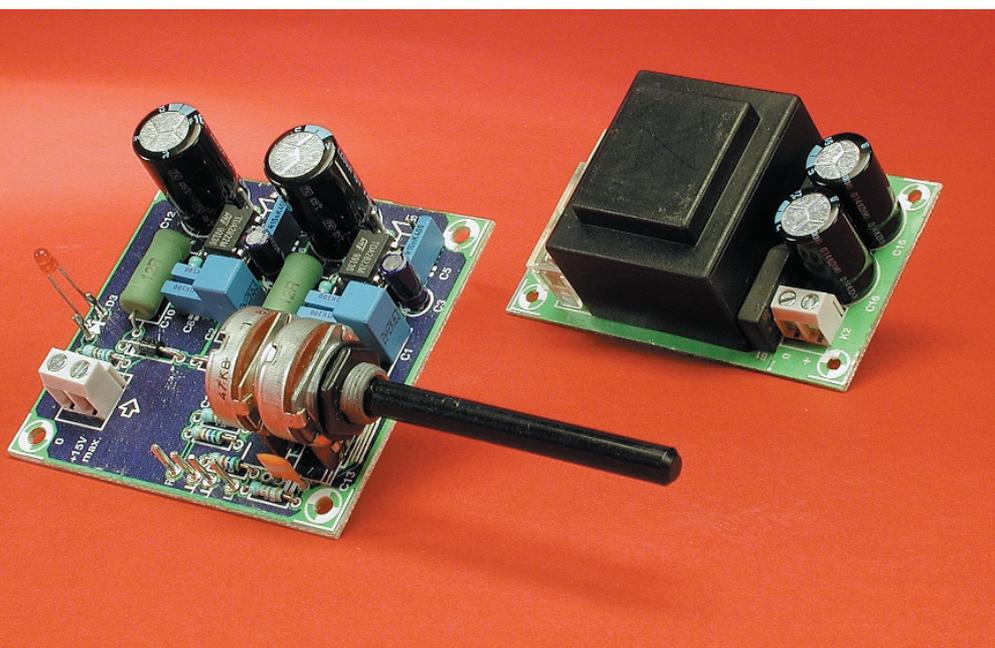


PC-SoundAmp

Mini-Verstärker mit 2 · 180 W_{PMPO}

Von Rolf Badenhausen

Dieser Verstärker wurde mit dem preiswerten und leicht erhältlichen Audio-IC TDA2822M von ST-Microelectronics aufgebaut. Mit wenigen passiven Bauteilen ist ein LowCost-Zweikanal-Audioverstärker realisierbar, der sich mit sehr guten Impulswiedergabe-Eigenschaften insbesondere für den Anschluss an PC-Soundkarten empfiehlt.



Man kann sich nur wundern: Die bei PC-Aktivboxen häufig angegebenen gigantischen Ausgangsleistungen stehen in einem mitunter milde ausgedrückt fragwürdigen Verhältnis zu ihren üblicherweise bescheidenen äußeren Abmessungen. Tatsächlich geht es hier nicht um die Dauertonleistung nach bekannten Definitionen, sondern um eine vom Verstärkerteil lieferbare Musik-Spitzenleistung. Diese wird üblicherweise als P.M.P.O.-Wert (Peak Music Power Output) angegeben

und dient eher als Vergleichskriterium für die Wiedergabequalität von impulsförmigen Signalamplituden denn als Hinweis auf die erzielbare Lautstärke.

Auf den Elko kommt es an

Die meisten auf gute Impulswiedergabe zugeschnittenen Audioverstärker arbeiten mit Netzteil-Pufferelkos

hoher Kapazität. Wie im Kasten P.M.P.O zu sehen wird dabei vorausgesetzt, dass die Verstärker-Endstufe bei durchgeschaltetem Transistor T1 die gesamte Ladungsmenge vom Pufferelko an den Lautsprecher abgeben kann. Soweit die Theorie. Die Praxis zeigt allerdings, dass eine Übertragbarkeit dieses Prinzips wegen der auch an leitenden Endstufentransistoren auftretenden Spannungsabfälle nur bedingt möglich ist. Hinzu kommt, dass der Pufferelko nur bis zur Mindestbetriebsspannung des Verstärkers teilentladen werden kann. Bei vielen preiswert angebotenen PC-Aktivboxen verschlechtern sich die praktischen Ergebnisse für das Schaltungskonzept noch weiter, da ein Endstufen-Ausgangselko einen nachteiligen Einfluss auf den Entladevorgang ausübt, denn die Kapazität eines solchen Elkos reduziert durch Serienschaltung recht deutlich die verfügbare Gesamtkapazität im Entladungszweig.

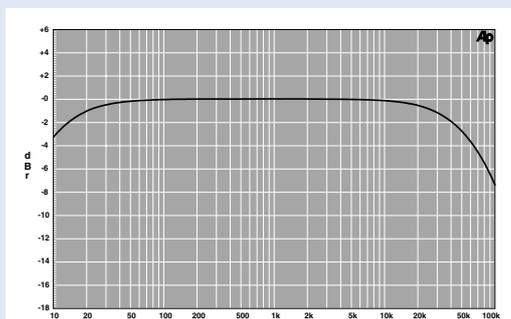
Geringe Verluste

Für den vorgestellten Verstärker wurde eine integrierte Schaltung gewählt, deren durchgeschaltete Endstufe bei Vollaussteuerung einen

Mess-Ergebnisse

(1 kHz, 8 Ω, P1 max., beide Kanäle belastet und angesteuert)

Empfindlichkeit (1 kHz/500 mW)		120 mV _{eff}
Bandbreite (250 mW)	“kalt”	12,5 Hz ... 55 kHz
	“heiß”	10 Hz ... 52 kHz
P _{max} (1 kHz, THD+N = 1 %)		500 mW
THD-N (250 mW, B = 80 kHz)	“kalt”	0,16 %
	“heiß”	0,9 %
S/N bei 500 mW (P1 min., lin. 22 Hz ... 22 kHz)		77 dB
	(P1 max., lin. 22 Hz ... 22 kHz)	70 dB
	(P1 min.)	80 dB(A)
	(P1 max.)	78 dB(A)
Kanaltrennung		>65 dB
Ruhestrom (beide ICs mit LED)		43 mA
Null-Last-Betriebsspannung		ca. 13 V



Frequenzcharakteristik
(250 mW/8 Ω,
B ≈ 10 Hz ... 52 kHz)

Spannungsabfall von weniger als einem Volt pro Zweig aufweist und die nach Herstellerangaben bis typisch 1,8 V (!) arbeitet. Bereits mit nur einem TDA2822M im achtpoligen Minidip-Gehäuse läßt sich ein Stereo-Audioverstärker für alle gängigen Lautsprecherimpedanzen realisieren.

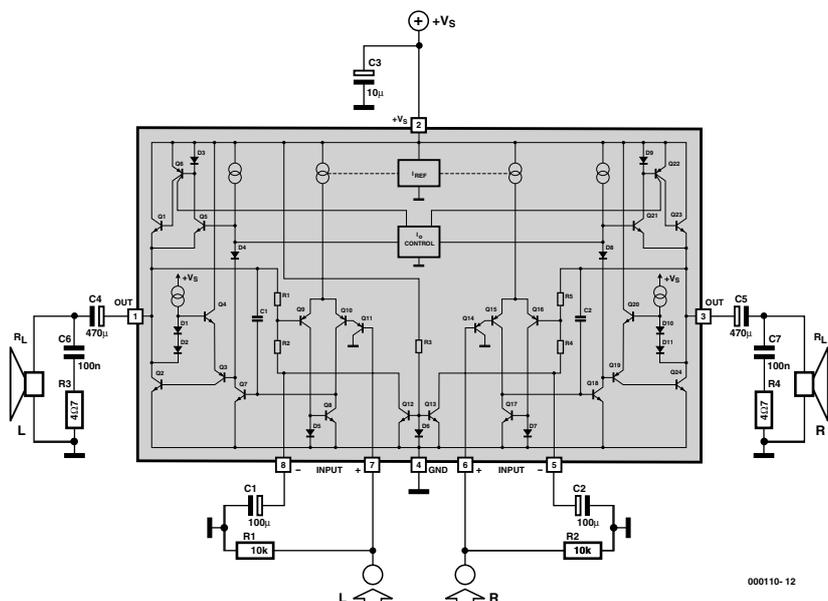
Bild 1 zeigt neben dem Innenleben des TDA2822M auch die typische Applikationsschaltung. Die RC-Glieder R3/C6 und R4/C7 tragen zur Unterdrückung der Schwingneigung wirkungsvoll bei. In diesem in bipolarer Technologie hergestellten Audio-IC wurden alle Verstärkerstufen für

eine Signalverstärkung von etwa 40 dB ausgelegt. Der Klirrfaktor ist mit 0,2 % bei einer Ausgangsleistung von 0,5 Watt bei f = 1 kHz und einer Last von 8 Ω angegeben, bei der Messung wurde dieser Wert (vor allem im “heißen” Zustand des ICs) allerdings nicht erreicht. Bei gleichem Abschlusswiderstand und einer Ausgangsleistung von 1 W beträgt laut Datenblatt die Bandbreite 120 kHz, aber auch die etwas geringeren gemessenen Werte können sich sehen lassen. Die Angaben gelten übrigens für alle Ausführungen der ursprünglich für tragbare Audioplayer (Minidisk, Diskman, Walkman) konzipierten TDA2822X-Familie. Ein weiterer Vorteil der ICs ist eine verhältnismäßig einfache Dimensionierung seiner Beschriftung für Lautsprecherimpedanzen von 4, 8, 16 oder 32 Ω für fest vorgegebene Betriebs- und Eingangsspannungen.

Brücke statt Stereo

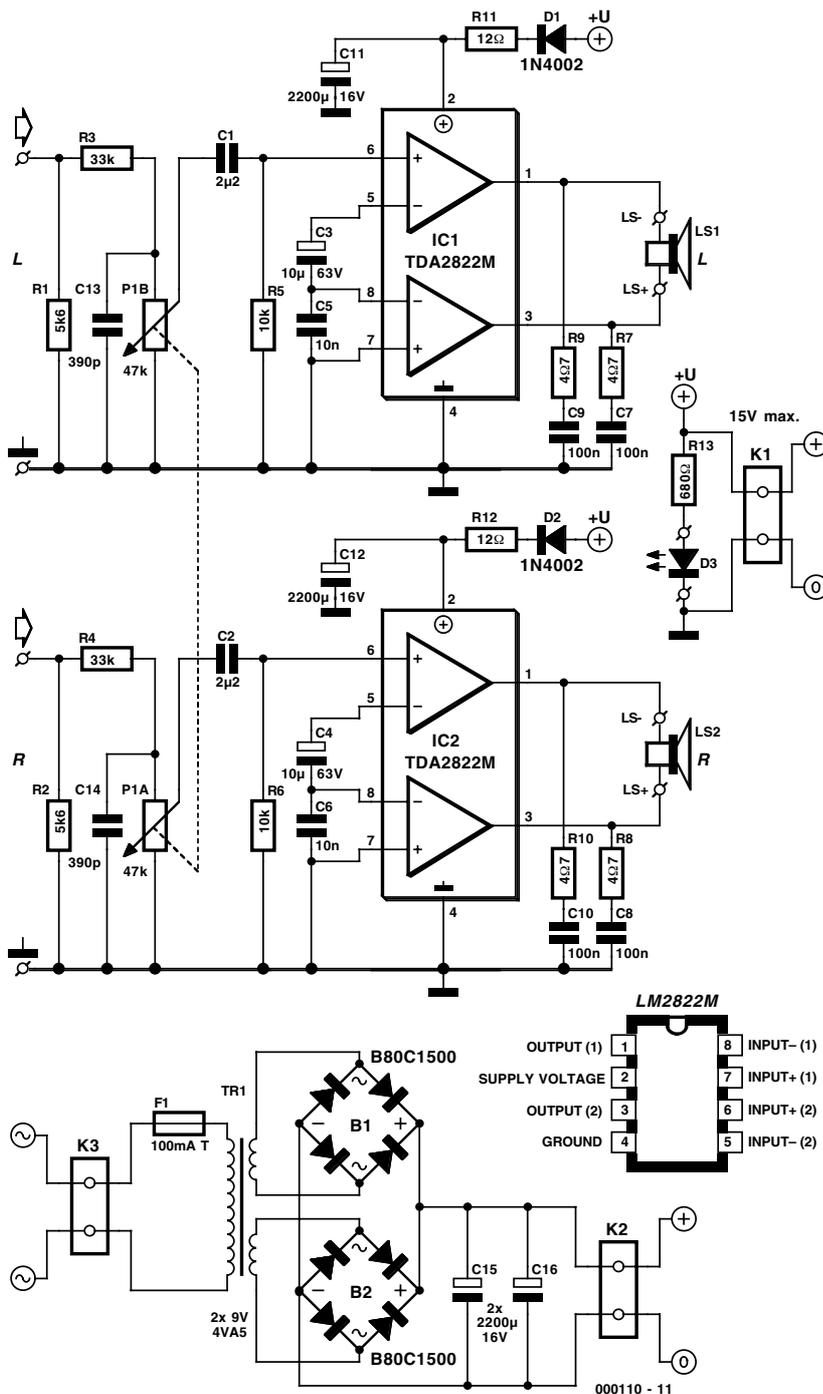
Wenn kein Ausgangselko erwünscht und deshalb nicht vorhanden ist, darf der Verstärker natürlich gleichspannungsmäßig nicht gegen Masse arbeiten. Deshalb wurden die beiden Verstärker des ICs nicht als zwei Kanäle einer Stereo-Endstufe geschaltet, sondern in eine Brückenschaltung verwandelt (**Bild 2**). Natürlich benötigt man deshalb für den anderen Kanal ein weiteres Verstärker-IC. Das Schaltungskonzept sieht zugunsten guter Impulswiedergabeeigenschaften keine externe Gegenkopplung vor. Die Gesamtverstärkung wird intern (R1...R4) und vom Eingangsteiler vorgegeben. Die Kopplung über C3/C4 entspricht dem Vorschlag des Datenblatts. Wer möchte, kann die beiden Elkos der Eingangs-Offsetspannung gemäß auch anders herum polen, unbedingt nötig ist dies angesichts der paar Millivolt aber nicht.

Da viele Soundkarten mittlerweile individuelle Klangeinstellungen über moderne PC-Betriebssysteme unterstützen, wurde auf eine Höhen- und Tiefenregelung einschließlich 3D-Schaltung verzichtet. Allerdings wurde zwischen Eingangsteiler und Tandempoti ein Anti-Aliasing-Filter (R3/C13 und R4/C14) eingebaut. Die Werte für die Filterkapazität sowie die übrigen von der Ausgangsimpedanz abhängigen Bauteile können der **Tabelle 1** entnommen werden. Für die Ausgangs-Offsetspannung in Brückenschaltung wird vom Hersteller ein Höchstwert von ±50 mV garantiert. Die Betriebsspannung an Pin 2 darf jedoch unter keinen Umständen 15 V übersteigen. Da die Ausgänge des ICs nicht kurzschlussfest sind, darf man zwar für den Eingang eine (beim Einführen des Steckers kurzzeitig kurzschließende) Klinkenbuchse verwenden, niemals aber für den Ausgang! Sofern man nicht den Einsatz von



000110-12

Bild 1. Innenschaltung und typische Stereo-Applikation des TDA2822M.



Stückliste

Widerstände:

- R1, R2 = 5k6
- R3, R4 = 33 k
- R5, R6 = 10 k
- R7...R10 = 4Ω2
- R11, R12 = 12 Ω > 2 W
- R13 = 680 Ω
- P1 = 47 k log. Stereo

Kondensatoren:

- C1, C2 = 2µ2 MKT, RM5/7,5
- C3, C4 = 10 µ/63 V stehend
- C5, C6 = 10 n
- C7...C10 = 100 n
- C11, C12, C15, C16 = 2200 µ/16 V stehend, Durchmesser ≤12,5 mm
- C13, C14 = 390 p

Halbleiter:

- D1, D2 = 1N4002
- D3 = LED, rot (kein high efficiency)
- IC1, IC2 = TDA2822M (8-polig DIP) (ST Microelectronics bei Farnell)

Außerdem:

- K1, K2 = 2-polige Platinenanschlussklemme, RM5
- K3 = 2-polige Platinenanschlussklemme, RM7,5
- B1, B2 = B80C1500 (flach, rechteckig)
- TR1 = 2x9 V/4VA5 (z.B. VTR4209 (Monacor))
- F1 = 100 mA träge und Platinensicherungshalter

Bild 2. Die Verstärkung des TDA2822M hängt nur von der Einstellung des Tandempotis ab.

bereits vorhandenen Lautsprechern (oder auch Kopfhörern) beabsichtigt, sollte man Ausführungen von 8 Ω oder 16 Ω den Vorzug geben. Die Mess-Ergebnisse für einen 8-Ω-Lautsprecher können Sie den technischen Daten entnehmen. Die Kurve zeigt die Frequenzcharakteristik bei "heißem" IC, das 250 mW an 8 Ω liefert. Die Bandbreite reicht von etwa 10 Hz bis 52 kHz.

Kühlung? Nein Danke!

Beide Kanäle des Verstärkers finden auf einer kleinen einseitigen Platine mit ausgedehnter

Massefläche Platz. Über die Bestückung gibt es wenig zu sagen, achten Sie aber darauf, dass keine Lötbrücken entstehen. Sehr erfreulich ist es, dass keinerlei Kühlkörper nötig sind. So bleiben nicht nur Bohrmaschine samt Gewindebohrer unter der Werkbank, auch die Montage der Platine im (PC-) Gehäuse ist unkomplizierter.

Soll die Verstärkerplatine im PC-Gehäuse eingebaut werden, so kann die +12-V-Versorgung aus dem Computernetzteil erfolgen, allerdings nur

dann, wenn die Masse der Soundkarte und die des PC-Netzteils übereinstimmen. Um den Einfluss von Störungen zu vermeiden, sollte man ein geerdetes Metallgehäuse verwenden, so dass auch das Poti-gehäuse geerdet ist.

Zur externen Versorgung ist an die Verstärkerplatine in Bild 3 ein kleiner Netzteilabschnitt angebracht, der leicht mit einem Trafo, zwei Flachgleichrichtern, ein paar Elkos und einer Sicherung bestückt wird. In beiden Fällen aber sollte ein

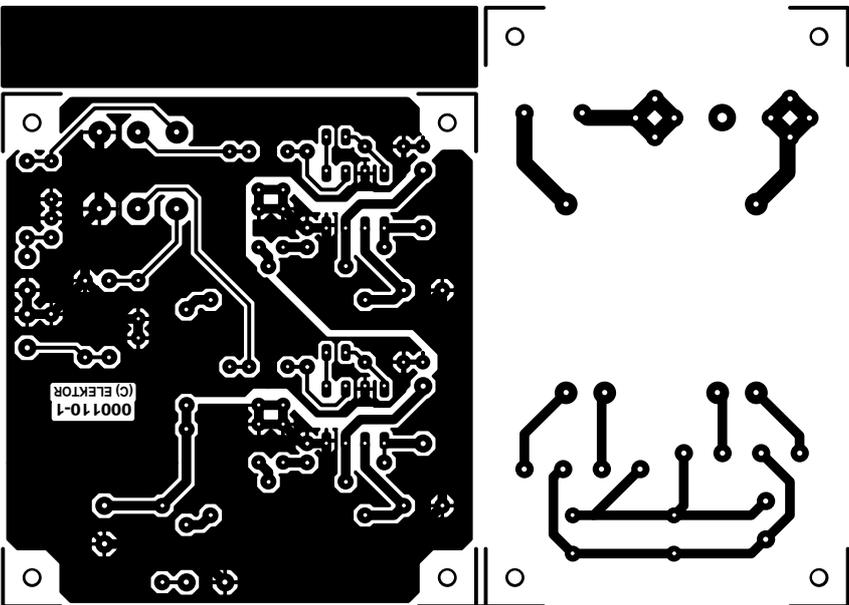
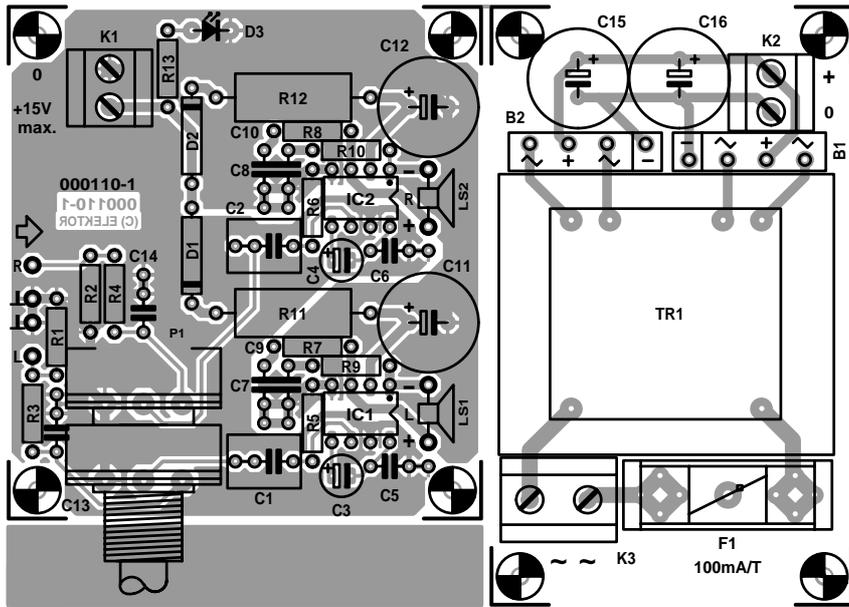


Bild 3. Die Platine umfasst einen Netzteilteil, der vor der Bestückung abgeschnitten werden muss.

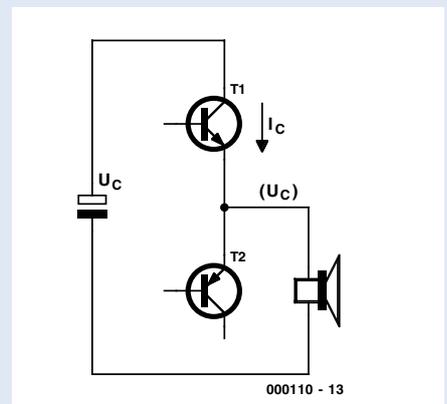
Lautsprecherimpedanz	4	8	16	32	Ω
R3/R4	47	33	22	15	kΩ
C13/C14	330	390	470	560	pF
R11/R12	15 (2 W)	12 (2 W)	8,2 (1 W)	5,6 (1 W)	Ω
Ausgangsleistung (RMS)	1	1,4	2	1	W

Tabelle 1. Abhängigkeit des Anti-Aliasing-Filters von der Lautsprecherimpedanz.

möglichst großer Abstand zwischen Verstärker und Trafo eingehalten werden.

(000110)rg

Berechnung der P.M.P.O.



Für die Energie W_c in einer die Spannung U_c führenden Kapazität C gilt:

$$W_c = \int_{U_c} Q_c du$$

worin die Ladungsmenge

$$Q_c = CU_c$$

beträgt. Die Integration liefert:

$$W_c = \frac{1}{2} \cdot CU_c^2$$

Die Leistung ist definitionsgemäß der Differentialquotient aus Energie und Zeit:

$$P = \frac{dW_c}{dt} \quad \text{or} \quad P = \frac{\Delta W_c}{\Delta t}$$

Wird innerhalb einer Zeitspanne Δt der Kondensator von der Spannung U_{c1} auf die Spannung U_{c2} entladen, dann gilt für die in seinem Entladungszweig umgesetzte Leistung:

$$P = \frac{\Delta C (U_{c1}^2 - U_{c2}^2)}{2\Delta t}$$

Für die Musik-Spitzenleistung "P.M.P.O." bezieht man Δt auf die Periodendauer eines 1 kHz - Signals, also 1 ms. Üblicherweise wird für U_{c1} in roher Näherung die Betriebsspannung im Leerlauf eingesetzt sowie für U_{c2} die Mindestbetriebspannung der Verstärker-Endstufe, die aber in der Regel vernachlässigt wird.