

Audio-Platine (rot)

1 Allgemeines

Die Audioplatine dient dem Anschluss eines Lautsprechers, eines Kopfhörers oder eines externen Verstärkers an ein μ C-System. Man könnte auf eine solche Platine vollständig verzichten, wenn man sich mit sehr kleinen Leistungen begnügt (z.B. mit externem Verstärker). Man kann auch den Lautsprecher/Kopfhörer selbst als Tiefpass betrachten und könnte mit einem einfachen Transistor im On/Off-Betrieb als einzigem Bauteil auskommen, wenn man höhere Leistungen benötigt (Prinzip Digitalverstärker, Class D).

Um im offenen Betrieb kein breites Störspektrum zu erzeugen, wird hier aber doch ein Class-AB Verstärker eingesetzt, der zudem als aktiver Tiefpass wirkt. Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild der Platine.

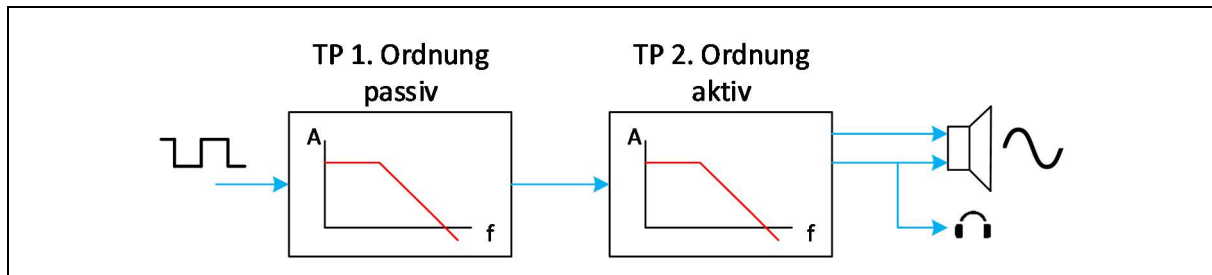


Abbildung 1: Audioplatine, Blockschaltbild

Das Eingangssignal vom μ C wird zunächst mittels eines passiven Tiefpasses gefiltert. Das gefilterte Signal ist das Eingangssignal für einen aktiven Tiefpass zweiter Ordnung mit gleicher Grenzfrequenz, so dass insgesamt ein Tiefpass 3. Ordnung entsteht. Der aktive Tiefpass ist zudem der Endverstärker (Class AB), der einen Lautsprecher direkt ansteuern kann.

Von einem der beiden Ausgangssignale wird über einen Kondensator entkoppelt das Signal für einen externen Verstärker abgenommen. Für den Kopfhörer wäre die Entkopplung nicht nötig, aber der Anschluss erfolgt günstig über dieselbe Standardbuchse.

Das Signal zwischen den beiden Tiefpässen kann an einem Testpunkt beobachtet werden.

2 Anschlüsse

Abbildung 2 zeigt die Lage der Anschlüsse (Aufsicht). Die Anschlüsse 10 und 11 sind nur von der Unterseite zugänglich und werden im Normalbetrieb nicht gebraucht.

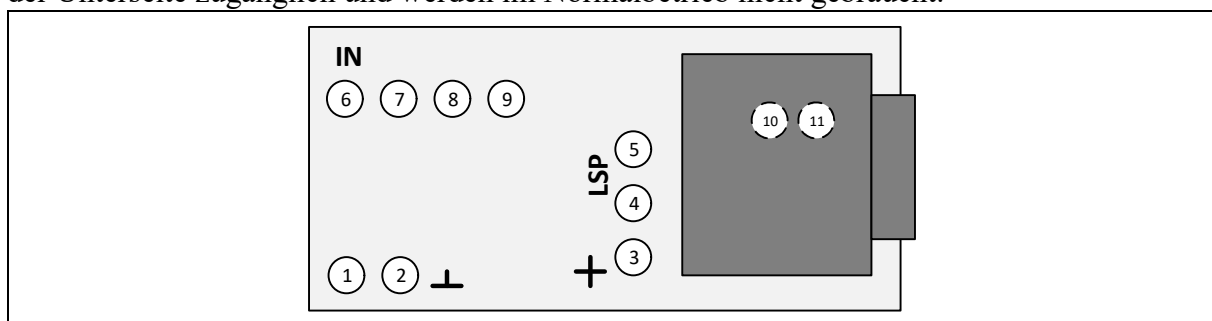


Abbildung 2: Audioplatine, Pinout

Tabelle 1 zeigt die Bedeutung der Anschlüsse. Die Anschlüsse *GND* und *IN* kommen zweimal vor, sie sind jeweils elektrisch verbunden.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
GND	GND	+5V	LSP1	LSP2	IN	IN	TP1	TP2

Tabelle 1: Anschlussbedeutungen

Die vorgesehene Betriebsspannung beträgt 5V. Der Lautsprecher (min. 8Ω) wird an die Stecker 4 und 5 angeschlossen. Die Klinkenbuchse für den Kopfhörer führt ein Signal an einen Kanal

Audio-Platine (rot)

entkoppelt, so dass auch ein externer Verstärker angeschlossen werden kann. Da es sich um einen Monoverstärker handelt, kann eine Platine auch nur einen Kanal versorgen. Überbrückt man die Anschlüsse 10 und 11, dann wird das entkoppelte Signal auch auf den zweiten Kanal der Klinkenbuchse übertragen (Monobetrieb an Stereoanlage/Kopfhörer). Man kann aber auch mit einer zweiten Audioplatine einen Stereobetrieb erreichen, indem man das Ausgangssignal (Anschluss 10) der ersten Platine über ein Verbindungskabel an den Anschluss 11 der zweiten Platine führt. Das Stereosignal kann dann an der Klinkenbuchse der zweiten Platine abgenommen werden.

Der Anschluss *TP1* dient der Beobachtung des Signals nach dem passiven Tiefpass. Der Anschluss *TP2* liefert dasselbe Signal nach der Gleichstromentkopplung, also unmittelbar am Eingang des aktiven Tiefpasses. Diese Anschlüsse werden im Normalbetrieb nicht benötigt.

3 Beschreibung der Schaltung

Die Beschreibung bezieht sich auf den beiliegenden Schaltplan. R1 und C2 bilden den passiven Tiefpass erster Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 6000 Hz. Für das Eingangssignal wäre eine hohe Impedanz wünschenswert, für einen geringen Einfluss durch die Last (zweiter Tiefpass) eine niedrige Impedanz. Die Impedanz des aktiven Tiefpasses kann nicht beliebig hoch gewählt werden (Empfindlichkeit der Rückkopplung). Mit $31\text{k}\Omega$ liegt sie am oberen Ende des Vertretbaren. Von dem μC kann man etwa 3-5mA an Strombelastbarkeit eines Pins rechnen. Der Eingangswiderstand liegt daher mit $1.2\text{k}\Omega$ an der unteren Grenze.

Das Eingangssignal ist (immer positiv) und enthält damit immer einen Gleichspannungsanteil, der mit C3 entfernt wird (Entkopplung der beiden Filter). Der Lautsprecher bleibt damit bei statischem Eingangssignal stromlos. C3 und R2 bilden einen Hochpass mit einer Grenzfrequenz von 50Hz. Für diese Anwendung reicht das, tiefere Frequenzen können kleine Schallwandler ohnehin nicht wiedergeben.

Der Verstärker TPA301 ist im Wesentlichen ein Operationsverstärker mit zwei Gegentaktausgängen. Mit der Beschaltung R2, R3, R4, C4 und C5 wird ein Multiple Feedback Filter aufgebaut (MFB Filter). Da die Gesamtverstärkung bei 1 liegt, ist die Berechnung der Bauteilwerte deutlich einfacher als im allgemeinen Fall. Die Berechnung wurde aber ohnehin mit dem frei verfügbaren Programm *FilterPro* von Texas Instruments durchgeführt. Die wesentlichen Eigenschaften des Filters sind im Anhang angegeben. Sie können aber zur genaueren Betrachtung auch die Designvorgabe im Anhang mit dem Programm öffnen. Einziger wesentlicher Aspekt ist, dass das Bandbreiteprodukt (GBW) des TPA301 ausreicht. Bei der eingestellten Grenzfrequenz von 6000Hz und der gewählten Beschaltung sind 430kHz erforderlich, der TPA301 hat bei der hier eingestellten Verstärkung von 1 typisch 1.4MHz.

Bei einer Versorgungsspannung von 5V beginnt das Clipping (starke Verzerrungen am Ausgang wegen Sättigung) bei 4V_{PP}. Bei der gewählten Verstärkung 1 und einem Signal mit max. 3.3V am Eingang braucht man also noch nicht mit Verzerrungen durch Übersteuerung zu rechnen.

Die Kondensatoren C6 und C7 dienen nur der Spannungsstabilisierung. Der Kondensator C1 entkoppelt das Ausgangssignal des Verstärkers von der Last. Er ist nur deshalb so groß (100 μF), damit bei dem Anschluss eines Kopfhörers mit 32Ω Impedanz die Grenzfrequenz des entstehenden Hochpasses bei 50Hz liegt und tiefe Frequenzen nicht unnötig gedämpft werden.

4 Technische Daten

Versorgungsspannung:	3V-5V
Übertragungsbereich:	50Hz-5500Hz
Ausgangsimpedanz:	$\geq 8\Omega$
Ausgangsleistung:	max. 350mW