

Die Möglichkeiten des Amp4702 entdecken

Guten Tag lieber Leser,

heute erhalten sie den ersten Teil unseres Reports zum Amp4702. Heute geht es um das Schaltungskonzept des Amp4702 mit seinen vielfältigen Möglichkeiten.

1. Einführung

Der Amp4702 ist ein Klasse AB Stereo-Audio-Verstärker, der auf dem Hochleistungs-Treiber-IC LM4702 von National Semiconductor basiert. Der LM4702 ist ein integrierter Stereo-Treiber IC für audiophile Hochleistungs-Verstärker. Durch den hohen Integrationsgrad des Chips kann auf einen diskret aufgebauten Verstärker verzichtet werden. Der Treiber kann eine Endstufe aus diskreten Hochleistungs-Transistoren ansteuern. Die Verstärker-Ausgangsleistung kann skaliert werden durch einfache Änderung der Versorgungsspannung und durch die Anzahl der verwendeten Ausgangstransistoren. Denn zum Erzielen höherer Ausgangsleistungen lassen sich die Ausgangstransistoren auch parallel schalten. Der LM4702 und eine passende Endstufe ist in der Lage bis zu 300 Watt Ausgangsleistung pro Kanal an 8 Ohm zu liefern.

2. Das Schaltungsdesign

.. des Verstärkers Amp4702 entspricht den Vorgaben und Empfehlungen des Herstellers National Semiconductor. Darüberhinaus wurden einige Verbesserungen durchgeführt: ein kompakteres Layout, eine anwenderfreundliche Platzierung der Bauteile und nicht zuletzt die Verwendung hochwertiger Bauteile.

Bild 1 zeigt das Schaltbild des Amp4702. Zentraler Bestandteil ist der Treiber-IC LM4702 mit den folgenden Funktionsblöcken: Eingangsstufe (input stage), Ausgangstreiber (driver), Stummschaltung (mute control), thermischer Überlastschutz (thermal protection) und Shutdown.

2.1 Die Eingangsstufe

.. besteht aus einem Differenzverstärker A, dessen Ausgang die Endstufe ansteuert. Es ist eine nicht invertierende Schaltung. Es wird im weiteren Text nur der linke Kanal (L_{IN}) beschrieben: Das Audio Eingangssignal gelangt über J1-1 und R_{in} an Pin6 des LM4702, also an den +Eingang des Differenzverstärkers. Parallel zum Eingang befindet sich der Eingangswiderstand des Verstärkers mit $R_s=33K$. Die Eingänge sind also DC-gekoppelt. Das bedeutet, daß die Eingangsquellen keinen DC-Anteil enthalten dürfen ! Die Gegenkopplung besteht aus den Widerständen $R_f = 33K$ und $R_i = 1,2K$ sowie dem Kondensator $C_i = 47\mu F$.

Die Spannungs-Verstärkung (Wechselspannung) wird bestimmt durch $V = (1 + R_f/R_i)$ für beide Kanäle. Die Spannungs-Verstärkung ist für beide Kanäle auf $V = 28,5$ festgelegt (also 29,1 dB). Bei Bedarf können leicht andere Werte festgelegt werden. Dann sollte die Verstärkung im Bereich 20 bis 40 festgelegt werden (26 dB bis 32 dB). Dies kann durch einfaches Ändern der Widerstände R_f und R_i erfolgen. Für ein gutes Rauschverhalten sind dann eher kleinere Werte angesagt. Für R_i wird ein Wert von 1K bis 3K verwendet, dann wird R_f entsprechend der gewünschten Verstärkung gewählt. Für den LM4702 sollte die

Verstärkung nicht kleiner als 26 dB gewählt werden. Eine Verstärkung unterhalb dieses Wertes kann zu Schwingneigungen und Instabilitäten führen !
Die Kombination R_i und C_i bilden ein Hochpass-Filter. Die untere Grenzfrequenz dieses Hochpass-Filters wird bestimmt zu $f = 1/(2 \pi R_i C_i)$ [Hz]. Das ergibt mit den obigen Werten eine Grenzfrequenz von $f = 2,82$ Hz. Das bedeutet, daß alle Frequenzen oberhalb dieses Wertes mit der Verstärkung $V = 28,5$ verstärkt werden.

Was ist der Sinn dieser Maßnahme ?

Bei Differenzverstärkern kann es aus verschiedenen Gründen zu einer merklichen Eingangs-Offsetspannung kommen. Diese schädliche Offsetspannung wird verstärkt und liegt dann am Ausgang an. Die Folge sind Verzerrungen und im schlimmsten Falle eine Schädigung des Lautsprechers durch Gleichspannung am Ausgang. Dieser Effekt kann mit der obigen Schaltung verhindert werden. Der Verstärker ist für Gleichspannungen am Eingang voll gegengekoppelt.

2.2 Die Mute-Funktion (Stummschaltung):

Die integrierte Mute-Funktion unterdrückt alle beim Ein- und Ausschalten entstehenden Störgeräusche, schaltet den Verstärkerausgang in einen Ruhezustand und verringert damit die Verlustleistung. Die Mute-Funktion wird kontrolliert durch die Beschaltung des Mute-Pin am LM4702. Wird der Mute-Pin auf $+U_s$ gelegt so wird in den Play-Mode geschaltet (siehe Widerstand R_m und Kondensator C_m). Wird der Mute-Pin auf Masse gelegt, so ist die Stummschaltung aktiv.

2.3 Der Ausgangstreiber:

Der Ausgangstreiber im LM4702 ist auf maximal 5mA Ausgangsstrom begrenzt. Um damit die erforderliche Ausgangsleistung von 100W pro Kanal zu erreichen, müssen externe Leistungs-Transistoren verwendet werden. Folgende Optionen sind dafür möglich:

1. Bipolare Leistungs-Transistoren; angesteuert mit einer bipolaren Treiberstufe.
2. Bipolare Darlington-Transistoren und
3. MOSFET-Leistungs-Transistoren; hier können sowohl vertikale als auch laterale MOSFET's verwendet werden.

Im Teil 2 unseres Reports werden für alle 3 Optionen Leistungs-Transistoren benannt, die mit unserem Board realisiert werden können. Dazu sind geringfügige Modifikationen auf dem Board erforderlich. Hier sind also die Tüftler und Optimierer der DIY-Gemeinde angesprochen.

2.4 Die diskret aufgebaute Endstufe:

Im Schaltbild wird nur der linke Kanal der Endstufe beschrieben. Das Schaltungsdesign für den Amp4702 verwendet komplementäre, bipolare Leistungs-Transistoren und eine bipolare Treiberstufe. Als Leistungs-Transistoren werden der bekannte 2SC5200 (T4) und der 2SA1943 (T5) von Toshiba verwendet. Die Treiberstufe besteht aus dem Treibertransistor T2 mit dem 2SC5171 und dem Treibertransistor T3 mit dem 2SA1930. Die Transistoren T2 und T4 bilden zusammen eine zweistufige Darlingtonschaltung; ebenso die beiden Transistoren T3 und T5. Jeder Leistungs-Transistor hat mit R_e je einen Emitterwiderstand mit 0,22 Ohm und 5W. Er dient zur besseren Stromteilung und der thermischen Stabilisierung (Stichpunkte: thermal runaway). Auf den genauen Wirkzusammenhang wird hier nicht eingegangen. Die Treibertransistoren T2 und T3 befinden sich auf dem gleichen Kühlkörper wie die Endtransistoren T4 und T5. Die

Bauteile R_n und C_n bilden ein sogenanntes Boucherot-Netzwerk oder Zobel-Glied, das den Verstärker bei hohen Frequenzen stabilisiert.

2.5 Der V_{BE} -Multiplikator:

Weiterhin gibt es einen sogenannten " V_{BE} -Multiplikator". Dieser besteht aus dem Transistor T1 und dem Widerstand R_{b1} , R_{b2} und dem Trimmer R_p . Die Kollektor-Emitter-Spannung U_{CE} von T1 beträgt $U = V_{BE}(1 + R_{b2}/R_{b1})$. Dieser Zusammenhang gibt dieser Schaltung ihren Namen " V_{BE} -Multiplikator". Die Funktion dahinter ist folgende: Der Transistor T1 des " V_{BE} -Multiplikator" wird mit den Endstufen-Transistoren T4, T5 auf den gleichen Kühlkörper geschraubt. Dadurch folgt die Temperatur von T1 der Temperatur der Endstufen-Transistoren T4, T5. Die Spannung V_{BE} von T1 hängt aber auch von der Temperatur des Kühlkörpers ab; durch Aufheizen der Endstufen-Transistoren wird auch der Strom I_c von T1 größer. Dies bewirkt jedoch eine Verringerung des Basisstromes von T2 und T3. Insgesamt bewirkt diese geschlossene Regelung eine thermische Stabilisierung der Endstufen-Transistoren. - Der Ruhestrom des Verstärkers wird mit dem Trimpoti R_p eingestellt. Eine detaillierte Beschreibung dazu gibts in der Aufbauanleitung zum Amp.

Jetzt sind Sie am Ende des Reports angelangt. Ich hoffe, Ihnen hat das Lesen Spaß gemacht und Sie haben Appetit bekommen, auf den Selbstbau eines audiophilen Hochleistungs-Verstärkers. Und auf den zweiten Teil natürlich !

Viel Erfolg beim Zusammenbau !

Herzlichst,
ihr
Joachim Krüger