

# GRUNDLAGENLABOR

## PROJEKT CDAMP

### PWM-GENERATOR UND AUSGANGSFILTER

**Inhalt:**

1. Einleitung und Zielsetzung.....	2
2. Theoretische Aufgaben - Vorbereitung.....	2
3. Praktische Messaufgaben .....	4

Filename: PWM- Generator_und_Ausgangsfiler_2_2.doc	Version: 2.2 zu Rev 02	Author: S. Wicki
Created: 30.08.2007	Last modified: 02.02.2009 19:27	Page: 1 / 4

## 1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Idee eines geschalteten Verstärkers ist das analoge Audiosignal, dessen Informationsgehalt in der Amplitude zu jedem Zeitpunkt vorhanden ist, in ein digitales Signal zu wandeln. Bei dem verwendeten digitalen Signal ist der Informationsgehalt in der Pulsbreite vorhanden. Darum nennt man dieses Signal Puls-Weiten-moduliertes Signal oder abgekürzt PWM-Signal.

Das digitale Signal wird erst am Ausgang wieder in ein analoges Signal umgewandelt. Diese Umwandlung geschieht über ein Ausgangsfilter, welches aus passiven Bauelementen aufgebaut ist – aus Spulen und Kondensatoren.

Dieser Versuch hat folgende Zielsetzungen:

- PWM-Signale kennen lernen
- Unterschied von 3-Punkt PWM zu 2-Punkt PWM
- Unterschied von analogen und digitalen Signalen
- Allgemeine Schaltungsanalyse
- Datenblätter und Schemata lesen

## 2. THEORETISCHE AUFGABEN - VORBEREITUNG

### 2.1 Analyse des Ausgang-Filters

a) ***Zum Grund eines Ausgangs-Filters:***

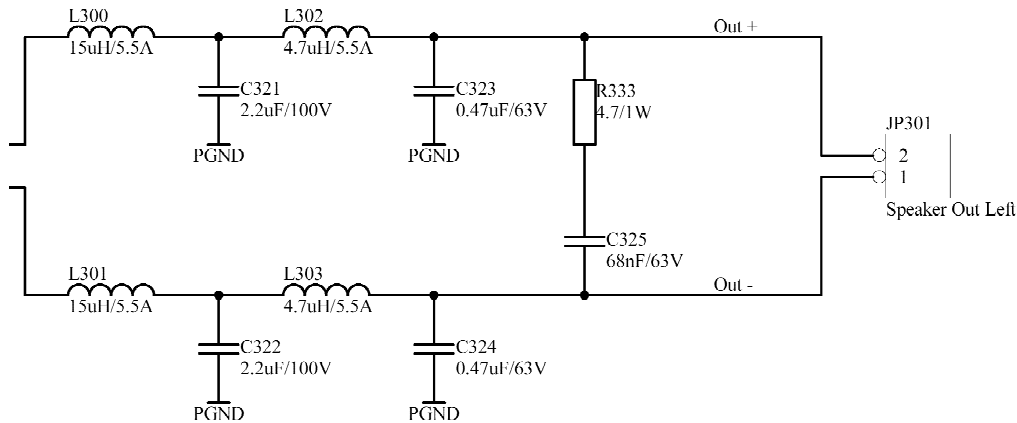
Nachfolgend ein Auszug aus einer Application Note von einem Class-D Verstärker zum Ausgangsfilter. Welches sind die Kernaussagen davon?

*Class-D amplifiers differ from linear amplifiers in that switching amplifiers require an output filter capable of removing the high frequency components of the PWM waveform. The switching frequency components, while not audible, will radiate EMI from the wires going to the speaker. In cases where the speaker will be located together with the amplifier (powered speakers), the filtering may be either simplified or eliminated by appropriate shielding techniques. Several types of filter designs can be used and their advantages, disadvantages and design go beyond the scope of this application note. Several good references are available which will be helpful in the evaluation and synthesis of the popular filter types available.*

b) ***Kurztheorie von Schwingkreisen:***

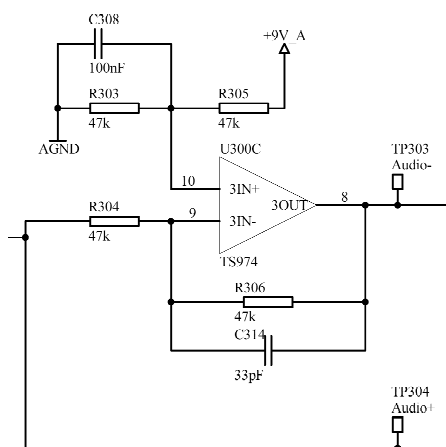
Studieren Sie die „Thomsonsche Schwingungsgleichung“ für (ungedämpfte) Schwingkreise: [http://de.wikipedia.org/wiki/Thomsonsche\\_Schwingungsgleichung](http://de.wikipedia.org/wiki/Thomsonsche_Schwingungsgleichung)  
Studieren Sie auch die Herleitung dieser Formel (nach Impedanzen).

- c) Falls kein Audiosignal an den Lautsprecher gelangt (Ruhebetrieb), befindet sich an den Spulenden **L300** und **L301** (Filtereingang) ein Rechtecksignal mit einer Amplitude von der Speisespannung, einer Duty-Cycle von 50% und einer Schaltfrequenz von der PWM Frequenz (Spannung gegen Masse gemessen). Überlegen Sie sich, was für Verluste in den Spulen entstehen und wie man diese berechnen kann.

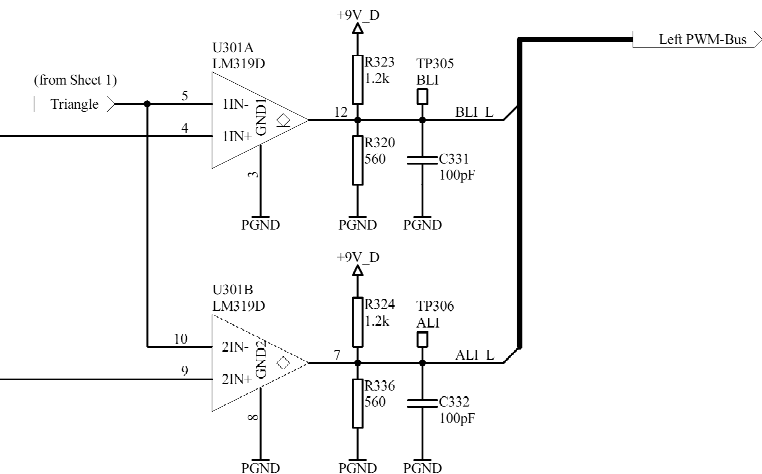


## 2.2 Analyse der PWM-Generierungsschaltung:

### Analog Inverter



### Comparator



- Beschreiben Sie die Funktionsweise der Schaltung.
- Was bezweckt **C314**? Was ergibt sich für eine Grenzfrequenz mit **R306**?
- Open-Collector Schaltungen haben die Tendenz, den Ausgang schneller auf Low zu ziehen, als den Ausgang auf High zu schalten. Erklären Sie diesen Umstand. Mit welchen Bauteilen kann dies beeinflusst werden? Können Sie ein solches Verhalten in der Simulation feststellen?

### 3. PRAKTISCHE MESSAUFGABEN

#### 3.1 Messungen am PWM-Generator

Überprüfen Sie nun Ihre Simulationen, indem Sie die Schaltung folgendermassen modifizieren:

Überbrücken Sie C303 und entfernen Sie R322. Beachten Sie den Verstärkungsfaktor der zweiten OP-Stufe. Als Eingang für alle Messungen dient die Stiftleiste JP302 (Left Volume Control) Pin2 gegen AGND.

- a) Messen Sie die Ausgangssignale des PWM-Generators ALI\_L und BLI\_L für verschiedene Gleichspannungen am Eingang. Beachten Sie, dass Sie die Simulationen bezüglich des Pegels an TP304 (Audio+) gemacht haben.  
Bilden Sie mit dem KO die mathematische Differenz dieser zwei Signale und interpretieren Sie dieses Signal in Bezug der Gleichspannung am Eingang.
- b) Messen Sie die Anstiegs- und Abfallzeit der PWM-Signale ALI\_L und BLI\_L (auch „rise- and falltime“ genannt). Definiert sind sie folgendermassen:  $t_r$ : 10%  $\uparrow$  90% von  $u_{\max}$ ,  $t_f$ : 90%  $\downarrow$  10% von  $u_{\max}$ .
- c) Speisen Sie ein Sinussignal mit einer Frequenz von 1kHz und 20kHz am Eingang JP300 zwischen Pin 2 und Pin 1 mit vernünftiger Amplitude ein. Betrachten Sie wiederum die Signale am Ausgang (mathematische Differenz der Signale ALI\_L - BLI\_L).

Entfernen Sie die Drahtbrücke über C303 und löten Sie R322 (22k $\Omega$ ) wieder ein.

#### 3.2 Messungen am Ausgangsfilter

Speisen Sie den Verstärker mit einer Gleichspannung von 30V und schalten Sie den Verstärker ein. Speisen Sie kein Audiosignal am Eingang ein (Ruhebetrieb).

- a) Messen Sie die Spannung an TP310 (BHS) und TP311 (AHS) gleichzeitig. Entsprechen diese Spannung Ihren Erwartungen?
- b) Messen Sie die Spannung über L300 und L302, sowie über C321 und C323, wenn der Verstärker eingeschaltet ist.  
Bei welchem Element wird die grösste Verlustleistung entstehen?