

DIPLOMARBEIT

Bluetooth-Aktivbox

Ausgeführt im Schuljahr 2016/17 von:

Markus Bointner
Andreas Macsek

Betreuer/Betreuerin:

Prof. Dipl.-Ing. Dr. Herbert Wagner

St. Pölten, am 7. Februar 2017

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Markus Bointner

Andreas Macsek

DIPLOMARBEIT DOKUMENTATION

Namen der Verfasser/innen	
Jahrgang Schuljahr	
Thema der Diplomarbeit	
Kooperationspartner	

Aufgabenstellung	
------------------	--

Realisierung	
--------------	--

Ergebnisse	
------------	--

Typische Grafik, Foto etc.
(mit Erläuterung)

Teilnahme an Wettbewerben,
Auszeichnungen

Möglichkeiten der
Einsichtnahme in die Arbeit

Approbation
(Datum / Unterschrift)

Prüfer/Prüferin

Direktor/Direktorin
Abteilungsvorstand/Abteilungsvorständin

DIPLOMA THESIS DOCUMENTATION

Author(s)	
Form Academic year	
Topic	
Co-operation Partners	
Assignment of Tasks	
Realisation	
Results	

Illustrative Graph, Photo
(incl. explanation)

Participation in Competitions
Awards

Accessibility of
Diploma Thesis

Approval
(Date / Signature)

Examiner

Head of College/Department

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Gesamtprojekt	2
3	Individuelle Zielsetzung	3
3.1	Lautsprecher	3
3.2	Elektronik	3
3.2.1	Mono-Bass-Addier-Schaltung und Mono-Bass-Weiche	3
3.2.2	Zusatz-Leiterplatten	8
4	Grundlagen und Methoden	13
5	Ergebnisse	14
	Abkürzungsverzeichnis	15
	Abbildungsverzeichnis	16
	Tabellenverzeichnis	16
	Danksagungen	17
	Literaturverzeichnis	18

1 Einleitung

2 Gesamtprojekt

3 Individuelle Zielsetzung

3.1 Lautsprecher

3.2 Elektronik

3.2.1 Mono-Bass-Addier-Schaltung und Mono-Bass-Weiche

Allgemeines

Das empfangene Audio-Signal muss für das Lautsprecher-System aufgetrennt werden. In Hoch, Mitte und Tief Audiofrequenz. Für den „Mono-Bass“ werden die tiefen Frequenzen aus dem Signal heraus gefiltert. Da, wie der Name schon sagt, es sich um einen „Mono-Bass“ handelt, muss das Stereo-Audio-Signal vorher noch mittels OPV-Addierschaltung addiert werden um ein Mono-Audio-Signal zu erhalten.

Zielsetzung

Es soll ein Print angefertigt werden, welcher über eine OPV-Addierschaltung verfügt und des weiteren das eintreffende Audio-Signal über ein Filter passend für den „Mono-Bass“ filtert. Diese Schaltung für das Tiefpass-Filter muss variabel designet werden. Das Tiefpass-Filter muss unabhängig vom Printdesign, nur durch Ändern von Bauteilwerten, andere Grenzfrequenzen liefern können.

Auswahl des Tiefpass-Filters

Es wurde nach einem möglichst steilen, im Durchlassbereich linearen und einfachen Tiefpass-Filter gesucht. Man hat sich nach Überlegen für ein „Aktives-Tiefpass-Filter 2.Ordnung“ entschieden, dabei wurde die „Butterworth-Schaltung“ bevorzugt. Wegen seiner hohen Linearität im Durchlassbreich und einer Dämpfung von $\frac{-20dB}{Dek.}$. Dies bedeutet, dass eine Frequenz die 10mal größer ist als die Grenzfrequenz einen um $\frac{1}{10}$ kleineren Pegel aufweist, als die Grenzfrequenz.

Zur Regelung wird an den Eingängen (Rechts, Links) und am Ausgang der Schaltung jeweils ein Potentiometer in der Größenordnung von 1kOhm verbaut. Diese dienen zur Anpassung der Amplitude des ein- und ausgehenden Signals, um mögliche Übersteuerungen zu vermeiden.

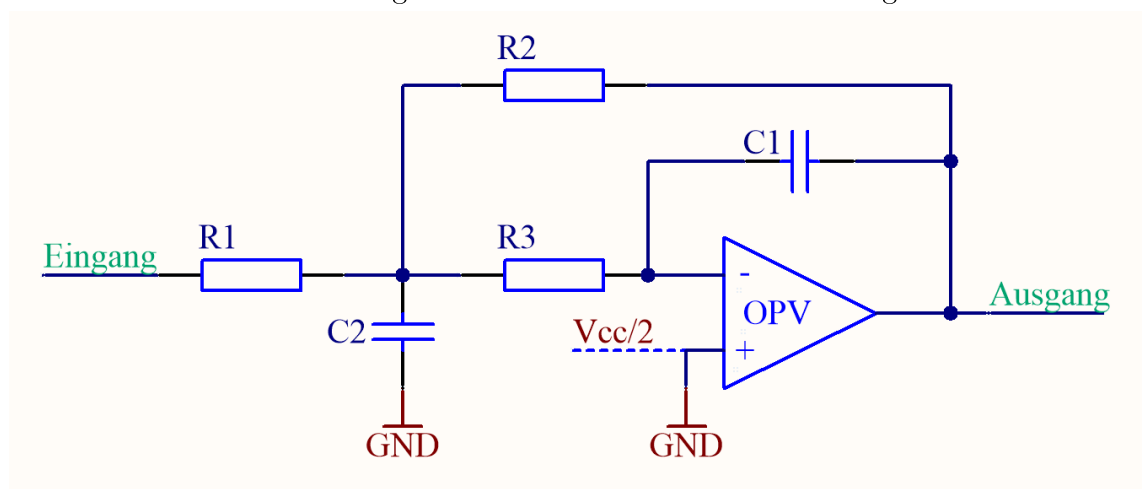
Butterworth-Filter 2. Ordnung

Die Grundschaltung eines Butterworth-Tiefpass-Filter 2. Ordnung ist auch bei verschiedenen Grenzfrequenzen gleich. Es besteht hauptsächlich aus einem OPV, drei Widerständen und zwei Kondensatoren. Deren Anordnung ist ausschlaggebend für das Tiefpass-Filter (Abb. 3.1).

Bedingt durch das Beschalten des OPVs wird das Ausgangssignal invertiert, was hier keine größeren Folgen mit sich bringt.

Am Plus-Eingang des OPVs wird entweder Masse bei symmetrischer Spannungsversorgung, oder $\frac{V_{cc}}{2}$ bei asymmetrischer Spannungsversorgung angelegt.

Abbildung 3.1: Butterworth-Filter 2. Ordnung



Schaltung

Passend dem Signalverlauf sitzt am Beginn der Schaltung (Abb. 3.2) die erste Regelung über Potentiometer. Anschließend kommt man zu der Addier-Schaltung (Abb. 3.3) welche das Stereo-Signal in ein Mono-Signal wandelt und dadurch Stereo-Effekte wie zB. Balance am „Mono-Bass“ entfernt.

Wichtig ist bereits hier die Versorgung der Schaltung. Bedingt durch eine asymmetrische Spannungsversorgung (0...12V) muss am OPV ein Arbeitspunkt eingestellt werden. Dabei handelt es sich um ein absichtliches Anheben des Signals in Y-Richtung bei einem Spannungs-Zeit-Verlauf, sodass die untere Halbwelle des Signals nicht verloren geht. Dafür muss am Plus-Eingang des OPVs der Addier-Grundschaltung und der Butterworth-Filter-Schaltung die halbe Versorgungsspannung angelegt werden, um das beste Ergebnis zu erzielen. Dafür wird an den beiden Plus-Eingängen der OPVs über eine Spannungsteiler-Schaltung aus zwei Widerständen das benötigte $\frac{V_{cc}}{2}$

angelegt.

Um Störungen im OPV zu vermeiden wird sehr nahe an diesem ein $10\mu\text{F}$ ELKO in der Versorgungsspannungsleitung vorgesehen.

Nach Addieren des Stereo-Signals zu einem Mono-Signal kommt dieses zum Aktiven-Tiefpass-Filter (Abb. 3.4). Bevor das gefilterte Signal weiter zum Verstärker geht wird nochmals die Möglichkeit geboten um die Amplitude des Signals anzupassen.

Abbildung 3.2: Schematic Mono-Bass-Addier-Schaltung und Mono-Bass-Weiche

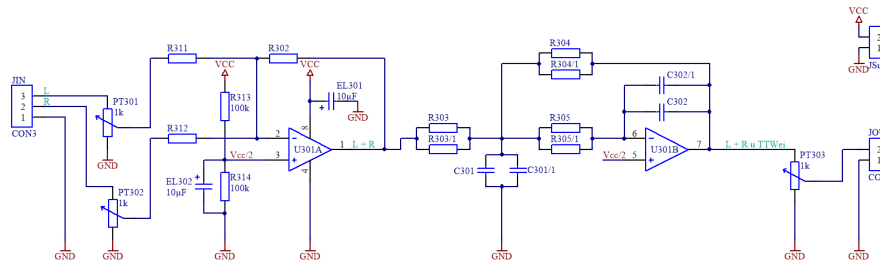


Abbildung 3.3: Schematic Mono-Bass-Addier-Schaltung

Abbildung 3.4: Schematic Mono-Bass-Weiche

PCB

An einer der vier Seiten der Leiterplatte (Abb. 3.5) wurden alle wesentlichen Ein- und Ausgänge platziert. Eine dreipolige Eingangsstiftleiste für Rechts, Links und Masse. Eine zweipolige Ausgangsstiftleiste für Signal und Masse. Des weiteren darf die Spannungsversorgung nicht fehlen. Wegen größeren Spannungen wurden massivere Stecker verwendet. In diesem Fall handelt es sich um Pol-Klemmen. Zum testen wurde ein zusätzlicher Masse-Printstift angebracht um bei Messungen mit einem Oszilloskop einen besseren Massebezugspunkt zu haben.

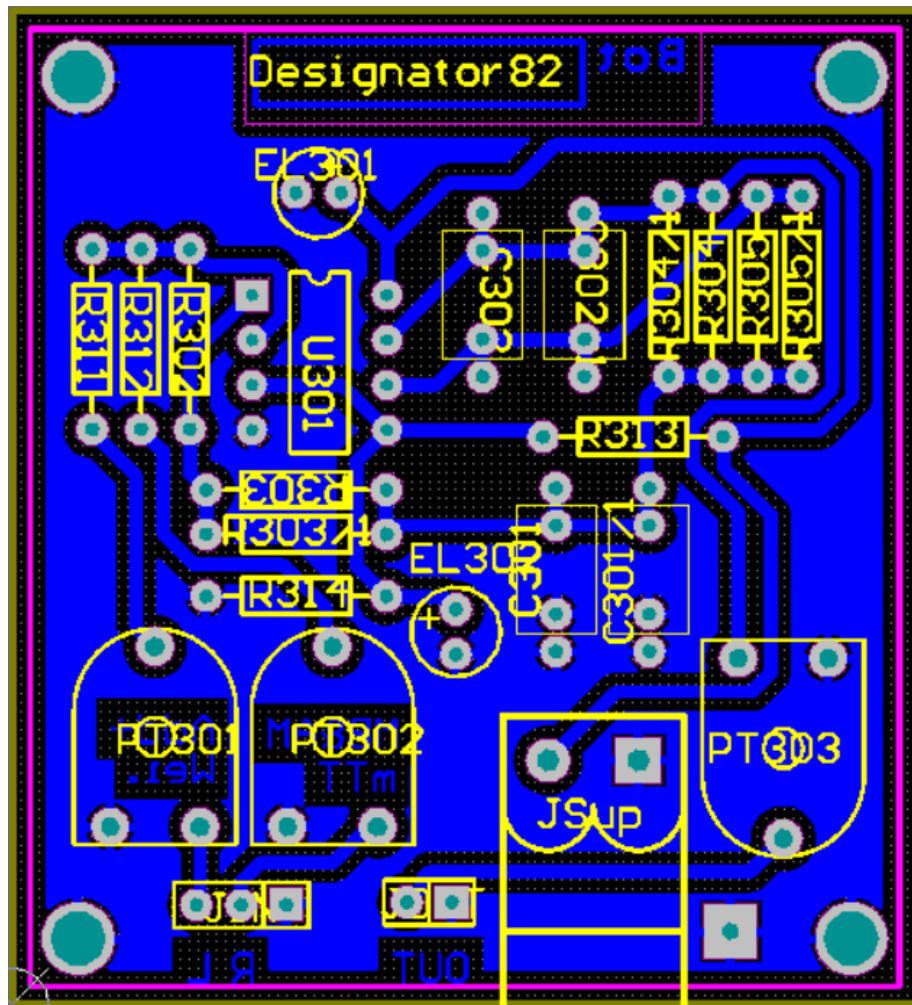
Die Bauteile wurden nach Möglichkeit gestaffelt, beziehungsweise gruppiert auf der Leiterplatte platziert um den Platzbedarf zu minimieren.

Beim „Layouten“ der Schaltung mussten einige wichtige Faktoren berücksichtigt werden.

Wie da wären:

- EMV-Technische-Faktoren, wie kurze Leiterbahnen

Abbildung 3.5: PCB



- Ausnützen der Printfläche
- Mehrfach-Footprints ermöglichen für verschiedene Bauteile
- Mechanische Aufhängebohrungen vorsehen
- Massefläche bei Möglichkeit vorsehen

Leiterplattenspezifische Einstellungen wurden aus den Kriterien der schuleigenen Leiterplattenfertigung übernommen. Zu diesen Einstellungen zählen:

- Leiterbahnbreite
- Leiterbahnabstände untereinander

- Restring bei Bohrungen
-

Inbetriebnahme

Bereits mit einer simplen Beschaltung kann das Modul in Betrieb genommen werden:

Abbildung 3.6: Prinzipschaltung XS3868

Mit dieser Schaltung (Abb. 3.6) kann das Modul bereits ordnungsgemäß arbeiten. Die Versorgungsspannung ist mit 4V etwas höher gewählt damit es nicht zu Ausfällen durch Spannungsschwankungen kommt. Das XS3868-Modul hat eine Stromaufnahme von ca. 30mA beim Starten, 10mA im Stand-By und bis zu 100mA wenn Musik abgespielt wird.

Die Status-LED ist, wie in Abbildung 3.6 dargestellt, „Low-Aktiv“. Beim Starten des Moduls und während der Suche nach Geräten blinkt sie durchgehend, wobei sie bei einer bestehenden Verbindung nur die Hälfte der Zeit blinkt.

Mit einfachem Betätigen eines Tasters wird die entsprechende Funktion vom Modul ausgeführt, jeweils mit einem Bestätigungston begleitet. Dieser Ton wird auch beim Starten des Moduls abgespielt.

Statt die Lautsprecher direkt an das Modul anzuschließen, sollte allerdings noch ein Verstärker verbaut werden.

Verbindung mit dem Modul

Wenn der OVC3860 eingeschaltet ist, sucht er andauernd nach BT-Geräten. Mit einem Smartphone findet man das Gerät und kann sich mit einem Standard-PIN-Code („0000“) verbinden. Wenn bereits Lautsprecher angeschlossen sind, wird ein Ton abgespielt, der die Verbindung bestätigt. Außerdem hat die Status-LED nun ein anderes Blinkverhalten (Mehrmales Blinken mit längeren Pausen).

Jetzt ist das Modul bereit Musik abzuspielen. Diese kann vom Smartphone oder vom Modul aus gesteuert werden. Die notwendigen Taster müssen allerdings schon in der Schaltung verbaut sein um die Bedienung der Musik zu ermöglichen.

3.2.2 Zusatz-Leiterplatten

Allgemeines

Als Entwicklungsprogramm für beide Leiterplatten wurde „Altium Designer 13.3“ verwendet. Die Schaltung wurde in diesem Programm gezeichnet, das Layout für die Leiterplatten angefertigt und entflechtet. Es wurden einseitige Platinen verwendet, da doppelseitige nicht notwendig waren.

Adapter-Board

Da das Modul in SMD-Bauform gefertigt ist, wurde ein Adapter-Board (Abb. 3.1) vorgesehen um eine einfachere Handhabung mit dem Modul zu ermöglichen. Als Anschlussmöglichkeiten werden Stiftleisten verwendet. Die Schaltung ist deshalb auch sehr simpel aufgebaut:

Abbildung 3.7: Schaltung des Adapter-Boards

Jeder Pin bekommt auch auf dem Adapter einen eigenen Pin auf der Stiftleiste.

Das PCB (Abb. 3.2) ist, wie bereits erwähnt, einseitig aufgebaut:

Abbildung 3.8: PCB des Adapter-Boards

Mit diesem PCB kann da BT-Modul nun besser getestet und auch weiterverwendet werden. Gemeinsam mit diesem Adapter kommt es auch auf das Hauptboard.

Hauptboard

Funktion

Das Hauptboard wird hauptsächlich zur Versorgung des BT-Moduls, aber auch zur Weiterverarbeitung des Audio-Signals verwendet. Darüber hinaus ist eine Additionsschaltung vorgesehen, die das Signal des BT-Moduls mit einem zweiten, von einem Klinken-Eingang zugeführten, Signal vermischt. Die Lautstärke von diesem zweiten Audio-Signal kann über ein Stereo-Potentiometer geregelt werden.

Weiterhin sind die Pins zur Bedienung der Musik an einen 2x5-Wannenstecker herausgeführt. Zugang zur seriellen Schnittstelle wird auch ermöglicht.

Schaltung

Die Schaltung (Abb. 3.3) des Hauptboards ist in mehrere Teile aufgeteilt und wird deshalb auch einzeln erklärt.

Abbildung 3.9: Schaltung des Hauptboards (Versorgung + BT-Modul)

In diesem Teil der Schaltung ist zu sehen: die Versorgungsbuchse, die Versorgungsschaltung für das BT-Modul, das BT-Modul mit herausgeführten Pins und die Klinken-Buchse.

Der Spannungsregler LM317 (Bezeichnung: U201) stellt eine Versorgungsspannung von 3,9V für das BT-Modul ein. Mit einer maximalen Stromaufnahme von 100mA ergibt sich folgende Verlustleistung:

$$P_{max} = 7,9V * 100mA = 0,79W \quad (3.1)$$

Deshalb wird auch kein Kühlkörper benötigt, es wird aber trotzdem eine Alu-Platte an den LM317 geschraubt um sicher zu gehen.

Ein eigener Stecker (Stiftleiste) für die Versorgung (12V) sowie die UART-Schnittstelle (RS232) sind auch vorgesehen. Der Wannenstecker (hier: „MediaControl“) ist mit allen wichtigen Pins des Moduls verbunden und verbindet eine Frontplatine mit dem Hauptboard.

Die Klinkenbuchse wird in der folgenden Additionsschaltung (Abb. 3.4) weiterverwendet:

Abbildung 3.10: Schaltung des Hauptboards (Additionsschaltung)

Vergrößert:

Abbildung 3.11: Schaltung des Hauptboards (linker Teil der Additionsschaltung)

Mithilfe dieser OPV-Schaltung werden die zwei Audio-Signale (ein Addierer pro Kanal) addiert. Das Signal vom Klinkeneingang kann zuvor noch mit einem Potentiometer abgeschwächt werden.

Der Arbeitspunkt bei 6V am Pin 3 wird benötigt um am Ausgang eine Spannung von $\pm 6V$ zu erreichen. Der OPV wird hier als invertierender Verstärker mit Verstärkung 1 aufgebaut, aber er addiert hier die zwei Signale zusammen auf ein Ausgangssignal.

PCB

Die Platine (Abb. ??) für das Hauptboard sollte möglichst kompakt sein und alle Eingänge oder Bedienelemente auf einer Seite (hier rechts) haben. Das BT-Modul wird samt Adapter auf zwei Stiftleisten gesteckt. Darunter werden keine Bauteile verwendet, weil es sonst zu eng wäre. Des weiteren wären Bauteile unter dem Adapterprint während der Testphase unvorteilhaft, da diese schwerer zugänglich sind.

Abbildung 3.12: PCB des Hauptboards

Frontplatine

Funktion

Diese Platine ist eigentlich eine Erweiterung des Hauptboards. Es wird mit dem Hauptboard über einen 2x5-Wannenstecker verbunden und auch versorgt. Sonst sind nur die Taster zur Bedienung des BT-Moduls, sowie die Status-LED verbaut.

Schaltung

Die Taster werden jeweils mithilfe eines Kondensators entprellt. Die Höhe der Taster reicht über die Kondensatoren hinaus um eine Bedienung zu ermöglichen. (Abb. ??)

Abbildung 3.13: Schaltung der Frontplatine

Jeder der Taster ist mit dem 1,8V-Pin des Moduls verbunden und geht dann weiter auf den entsprechenden Funktionspin. Die Bezeichnung „LED+“ entspricht der Versorgungsspannung („VBAT“ = 3,9V) des Moduls. „LED-“ ist mit dem Ansteuerungssignal am BT-Modul verbunden (Pin 6).

PCB

Das PCB (Abb. ??) der Frontplatine soll ebenfalls so klein wie möglich aber von der Bedienung her sinnvoll aufgebaut sein.

Abbildung 3.14: PCB der Frontplatine

Die Taster wurden in einem Kreuz aufgebaut, wobei an der linken oberen Ecke die Status-LED verbaut wurde.

4 Grundlagen und Methoden

5 Ergebnisse

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

3.1	Butterworth-Filter 2. Ordnung	4
3.2	Schematic Mono-Bass-Addier-Schaltung und Mono-Bass-Weiche . . .	5
3.3	Schematic Mono-Bass-Addier-Schaltung	5
3.4	Schematic Mono-Bass-Weiche	5
3.5	PCB	6
3.6	Prinzipschaltung XS3868	7
3.7	Schaltung des Adapter-Boards	8
3.8	PCB des Adapter-Boards	9
3.9	Schaltung des Hauptboards (Versorgung + BT-Modul)	10
3.10	Schaltung des Hauptboards (Additionsschaltung)	10
3.11	Schaltung des Hauptboards (linker Teil der Additionsschaltung) . . .	10
3.12	PCB des Hauptboards	11
3.13	Schaltung der Frontplatine	12
3.14	PCB der Frontplatine	12

Tabellenverzeichnis

Danksagungen

Wir bedanken uns bei

Prof. Dipl.-Ing. ABCD für ...

FL Ing. DEFG für ...

Literaturverzeichnis

- [1] **Donald E. Knuth:** *The T_EXbook*. 1986, ADDISON–WESLEY Verlag, ISBN-13: 978-0-201-13447-6

Ifd. Nr.:

Zeit:

Besprechungsinhalt:

Name	Notiz

Aufgaben:

[illegible]

[illegible]