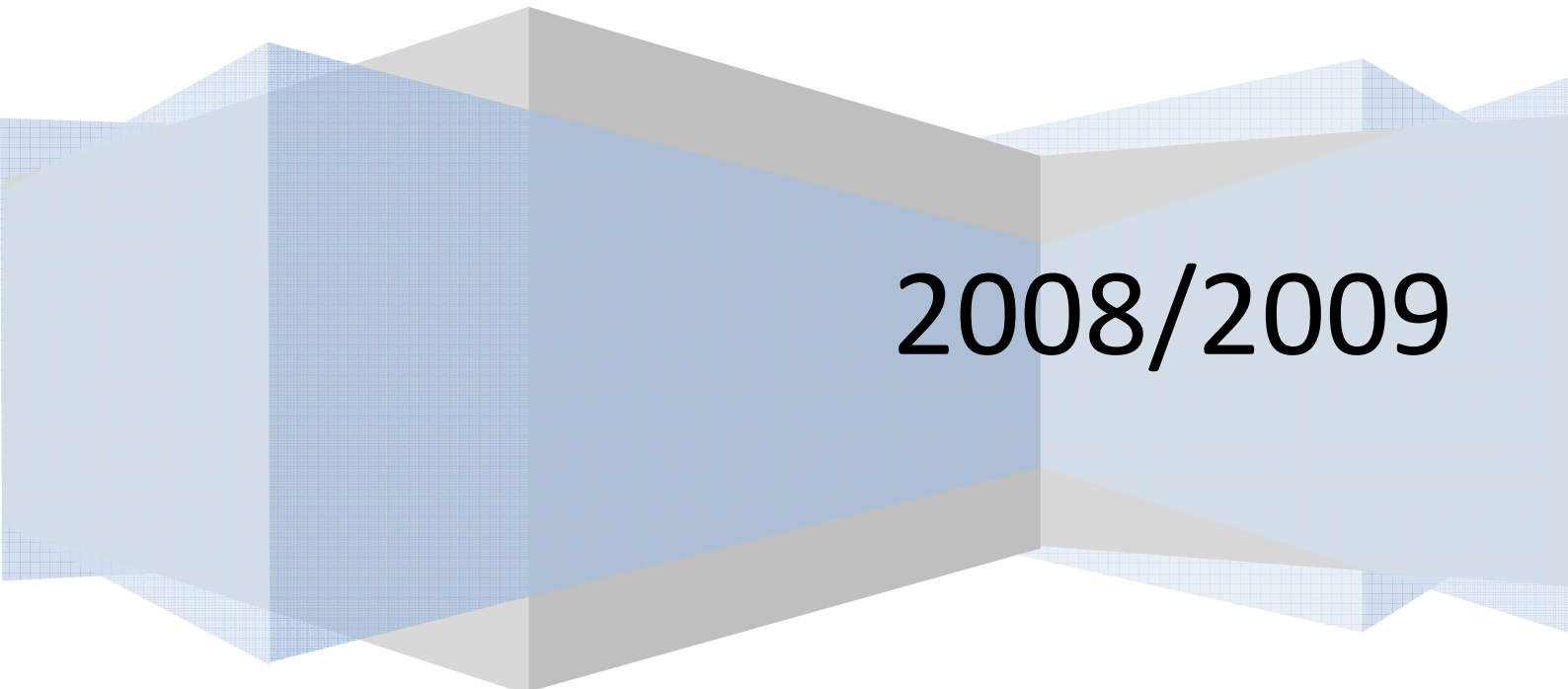


Studienarbeit 1

Bericht / Lichtorgel

Marco Costa



2008/2009

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Recherche	3
2.1	LED-Datenblätter	3
2.2	Kondensatorenarten	4
2.3	Widerstände	5
2.4	Verbesserungsmöglichkeit der Lichtorgel	6
3	Messübungen	7
3.1	LED-Eigenschaften.....	7
3.2	Spannungsbegrenzung.....	7
3.3	Frequenzen	7
4	Lichtorgelaufbau	9
4.1	Aufbau	9
4.2	Schema	11
4.3	Digiboard	11
4.4	Test der Schaltung.....	11
5	Schlussfolgerung	12
5.1	Ergebnis der Arbeit.....	12
5.2	Rückblick auf unsere Arbeitsweise	12
6	Zusammenfassung	12
	Quellenverzeichnis	
	Abbildungsverzeichnis	

1 Einleitung

Die Studenten der Bachelor Studiengänge der HTW Chur haben jedes Semester eine unterstützte, selbstständige Arbeit in Teams zu erledigen. Dieses Jahr mussten wir im ersten Semester eine Lichtorgel aufbauen und ihr Funktionieren verstehen. Die Ziele dieses Modul sind:

- die Funktionsweise einer Led kennen lernen
- das dazugehörige Datenblatt lesen und interpretieren
- Recherchen durchführen
- Labormessgeräte bedienen
- Lötarbeiten ausführen
- eine Lichtorgel konzipieren
- aufbauen und testen.

Wie man aus dem Inhaltsverzeichnis erkennen kann, ist der Bericht in drei Teile aufgeteilt. Zuerst werden wir die Resultate der Recherchen zeigen und darüber reden. Danach werden wir die Messungen, die wir ausgeführt haben, erläutern und im letzten Teil erklären wir, wie die Lichtorgel aufgebaut ist.

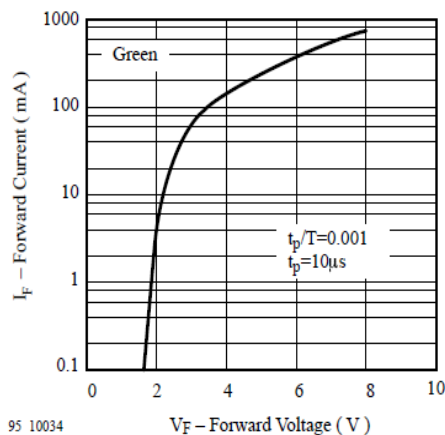
2 Recherche

Wir haben in der Semesterarbeit 1 verschiedene Recherchen durchführen müssen. Wir haben gelernt wie man Datenblätter liest, welche Eigenschaften die Komponenten unserer Lichtorgel haben und welche Verbesserungen in unseren Schaltungen noch möglich wären.

Die Recherche hatte nicht spezifisch mit dem Lichtorgelaufbau zu tun. Wir haben aber gelernt, wie man Informationen beschafft, und wie man sie einsetzen kann. Die Informationsbeschaffung ist wichtig, jedoch die diese mit dem Arbeitskollegen zu erarbeiten ist noch wichtiger. Der fachliche Dialog ermöglicht die Probleme besser zu verstehen und entsprechend besser zu lösen.

Während des Semesters haben wir viele Sitzungen festgelegt, um neue Erfahrungen zu sammeln. Oft haben wir die gesammelten Informationen besprochen und eventuelle Probleme oder Unklarheiten, die aufgetaucht sind, diskutiert. Wir haben erfahren, und sind davon überzeugt, dass sich einzeln mit gewissen Themen auseinanderzusetzen und dann diese in der Gruppe zu diskutieren eine gute Arbeitsmethode ist.

2.1 LED-Datenblätter



95 10034

Figure 15. Rel. Luminous Intensity vs. Ambient Temperature

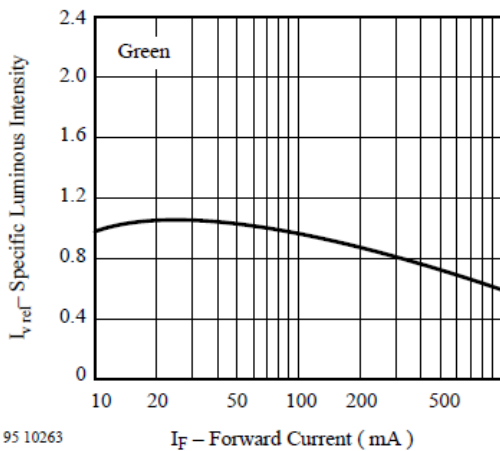
Abb. 1

Wir haben uns mehrmals mit den Datenblätter der LED befassen müssen. Da die drei LEDs nicht immer die gleichen Eigenschaften haben, ist es sehr wichtig die Messübungen immer mit der gleichen LED durchzuführen. Wir haben uns entschlossen die grüne LED zu analysieren, deswegen haben wir auch im Laborjournal nur Tabellen und Grafiken aus dem Datenblatt „Green“ erwähnt.

Im ersten Diagramm (Abb. 1) haben wir die Beziehung zwischen Strom und Spannung sowie wie sich der Strom in Abhängigkeit der Spannung verhält protokolliert. Bei der Stromachse sind die Intervalle exponentiell, bei der Spannungsachse linear. Die Linie zeigt, dass der Strom exponentiell bei linear steigender Spannung steigt.

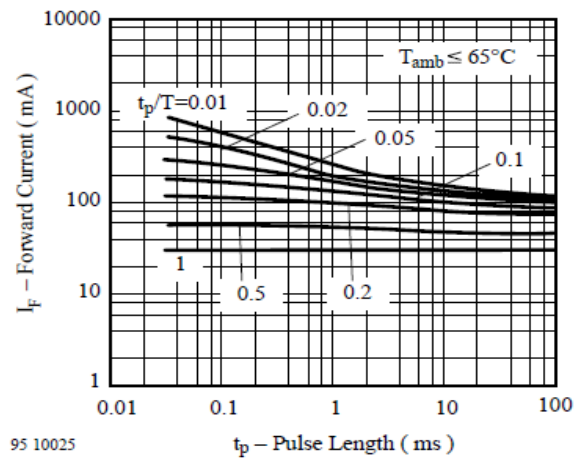
Im zweiten Diagramm (Abb. 2) ist zu sehen, wie sich die Lichtintensität in Abhängigkeit mit dem Strom verhält. Bei der grünen LED haben wir die Maximale Lichtintensität ungefähr bei 20 mA gemessen.

Aus dem dritten Diagramm (Abb. 3) ist ersichtlich wie der Stromverbrauch bei verschiedenen Impulslängen (t_p) sowie wie sich das Verhältnis der Impulslänge mit dem Periode (t_p/T) ändert. Der maximale Stromverbrauch ist bei einer Impulslänge von ungefähr 0.03 ms und einem t_p/T Verhältnis von 0.01 möglich. Das heisst, dass es möglich ist, dank dem Impulsbetrieb kurzzeitig grössere Ströme zu nutzen.



95 10263
Figure 17. Specific Luminous Intensity vs. Forward Current

Abb. 2



95 10025
Figure 3. Forward Current vs. Pulse Length

Abb. 3

2.2 Kondensatorenarten

Wir haben in unsere Recherche verschiedene Kondensatorenarten kennengelernt. Die unterscheiden sich nach Aufbauart, Eigenschaften, Einsatzgebiete, Grösse und Materialien.

Es gibt neun Kondensatorenarten. Wir haben uns auf die verschiedene Eigenschaften und die verschiedenen Einsatzbereiche konzentriert.

1. Kunststoff-Folienkondensatoren:

Zwei Ausführungen, eine mit Metallbelag, die andere mit metallisierten Kunststofffolien. Sind besonders geeignet für Hochspannungsanwendungen.

2. Keramikkondensatoren:

Haben eine relative Elektrizitätskonstante zwischen 6 und 14'000. Sie werden bei Hochfrequenzen und Filtern angewendet, oder auch als Energiespeicher.

3. Metallpapierkondensatoren:

Bestehen aus zwei Lagen ölgetränktem Papier und Metallfolie. Sie werden in der Leistungselektronik oder als Entstörungskondensatoren angewendet.

4. Elektrolytkondensatoren:

Sind in drei Typen aufgeteilt: Aluminium-Elektrolytkondensatoren, Tantal-Elektrolytkondensatoren und Niob- Elektrolytkondensatoren. Sie werden z.B. bei Tonfrequenzweichen oder Wechselspannungsbetrieben angewendet.

5. Doppelschicht-Kondensatoren:

Haben die höchste Energiedichte. Sie werden bei Spannungen unter 5.5V eingesetzt.

6. Vakuum-Kondensatoren:

Besitzen kein Dielektrikum und werden vorzugsweise bei Sendern eingesetzt.

7. Glas-Dielektrikum:

Es handelt sich um Vakuum-Kondensatoren mit einem Glas-Dielektrikum. Sie sind für Umgebungstemperaturen zwischen -75°C und 200°C geeignet.

8. Kondensatoren auf Siliziumsubstrat:

Sie werden aus einer Schichtfolge von Silizium, Siliziumoxid und Aluminium hergestellt. Sie sind auch bei Frequenzen bis in den Gigahertz-Bereiche einsetzbar.

9. Glimmerkondensatoren:

Haben eine hohe Spannungsfestigkeit und werden in der Sendetechnik angewendet.

2.3 Widerstände

Widerstände sind Bestandteil jedes elektronischen Geräts. Da es eine Vielfalt von Grössen gibt sind sie mit einem Farbcode versehen. Daraus erkennt man den

Widerstandwert in Ohm, die Toleranz, sowie den Temperaturkoeffizient. Die Ringe sind international genormt: die ersten drei Ringe zeigen die Ziffern des Widerstandes an, der vierte Ring die Nullen und der fünfte die Toleranz.

Bei Widerständen mit vier Ringen entfällt die dritte Ziffer. Widerstände mit drei Ringen findet man heute kaum noch, diese haben keinen Toleranzring. In diesem Fall ist die Toleranz bei +/-20%.

Um die Leserichtung zu erkennen, muss man auf dem letzten Ring achten. Er ist nämlich etwas breiter und zudem von den anderen Ringen abgesetzt.

Es gibt drei Widerstands-Reihen. Die E12 Reihe hat eine Toleranz von 10%, die E24 5% und die E96 1%. Die Zahl nach dem Buchstaben E bedeutet die Anzahl der Werte, die in der Reihe erhältlich sind.

2.4 Verbesserungsmöglichkeit der Lichtorgel

Es wäre möglich, den Bandpass durch eine OP-Amp Schaltung zu ersetzen. Wir benötigen in unserer Schaltung günstige Bauteile. Um die Qualität der Schaltung zu verbessern, könnte man genauere Widerstände benutzen, das würde eine bessere Bestimmung der Grenzfrequenzen ermöglichen. Aber genauere Bauteile sind auch teurer, und das würde zu einem höheren Preis der Schaltung führen.

Falls wir die Lichtorgel auf den Markt bringen würden, sollte sie auf jedem Fall günstig sein. Der Unterschied zwischen einer ganz guten Schaltung, die genau die richtigen Frequenzen durchlässt und sperrt, und einer weniger guten Schaltung ist im Betrieb kaum erkennbar. So hätte auf dem Markt die gute Schaltung keine Chance gegen die günstige Schaltung.

So können wir die Schaltung optimieren, indem wir günstige Bauteile benutzen, die auch die Erfüllung der Aufgaben gewährleisten.

3 Messübungen

3.1 LED-Eigenschaften

Wir haben verschiedene Messübungen durchführen müssen. Dank dieser Arbeit haben wir verschiedene Eigenschaften der LED entdeckt.

Wir haben festgestellt, dass die LED den Strom nur in eine Richtung durchlässt. Schon nach der ersten Messübung haben wir dann erfahren, dass wir beim Zusammenlöten der Schaltung auch auf die Richtung aufpassen mussten. Falls die LED falsch positioniert wäre, hätte die ganze Schaltung nicht funktionieren können.

Wir haben auch bemerkt, dass die LED nur bei ungefähr 2V zu leuchten beginnt. Wenn wir die Lichtintensität steigen lassen, verbrennt die LED aber dann bei 5V. Eine LED kann nicht direkt an einer 9V-Batterie, die wir auch zur Verfügung haben, angeschlossen werden.

Wir haben danach dank der Datenblätter gesehen, dass es trotzdem möglich ist kurzzeitig ein höherer Strom zu benutzen, aber nur im Impulsmoderbereich.

3.2 Spannungsbegrenzung

Die Zerbrechlichkeit der LED hat uns gezwungen, eine Lösung zu finden, um sie von Überströmen zu schützen.

Wir haben festgestellt, dass ein Vorwiderstand die Spannung auf der LED verkleinert, wir haben auch die Grösse des Widerstandes berechnen können, sodass der Strom in der Serienschaltung unschädlich für die LED war.

Leider hatten wir nicht den richtigen Widerstand, um Strom und Spannung richtig anzupassen. Aber man kann Widerstände in Serie und parallel schalten, um einen neuen Gesamtwiderstand zu erhalten. Wir brauchten einen Vorwiderstand von 350Ohm: mit zwei 500Ohm Widerstände parallel zu einem anderen 500Ohm Widerstand haben wir einen Widerstand von 333Ohm erreicht, eine gute Approximation.

3.3 Frequenzen

Wir mussten die verschiedenen Frequenzen des Eingangssignals aufteilen. So

brauchten wir drei Filter, die drei Frequenzspektren durchlassen. Der Woofer stellt die tiefsten Frequenzen von 0 bis auf 150Hz dar, das Midrange die mittleren Frequenzen von 150Hz bis 8kHz und der Tweeter die oberen Frequenzen bis über 20kHz.

Der Tiefpass Filter ermöglicht den Durchgang von Frequenzen über 234Hz nicht, so leuchtet bei tiefen Frequenzen nur die rote LED.

Der Bandpass Filter ermöglicht keinen Durchgang von Frequenzen, die kleiner als 234Hz und grösser als 2340Hz sind. So leuchtet die gelbe LED nur bei mittleren Frequenzen.

Der Hochpass Filter ermöglicht den Durchgang von Frequenzen unter 2340Hz nicht, so dass die grüne LED nur bei höheren Frequenzen leuchtet.

Dank den drei Filtern haben wir das menschliche Hörspektrum abgedeckt. Jede Frequenz die für den Mensch hörbar ist, wird von unserer Schaltung filtriert, und je nach Frequenzbereich, bringt sie eine andere LED zu leuchten.

4 Lichtorgelaufbau

Nachdem wir in dem vorherigen Kapitel die Theorie der Lichtorgel behandelt haben, werden wir in diesem Teil der Arbeit den Aufbau der Lichtorgel unter die Lupe nehmen. Wir werden erklären, welche Mittel man braucht, um eine Schaltung zu bauen und zu testen.

4.1 Aufbau

Bei dieser Lichtorgel handelt es sich im Grunde um drei gleichartige Schaltungen, die mit einem gemeinsamen Eingangssignal verbunden sind. Dieses Eingangssignal wird erst über einen Potenziometer geführt. Die ganze Schaltung wird aus drei Filtern gebildet:

- Tiefpassfilter

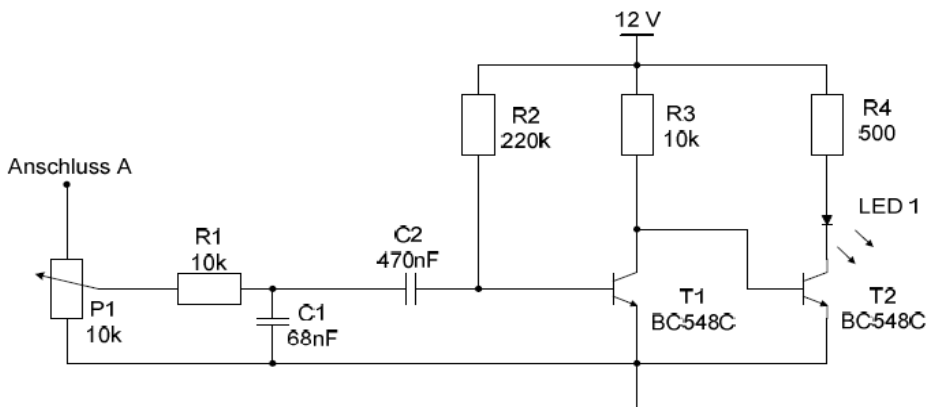


Abb. 4 Tiefpassfilter

Der Tiefpassfilter wird mit Hilfe von C1, R1 und C2 gebildet. Hier werden nur die tiefen Töne durchgeleitet.

- Bandpassfilter

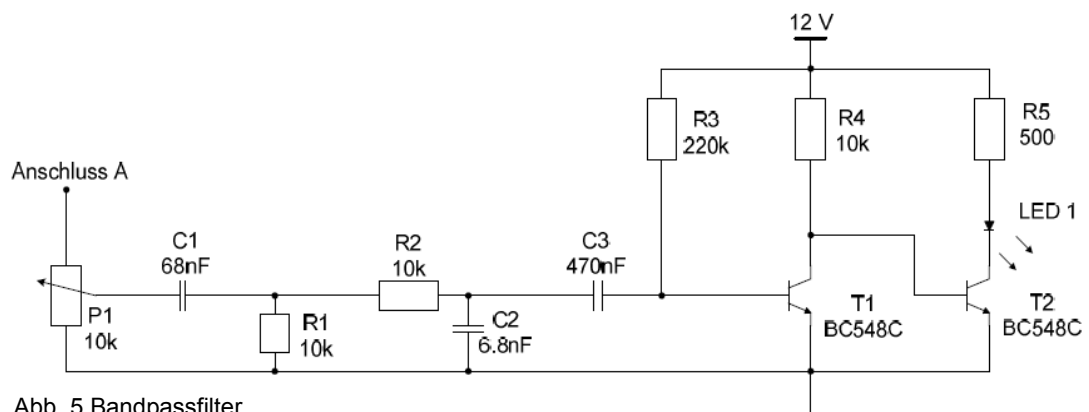


Abb. 5 Bandpassfilter

Im Bandpassfilter findet man eine Kombination aus dem Tiefpassfilter und dem Hochpassfilter. Beide bilden mit C1, C2, C3, R1 und R2 einen Bandpass, wo der mittlere Frequenzbereich durchkommt.

- Hochpassfilter

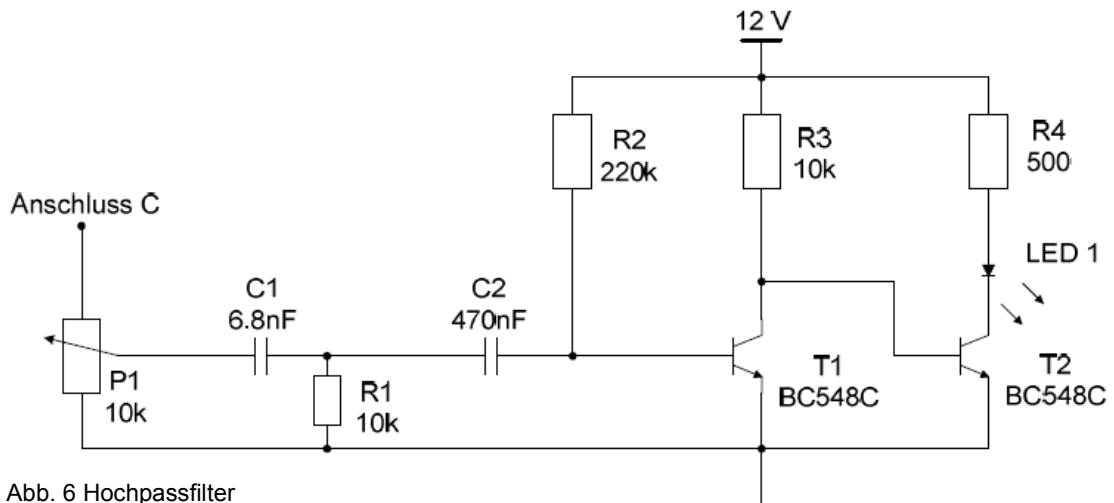


Abb. 6 Hochpassfilter

Der Hochpassfilter wird durch C1, R1 und C2 gebildet, sodass hier die hohen Frequenzen passieren können.

Bei der ersten Transistorstufe T1 muss man mit sehr kleinen Signalen rechnen. Durch Verwendung der Widerstände R2 und R3 beim Bandpassfilter können wir das Signal schon durch den Transistor steuern. Die negativen Flanken des Audiosignals sorgen dann dafür, dass der Transistor wieder gesperrt wird. Hier haben wir nun ein negatives Signal und wir müssen es mit Hilfe des Transistors T2 wieder umkehren und es steuern, sodass die 3 LEDs die dann im Rhythmus der Musik und je nach Frequenzspektrum aufblinken.

Um die verschiedenen Grenzfrequenzen des Filters zu berechnen, benötigt man

diese Formel: $f_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$

z.B. Grenzfrequenz für das Tiefpassfilter: $f_g = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 10 \text{ kOhm} \cdot 68 \text{ nF}} = 234 \text{ Hz}$

4.2 Schema

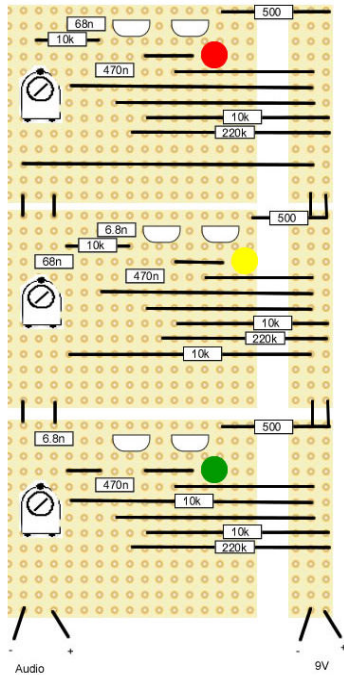


Abb. 7 Schema

Vor dem Schaltungsaufbau haben wir mit Hilfe eines Programmes (Fireworks) das Schema gezeichnet. In diesem Schema sieht man, wo die Bauelemente gelötet werden müssen und welche Verbindungen sie verknüpfen. Diese Platine ist so gebaut, dass jede Spalte ein kleiner Stromkreis bildet.

4.3 Digiboard

Um die Richtigkeit des Schemas zu prüfen, werden wir zuerst die Schaltung auf dem Digiboard aufbauen und kontrollieren, ob sie richtig funktioniert. Wenn das Schema keine Fehler beinhaltet, dann werden die Bauelemente auf die Platine gelötet.

4.4 Schaltungstest

Um die Schaltung zu testen, haben wir sie mittels Multimeter kontrolliert, ob Kurzschlüsse vorhanden sind und der Widerstand zwischen den IC Pins korrekt ist. Dann wurde die Schaltung an einer 9V-Batterie und an einem Audiosignal angeschlossen. Mit Hilfe eines Signalgenerators (Software) auf dem Computer, konnten wir verschiedene Frequenzen wählen und folglich konnten wir feststellen, bei welchen Frequenzen die drei LEDs leuchteten und wie gross der Spannungsabfall war.

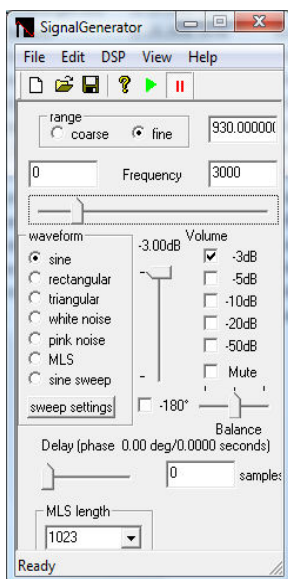


Abb. 8 Signalgenerator

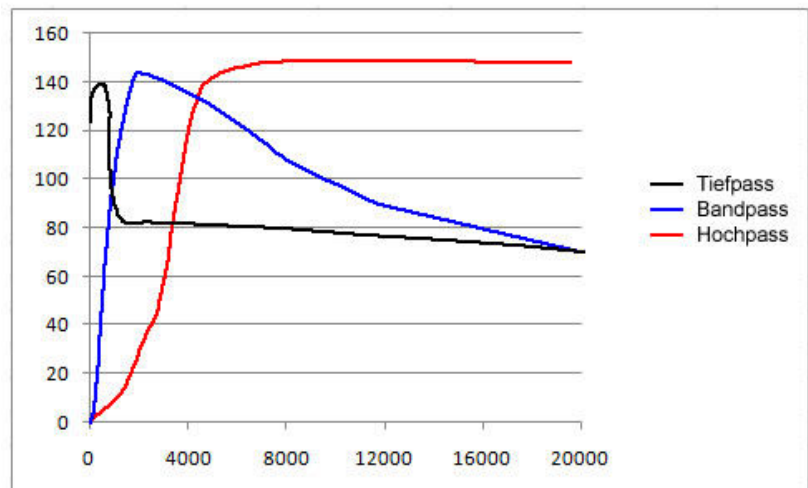


Abb. 9 Frequenzgang der drei Filtern (X-Achse in Hz | Y-Achse in mV)

5 Schlussfolgerung

5.1 Ergebnis der Arbeit

In der Studienarbeit 1 haben wir gelernt, welche Schritte man durchführen muss, um eine Schaltung zu planen, zu testen und zu aufbauen. Zusätzlich haben wir das Funktionieren einer LED, eines Transistors und eines Kondensators sowie das Funktionieren der Geräte, die wir während der Studienarbeit gebraucht haben, untersucht.

5.2 Rückblick auf unsere Arbeitsweise

Zu Beginn dieser Arbeit waren unsere Kenntnisse für diese Arbeit ungenügend aber nach Recherchen im Internet und Besprechungen mit diversen Personen, konnten wir das Funktionieren der Lichtorgel besser verstehen, sodass wir sie aufbauen konnten.

Um die Ziele dieser Arbeit zu erreichen, sollten wir unsere eigenen Kenntnisse über die vorliegende Thematik vertiefen. Dieses Ziel ist aus unserer Sicht als erreicht zu betrachten, da wir durch die Einarbeitung, die einschlägige Literatur und im Gespräch mit unterschiedlichen Personen einiges dazu lernen konnten. Während des Ablaufes dieser Arbeit sind wir unterschiedlichen Problemen begegnet und das hat den Ablauf der Arbeit verlangsamt. Wie immer ist die Zeit ein relativ grosses Problem; man denkt immer, man schafft es, alles zu erledigen. Obwohl man sich aber Mühe gibt und ständig arbeitet, kommt man nie zum Ende. Trotz aller diesen eingetroffenen Probleme konnten wir den uns selbst gegebenen Terminplan einhalten und die Arbeit zu unserer eigenen Zufriedenheit zu Ende führen.

6 Zusammenfassung

In diesem Bericht wird Schritt für Schritt erklärt, wie eine Lichtorgel aufgebaut wird. Die Lichtorgel ist aus Widerständen, Kondensatoren, Transistoren, Potenziometern und LEDs aufgebaut. Sie enthält drei ähnliche Schaltungen (Filter), die die Frequenzen aufteilen. Zuerst muss man das Funktionieren der verschiedenen Bauteile der Schaltung verstehen und sie dann auf dem Digiboard zusammensetzen und prüfen. Schlussendlich kann man die verschiedenen Bauelemente auf einer Platine löten und schrittweise die korrekte Funktionalität der Lichtorgel prüfen.

Quellenverzeichnis

Monografien

Taschenbuch der Elektrotechnik, Schmidt-Walter
Elektrotechnik / Gleichstrom, Jean-Marie Zogg

Internet

<http://de.wikipedia.org/wiki/Frequenzspektrum>, 22.12.2008

<http://de.wikipedia.org/wiki/Frequenz>, 22.12.2008

[http://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator_\(Elektrotechnik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Kondensator_(Elektrotechnik)), 11.11.2008

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rel. Luminous Intensity vs. Ambient Temperature	3
Abbildung 2: Specific Luminous Intensity vs. Forward Current.....	4
Abbildung 3: Forward Current vs. Pulse Length	4
Abbildung 4: Tiefpassfilter	9
Abbildung 5: Bandpassfilter.....	9
Abbildung 6: Hochpassfilter.....	10
Abbildung 7: Schema	11
Abbildung 8: Signalgenerator	11
Abbildung 9: Frequenzgang der drei Filtern	11