

1. Einleitung
2. Vorbetrachtung der visuellen Ausgabe
3. Entwicklung
 - 3.1 Blockschaltbild
 - 3.1.1 erste Idee
 - 3.1.2 Resultat
 - 3.2 Frequenzabhängigkeit der Schaltung
 - 3.2.1 Bandpässe und Tiefpässe
 - 3.2.2 Monoflop
 - 3.3 Komparator
 - 3.4 Batterieanzeige mit Subtrahierer
 - 3.5 Ausgabeplatine
4. Fertige Schaltung
 - 4.1 Funktionsweise
 - 4.2 Dimensionierungen
 - 4.2.1 Komparatorchip Referenzspannungen
 - 4.2.2 Transistoren und RC-Glieder
 - 4.3 Ort der Beständeile/Schnittstellen
5. Die Akustische Ausgabe
 - 5.1 Der Weg zum Ziel
 - 5.2 Die verwendete Schaltung
6. Fazit
7. Anhang (Datenblätter, Partlist)

1. Einleitung

Ein Wort am Rande

Von Bijan Nouri Doulabi

Wir, die Gruppe3, waren dafür zuständig die Ausgabeschaltung für unser Projekt zu entwickeln. Wir hatten uns hierbei für eine akustische- sowie eine visuelle Ausgabe entschieden. Dementsprechend haben wir unsere Teilgruppe in zwei entsprechende Gruppen aufgeteilt. Bei der Arbeit selber herrschte überwiegend eine lockere Atmosphäre, es wusste meistens jeder was er tun sollte.

Ich als Praktikant habe dadurch einen guten Eindruck über das Arbeiten von Studenten im Projektlabor gewonnen. Die Studierenden bezogen mich bereitwillig in die Projektarbeit mit ein. Aufgrund der guten Planung konnte diese sehr zielgerichtet innerhalb der Zeitplanung fertiggestellt werden, obwohl es mehrere Probleme gab. Die Arbeitsweise lässt sich in Kürze durch folgende Entwicklungsschritte darstellen:

- Modellierung des Projektes
- Simulation (mit PSpice und Eagle)
- Aufbau der Testschaltungen und Justierung
- Fertigstellung der Schaltung durch Ätzen
- Bestückung und Test der Schaltung
- Fehlerbehebung

Der folgende Abschnitt gibt Ihnen einen guten Überblick über den Arbeitsvorgang der Gruppe3.

2. Vorbetrachtung der visuellen Ausgabe

Als letzte Stufe der Gesamtschaltung, ist es unsere Aufgabe das verarbeitete Signal visuell auszugeben. Dafür ist es erforderlich, selbiges umzuwandeln, da wir mit ihm noch nicht sofort die Ausgabegeräte ansteuern können. Plan ist es, umso mehr Dioden leuchten zu lassen, je stärker das empfangene Signal, d.h. je näher das Metallobjekt ist. Das Signal, das von der Mischerguppe kommt ist ein Rechtecksignal mit Offset. Dieses Signal ist frequenzabhängig, was sich darin äußert, dass Breite und Abstand der Rechtecke zueinander variabel sind. Die Amplitude ist konstant. Wir haben es also so umzuwandeln, dass das Ergebnis sehr dünne Rechteckpeaks sind, deren Amplitude konstant blieb und je größere Abstände zueinander eine Frequenzverringering darstellen. Dieses Zwischenergebnis lässt sich dann mit Hilfe eines Tiefpasses in ein Gleichspannungssignal umwandeln, das dann die Dioden –bzw. ihre Treiber ansteuern können. Das dieser verwirklichte Plan nicht der erste- ist, dürfte klar sein. Der nächste Abschnitt zeigt die Entwicklungen verschiedener Lösungspläne.

3. Entwicklung

3.1 Blockschaltbilder der gesamten Ausgabe

3.1.1 Erste Idee

Dieses Blockschaltbild (Bild1) zeigt die erste Fassung unserer Schaltung. Sie sollte mit Bandpässen und der Glättung ihres Ausgangs mit einem Gleichrichter funktionieren, was weiter unten genauer erläutert wird.

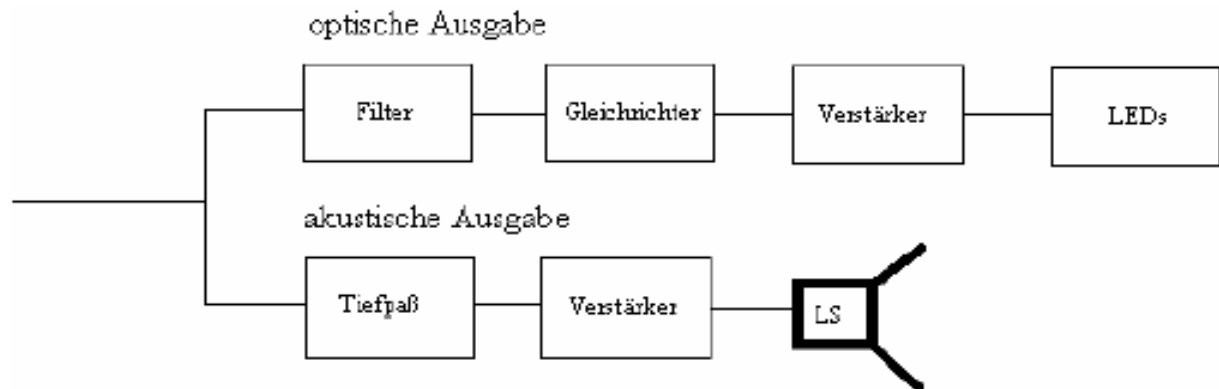


Bild 1

3.1.2 Resultat

Hier (Bild 2) wird nur kurz zum Vergleich das Blockschaltbild der fertigen Ausgabeschaltung gezeigt. Sie wird aber erst im Kapitel4 "Fertige Schaltung" genau erläutert.

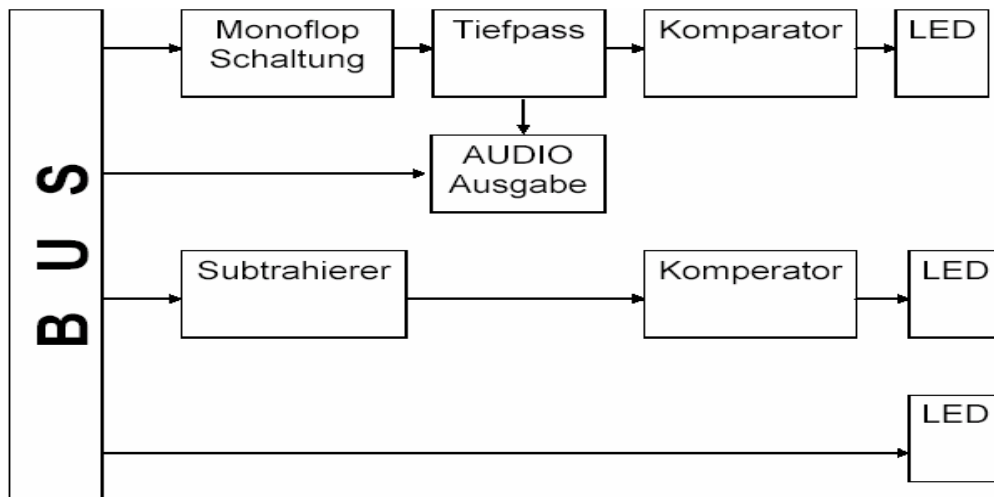


Bild 2

3.2 Frequenzabhängigkeit der Schaltung

3.2.1 Band- und Tiefpässe

Das wichtigste Prinzip unserer Schaltung ist die Frequenzabhängigkeit des Eingangssignals. Von der Mischerguppe noch kein bestimmtes Signal erwartend, planten wir die Filterung bestimmter Frequenzbänder mittels Bandpässen und die spätere Gleichrichtung, die wir an Sinus- und Rechteckspannungen ausprobierten. Dieses Signal hätte über den Verstärker direkt eine LED angesteuert. Die Zusammenschaltung von Tief- und Hochpässen "schneidet" die als zu hoch *und* die als zu tief dimensionierten Frequenzbereiche ab. So entsteht ein gefiltertes Signal in einem bestimmten Frequenzbereich.

Wir sind von dieser Variante der Umsetzung unseres Problems abgegangen, weil es für jede LED einen Bandpass benötigt hätte, welches sehr platzaufwendig zu sein schien. Sie war schwer zu realisieren, da jeweils nur eine LED geleuchtet hätte (wollten wir ja nicht) und mit dem gefilterten Signal hätte sich keine LED betreiben lassen, so dass ein Gleichrichter mit anschließender Glättung, evtl. ein Verstärker notwendig gewesen wäre. Nun überlegten wir, wie man das Signal in eine Spannungsabhängige Funktion umwandelt. Die Idee mittels eines Kondensators bzw. Tiefpasses(passiver), der das Signal glättet, brachte in der PSpice-Simulation kein befriedigendes Ergebnis, da die Entladung der Kondensatoren so lange brauchte, dass das Signal eine unveränderte Gleichspannung darstellte.

Bei Quellensuche fanden wir die MONOFLOP-Schaltung.

3.2.2 Monoflop

Der Monoflop ist eine Kippschaltung, die ein Eingangssignal in konstante Rechteckpeaks umwandelt. Diese Peaks haben eine gleichbleibende Länge und –Amplitude, die durch RC-Glieder eingestellt werden und somit unabhängig von der Eingangsfrequenz sind.

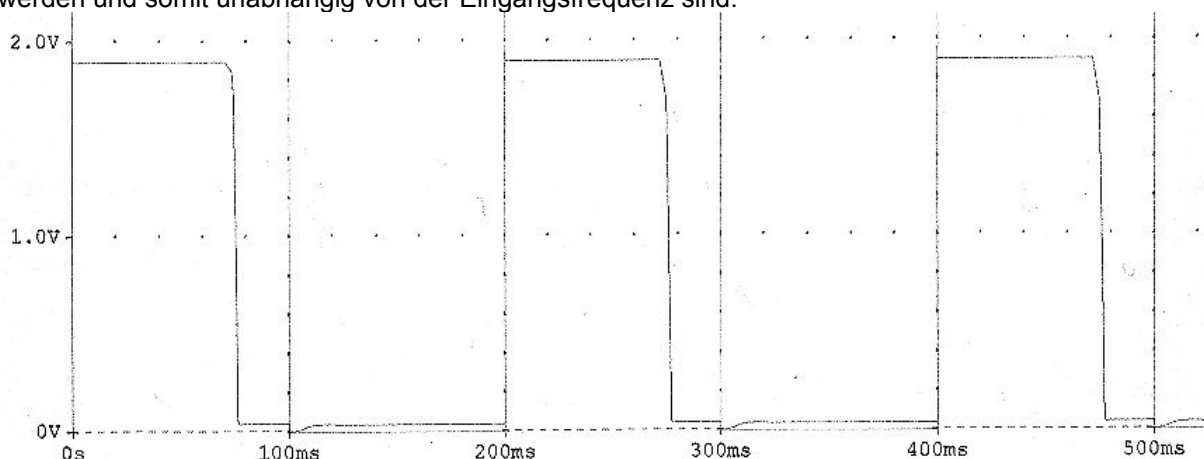
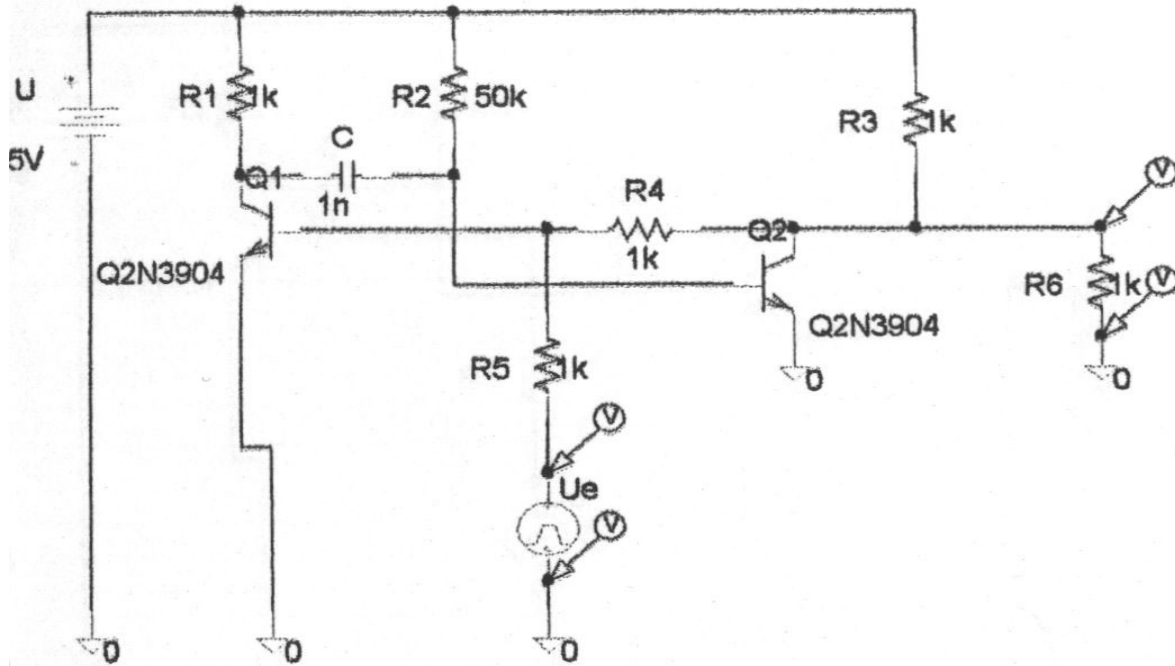


Bild 3

Hier (Bild3) sehen Sie die Funktionsweise anhand eines Spannungsverlaufs: Der Monoflop wird angesteuert und die Schaltung "kippt", d.h. der Ausgang erzeugt ein kurzes Signal und kehrt sofort in den Ausgangszustand zurück. Der nächste Peak wird erzeugt an der Position der nächsten steigenden Flanke. Das Ergebnis ist also, dass bei hohen Eingangsfrequenzen die einzelnen Peaks dichter beieinander und bei niedrigen Frequenzen weiter auseinander liegen.

Das Ausgangssignal des Monoflops lässt sich nun mit einem Tiefpass (Bild4) in eine für die LED-Anzeige ansteuerbare Gleichspannung umwandeln. Das ist normalerweise nicht die typische Anwendung für Tiefpässe, aber wir benutzen ihn, um einen Gleichspannungsmittelwert aus den Peaks zu erzeugen. Dies äußerte sich dann so, dass bei wenigen Peaks ein geringer Gleichspannungsabfall am Kondensator besteht und bei vielen Peaks ein Hoher. Dadurch entstand ein Spannungsverlauf hinterm Tiefpass, der auch gleichzeitig unser Ausgangssignal darstellte, das wir an die Akustikgruppe weitergaben.



Monoflopschaltung
Bild 4

3.3 Komparator

Nun hatten wir eine frequenzabhängige Gleichspannung erzeugt, mit der sich eine Leiste von LEDs so zum Leuchten bringen lässt, dass bei höherer Spannung auch mehr LEDs leuchten als bei niedriger Spannung. Wir fanden im Tietze-Schenk die Komparatorschaltung: Wir simulierten die angegebene Schaltung mit PSpice :

Wie der Name schon vermuten lässt, vergleicht die Komparatorschaltung (Bild5) einen Eingangswert mit einem vom Anwender dimensionierten Referenzwert. Ist der Eingangswert größer als der Referenzwert, so schaltet der Komparator durch und liefert die Spannung (in unserem Fall an die LEDs). Wir erzielten mit der nebenstehenden Testschaltung gute Ergebnisse, d.h. die entsprechenden Dioden leuchteten genau gemäß der Dimensionierung der OP-Vorwiderstände. Mit deren Hilfe man die Reaktion auf die Referenzspannung (hier $U_{ref}=6V$) ein. Wir sahen nach der geglückten Simulation aber ein Platzproblem, da wir zehn LEDs ansteuern wollten und demnach auch zehn Komparatorstufen benötigten. Da wir das auch noch mit der Batterieanzeige realisieren wollten, mussten wir auf eine Chip-Lösung

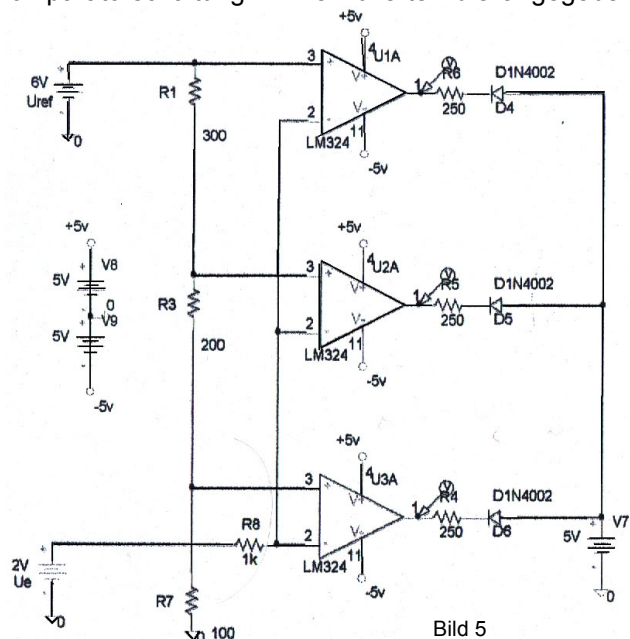
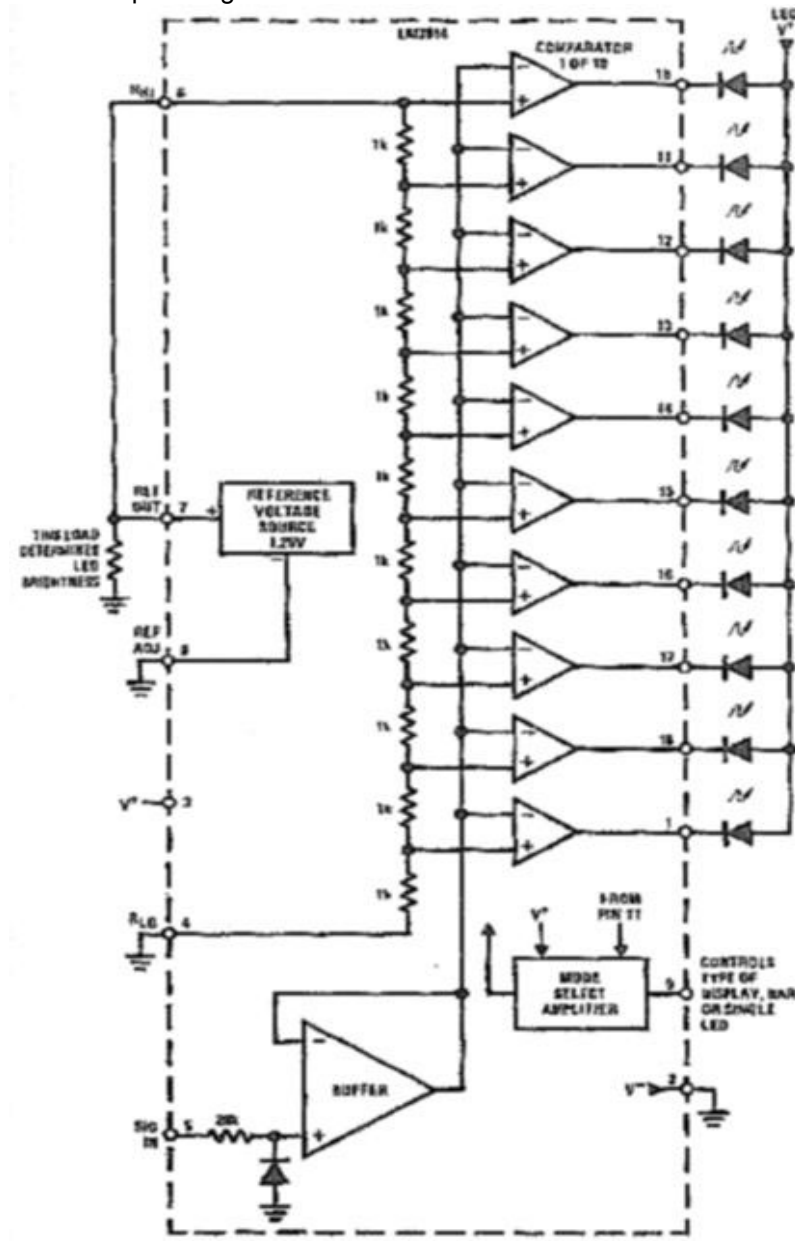


Bild 5

bauen. Zum Glück fanden wir einen LED-Treiberbaustein, der weiter unten beschrieben wird. Wenn man nun mehrere Komparatoren hintereinander schaltet (hier im Bild6 der LED-Treiberbaustein LM3914) lässt sich ein Fortschrittsbalken von LEDs nun auch realisieren: Je höher die Eingangsspannung, desto mehr Komparatoren "gewinnen" ihren Vergleich mit der jeweils höheren Referenzspannung und schalten durch.



Der LED-Treiberbaustein

3.4 Batterieanzeige

Wir wollten eine Zustandsanzeige der Batterie in die Schaltung integrieren und benutzten hierfür das gleiche Prinzip, wie für die LED-Anzeige. Nur war die Betriebsspannung kleiner als die Batteriespannung. Das Problem lösten wir mit einem Subtrahierer (Bild7) .

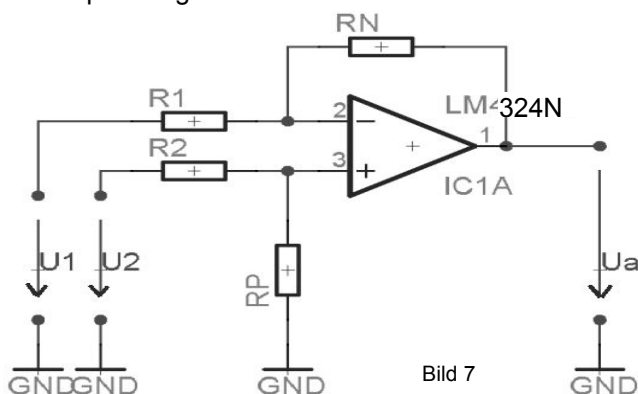


Bild 7

Wir ziehen einen definierten Spannungswert von der Batteriespannung ab und erhalten so eine zu verarbeitende Spannung. Diese wird nun wie eben schon mal beschrieben von einem weiteren Komparator verarbeitet und steuert drei LEDs an. Bei voller Batterie leuchten alle drei Dioden, ist die Spannung zu niedrig für den weiteren Betrieb leuchtet nur noch eine Diode.

3.5 Ausgabeplatine

Allgemeines Prinzip:

Unsere Frontplatte am Metallsucher (Bild8) ermöglicht die akustische und visuelle Überprüfung, ob Metall im Umfeld der Suchspule vorhanden ist oder nicht. Ermöglicht wird dies zum einen durch eine mit zehn LEDs bestückte Balken-Anzeige und zum anderen durch eine 3.5 Mono-Klinken-Buchse an die ein handelsüblicher Kopfhörer angeschlossen werden kann. Zusätzlich wird auf unserer Frontplatte noch die Spannung des Akkus überwacht und überprüft, ob der Akku gerade geladen wird oder nicht.

Erläuterung und Bedienung der einzelnen Komponenten gemäß des beschrifteten Bildes:

- 1) LED-Balken-Anzeige
Auf dem Anzeigeblock wird angezeigt, ob Metall in der Nähe der Spule vorhanden ist oder nicht. Ist kein Metall vorhanden leuchtet keine LED des Blocks. Sobald Metall vorhanden ist, beginnt der Block zu leuchten, aufsteigend von unten nach oben, entsprechend der Größe und Entfernung des Metalls. Vollausschlag wird erreicht, wenn durch das vorhandene Metall eine Frequenzänderung von ungefähr (siehe Feinjustierung) 1KHz bzw. 2.2KHz in Suchspule 1 bzw. Suchspule 2 verursacht wird.
- 2) Feinjustierung des LED-Anzeige-Balkens (Potentiometer 1)
Mit dem Poti 1 wird intern die Referenzspannung des LED-Balkens feinjustiert. Die Referenzspannung ist die Spannung, die festlegt, ab welcher Spannung die einzelnen LEDs des Blockes zu leuchten beginnen. Da die einzelnen LED-Spannungen in direktem Zusammenhang mit der vom Metall verursachten Frequenzänderung stehen, lässt sich durch das Poti 1 das Erreichen des Vollausschlags in der Anzeige um jeweils ca. 300 Hz nach oben und unten ausgehend von 1 KHz bzw. 2.2 KHz abändern.
- 3) Umschalter zwischen Spule 1 und Spule 2
Durch Betätigen dieses Schalters wird umgeschaltet zwischen den beiden Suchspulen. Wird der Schalter gemäß des Bildes nach oben umgelegt, muss die Spule, die eine Frequenzänderung von ca. 2.2 KHz verursacht angeschlossen sein. Ist der Schalter nach unten geschaltet, so muss die Spule mit einer Frequenzänderung von 1 KHz angeschlossen sein.
- 4) Kopfhöreranschluss
An den Kopfhörer wird für die akustische Ausgabe einfach ein handelsüblicher Kopfhörer angeschlossen. Zu hören wird allerdings nur auf einem Kanal etwas sein, das Signal ist ein Monosignal.
- 5) Lautstärkeregelung (Potentiometer 2)
Mit diesem wird die Lautstärke der akustischen Ausgabe variiert. Drehen im Urzeigersinn gemäß des Bildes erhöht die Lautstärke.
- 6) Umschalter zwischen Rechteck- und Pulston
Die akustische Ausgabe erfolgt auf zwei verschiedenen Möglichkeiten:
Entweder hört man ein verstärktes Mischersignal, das umso höher wird, je näher oder größer das zu suchende Metall ist, oder man hört einen klopfenden Ton, der umso schneller klopft, je näher bzw. größer das Metall ist. Mit dem Umschalter kann man zwischen diesen beiden Varianten auswählen.
- 7) Akkuzustandsanzeige
Durch diese drei LEDs wird die Spannung des Akkus überwacht. Leuchten alle drei LEDs, so ist Akkuspannung bei 12 Volt, d.h. im grünen Bereich. Fällt die Akkuspannung auf 11 Volt ab, so geht die grüne LED aus und bei 10 Volt geht dann die gelbe LED aus. Dann leuchtet nur noch die rote LED und dies bedeutet, dass der Metallsucher schnellstmöglich an die Ladestation angeschlossen werden muss, da ein einwandfreier Betrieb mit einer Versorgungsspannung von $U \leq 10$ Volt nicht mehr gewährleistet werden kann.
- 8) Ladezustand

Ist der Metallsucher an die Ladestation angeschlossen, so leuchtet die grüne LED und gibt Auskunft darüber, ob der Akku denn auch geladen wird.

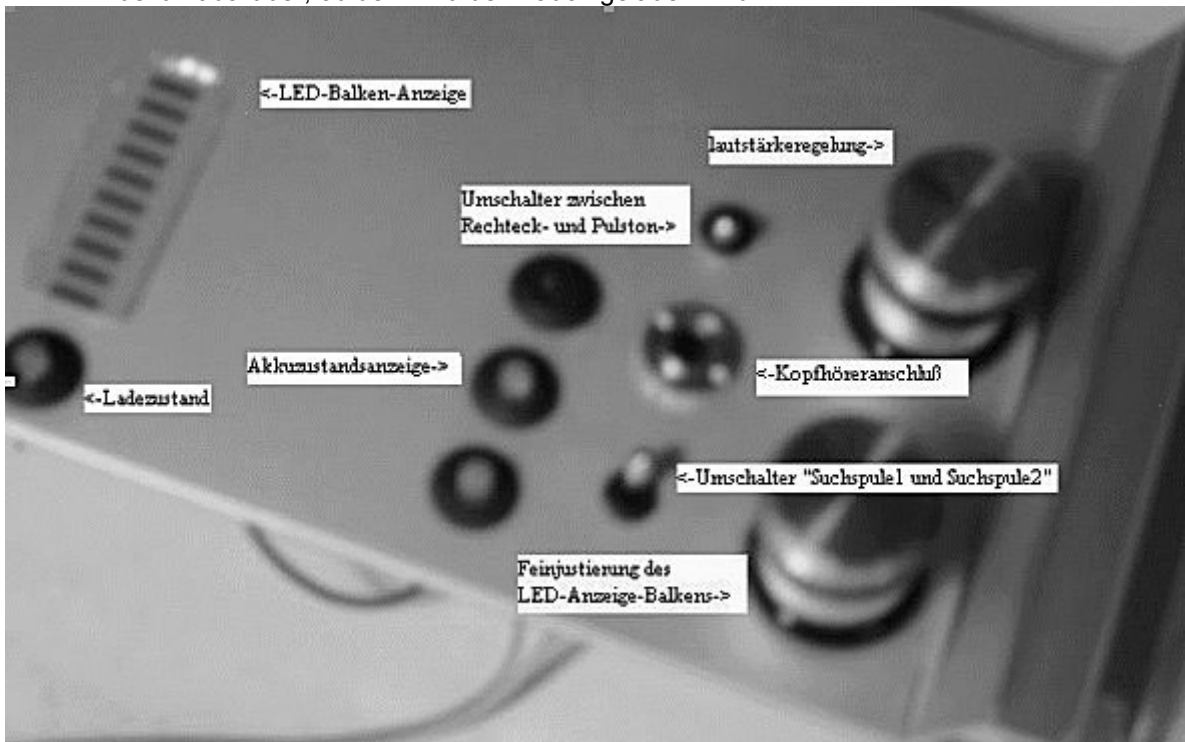


Bild 8

4. Fertige Schaltung

4.1 Funktionsweise

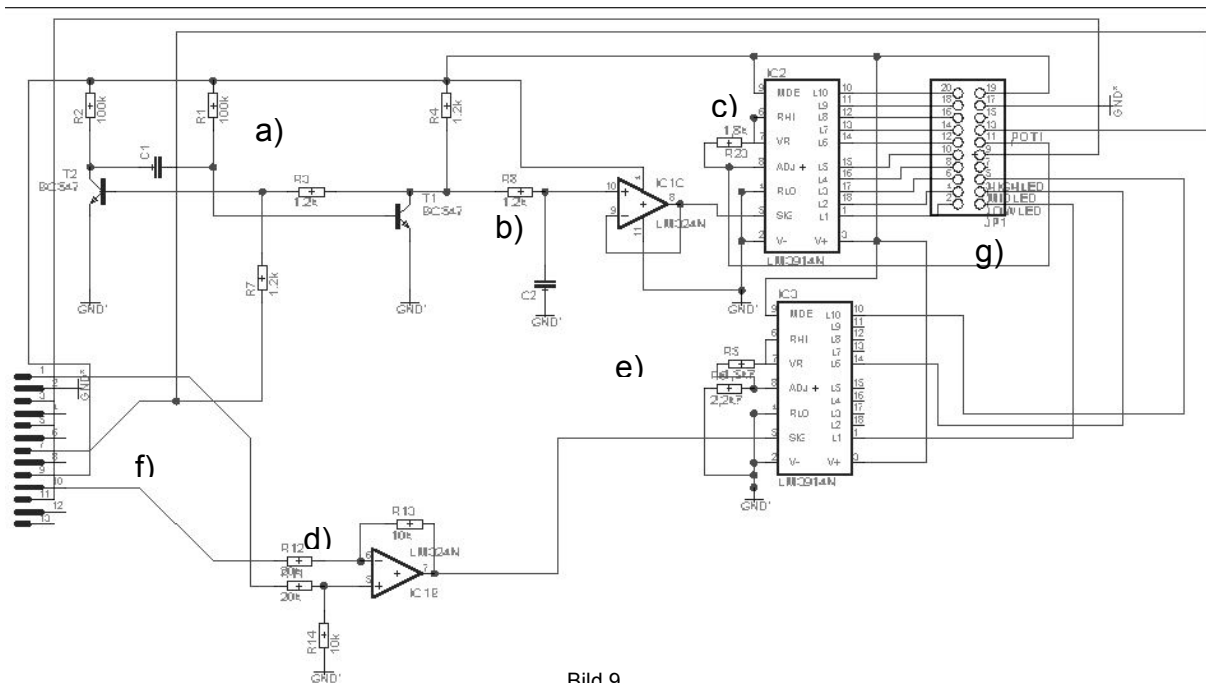


Bild 9

Hier sehen Sie die LED-Teilschaltung der Ausgabegruppe (Bild9) ohne die zugehörige Ausgabeplatine, die oben beschrieben wurde. Da die Einzelnen Teile bereits im Kapitel 3. Entwicklung hinreichend beschrieben wurden, soll hier ihr Zusammenhang in der Gesamtschaltung noch einmal erklärt werden.

Das Gesamtschaltbild wird am Ende noch einmal in ausreichender Größe dargestellt.

- a) Das Signal von der Mischergruppe (sie übergaben uns ein frequenzabhängiges Rechtecksignal) wird in die mit a) gekennzeichnete Monoflopschaltung eingespeist. Dort wird

es in Rechteckpeaks mit konstanter Länge und Breite (sehr dünn) umgewandelt. Dieses Signal wird übergeben an den

- b) Tiefpass. Er wandelt die Peaks in ein Gleichspannungssignal um, mit dem man den
- c) LED-Treiber ansteuern kann. Dieser beinhaltet einen Komparator. Dieser vergleicht dieses umgewandelte Signal mit einer dimensionierten Referenzspannung und steuert je nach Stärke des Signals die jeweilige Anzahl von Dioden an.
- d) Da eine Batterieanzeige (e) erwünscht war, musste eine in die Schaltung integriert werden. Da die Spannung vom Bus aber zu hoch war, musste sie mittels eines Subtrahierers heruntergeregt werden um dann die Komparatorschaltung der
- e) Batterieanzeige anzusteuern. Sie funktioniert genauso wie die Komparatorschaltung der LED-Anzeige, bloß mit einer anders eingestellten Referenzspannung.
- f) Wir entschieden uns beim Schnittstellentermin für ein BUS-ähnliches Übertragungssystem. Die genaue Belegung können Sie im Kapitel 4.3 nachlesen.
- g) Die Verbindung zur Ausgabeplatine bei g) ermöglichte uns ein flexibleres Gestalten der Gesamtapparatur und unserer eigenen Platine.

4.2 Dimensionierung

Hier finden Sie die Motivationen für einige Dimensionierungen. Die numerischen Werte für die Bauteile entnehmen Sie samt einer größeren Darstellung der Gesamtschaltung dem Anhang.

Monoflop: Die Dimensionierung der npn-Transistoren geschah entsprechend der maximalen I_c und U_{ce} -Werte (Kurzschluss- und Leerlauf). Hierfür musste das für die Dauer der Rechteckpeaks zuständige RC bestimmt werden. Die Wahl der Pikklänge ist durch den Kondensator beeinflussbar (je größer desto länger => je kürzer, desto ungenauer... aber höheres Frequenzband). Siehe 3.2.2.

Tiefpass: Die Funktionsweise eines Tiefpasses ist ja hinlänglich bekannt, lediglich das RC-Glied musste noch berechnet werden: aus der Länge des Rechteckpeaks und der Amplitude ist es möglich die benötigte Kapazität zu berechnen. Am Ende des Peaks soll der Kondensator voll aufgeladen sein. Also: sei t_r die der Zeit entsprechenden Länge des Peaks, dann gilt: $U_c(t = t_r) = U_e$. --> Mit der

Formel $U_c(t) = U_e(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ mit $\tau = R * C$ lässt sich die Zeitkonstante τ bestimmen und somit dann auch die Kapazität. In unserem Fall lag die Grenzfrequenz bei 1 Hz.

Subtrahierer: Ein Subtrahierer (Bild 10) wird so mit vier verschiedenen Widerständen beschaltet, das man aus deren Verhältnissen zueinander den gewünschten Spannungswert von der Eingangsspannung abziehen kann. In unserem Fall benötigten wir einen Subtrahierer, der von einer Eingangsspannung von 12-15V genau 9-12V abzieht. Nach der untenstehenden Formel wurden die Widerstände entsprechend dimensioniert. Die Werte entnehmen Sie der Stückliste, da dies eine allg. Beschreibung ist.

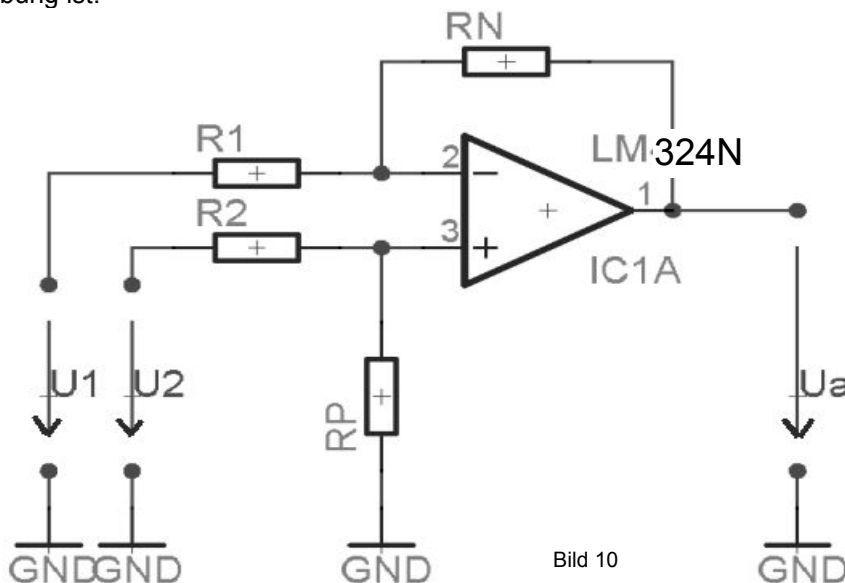


Bild 10

$$U_a = -U_1 \left(\frac{R_n}{R_1} \right) + U_2 \left(\frac{R_p}{R_2 + R_p} \right) \left(1 + \frac{R_n}{R_1} \right) \text{ und mit } \frac{R_n}{R_1} = \frac{R_p}{R_2} \text{ gilt } U_a = \frac{R_p}{R_2} (U_2 - U_1)$$

LED-Treiber-Komparator: Ab LM3914 muß eine Referenzspannung eingestellt werden, die die Vorwiderstände unserer Simulationsschaltung ersetzt. Die Referenzspannung ergibt sich aus folgender Formel mit einem Spannungsteiler vor dem Chip: $RefOutV = 1.25(1 + R2/R1)$, wobei R1 direkt an den Anschluss RefOut geht und R2 mit einer Abzweigung zu RefAdj vor R1 geschaltet ist (für nähere Informationen, nehmen Sie bitte das Datenblatt im Anhang zur Hand). Wir stellten eine Referenzspannung von 3V für die Batterieanzeige ein. Hierfür mussten wir, wie erwähnt, den Subtrahierer einfügen.

4.3 Ort der Bestandteile/Schnittstellen

Gliederung in externe und interne Schnittstellen:

Da wir die Ausgabegruppe sind, geben wir keine Signale auf den Bus, denn wir sind in der Buskette das letzte Glied. Aus diesem Grund wird die Schnittstellenbeschreibung gegliedert in externe und interne Schnittstellen. Extern benutzen wir nur ankommende Signale und verarbeiten sie, intern werden bei uns allerdings Signale von der Hauptplatine, die im Bus steckt, auf unsere Ausgabeplatine, die an der Frontplatte angebracht ist, weitergeleitet.

- 1) Externe Schnittstellen / Busprinzip
 - a) Versorgungsspannungen
Von Pin 1 und Pin 9 des Busses verwenden wir zum Betreiben der in unserer Schaltung verwendeten Chips und Bauteile die gelieferten Spannungen von 9 bzw. 5 Volt.
 - b) Mischersignal/Rechteckspannung
Am Pin 7 greifen wir das Mischersignal ab, welches Auskunft über Größe und Nähe des Metalls gibt.
 - c) Akkuzustand
Vom Pin 10 entnehmen wir die aktuell vom Akku gelieferte Spannung
 - d) Ladezustand
Am Pin 11 greifen wir das Signal ab, welches eine Aussage darüber gibt, ob der Akku gerade geladen wird oder nicht.
 - e) An dem Pin 2 benutzen wir die Masse

- 2) Interne Schnittstellen

Von unserer Hauptplatine aus gehen ein 20-poliges Flachbandkabel und ein 2-poliges twisted-pair-Kabel zu unserer Ausgabeplatine.

- a) 2-poliges twisted-pair-Kabel
Dieses Kabel geht direkt zum Umschalter zwischen den beiden Suchspulen auf der Frontplatte.
- b) 20-poliges Flachbandkabel
Dieses Kabel verbindet alles, was wir für die Ausgabe auf der Frontplatte brauchen mit der Hauptplatine. 10 Pins werden für die LED-Balken-Anzeige verwendet, 3 weitere Pins werden für den Akku-Zustand benutzt. Ein Pin wird für das Poti 1 (zuständig für die Feinjustierung der Anzeige) verwendet, ein Pin geht zur Masse, ein Pin leitet das Rechtecksignal der Mischergruppe direkt auf die Ausgabeplatine weiter, ein weiterer Pin ist für den Ladezustand zuständig. Ein Pin liefert die für die auf der Ausgabeplatine befestigten LEDs und Chips die benötigte Versorgungsspannung von 5 Volt. Die letzten beiden Pins bleiben frei, sind ohne Verwendung.

Die genaue Pinbelegung unter Eagle entnehmen Sie dem Anhang.

5. Die akustische Ausgabe:

Das Metallsuchgerät besitzt die Möglichkeit das Suchergebnis akustisch auszugeben. Die 3,5mm Klinkenbuchse an der Vorderplatte kann mit einem handelsüblichen Kopfhörer verbunden werden, dessen Lautstärke mit einem Drehknopf geregelt wird. Mit dem darüber gelegenen Schalter kann zwischen einem höhen- und tiefenvariieren Signal (je näher desto höher) und einem rhythmisch wiederkehrenden Ton gewählt werden. Hierbei gilt: Je näher man dem Metallgegenstand kommt, desto schneller ist der Rhythmus.

5.1 Der Weg zum Ziel

Wir als Teilgruppe der Gruppe 3 haben also die Aufgabe bekommen, das Metallsuchgerät mit einem „Lautsprecher“ auszustatten, damit der Fund eines Metalls auch hörbar wird:

Das erste Problem bestand darin, dass die Gruppe keine genauen Vorstellungen vom Ausgabesignal der „Mischer“-Gruppe hatte. Da die damit verbundene Weiterverarbeitung aber sehr stark vom Signal abhängig ist, war das Grund genug, um eine Gruppendiskussion anzuregen. Nach einer Internetrecherche über Metallsuchgeräte und ihren Schaltungen, kam man zum Schluss, dass es eine Art Rechtecksignal sein wird, die wir bekommen. Hierbei müsste dann die Frequenz der Empfängerspule dieses Signal beeinflussen.

Die darauf folgende Internetrecherche nach einem Tongenerator, der die Signale in akustische Wahrnehmungen umwandeln sollte, verhalf zu den ersten Erfolgen des Akustikprojekts. Die ersten Schaltungen zu sehen, wirkte beruhigend. Das Ergebnis war ein fertig aufgebauter Tongenerator, der einen Dauerton erzeugte (mehr: siehe unten oder vgl. Quelle: wagener.net). Daraufhin wurde die Idee geboren, den Piepton im Rhythmus der Eingangsfrequenz erklingen zu lassen. Weitere Überlegungen führten zum Gedanken einen frequenzabhängigen Taktgenerator vor die eben gefunden Schaltung zu bauen. Eine wiederholte Internetrecherche verlief erfolgreich und ein scheinbar passender Taktgenerator war gefunden (vgl. Quelle: wagener.net). Die Schaltung wurde daraufhin in P-Spice eingeben, um sie ohne Versuchsaufbauten zu testen, und lieferte keine erwartetes Rechteckschwingen. Man einigte sich die Schaltung später auf einer Platine aufzubauen und erneut zu testen. Das richtige Ansteuern des Taktgenerators sollte mit verschiedenen Filtern und Bandpässen zur Einteilung in verschiedene Frequenzbänder gelöst werden. Da dies jedoch nur mit einer Vielzahl von gleichen Schaltungsteilen realisiert werden könnte und die beiden bisherigen Schaltungen (Taktgenerator und Tongenerator) doch eine gewisse Ähnlichkeit aufwiesen, wurde diese Vorgehensweise als unpraktikabel verworfen.

Ein weiterer Hinweis das Problem mit einem Voltage Controlled Oszillator anzugehen (siehe Quelle: E-Online.de), brachte neue Denkweisen und Ansätze mit sich. Sofort wurde eine nächste Internetsuche gestartet und man wurde beim IC 14046B von Motorola (siehe Datenblatt) fündig. Dieser VCO wandelt eine Gleichspannung mit variabler Amplitude in ein frequenzveränderliches Rechtecksignal um. Das auszugebende Frequenzband lässt sich mit äußerer Beschaltung variieren. Dieser Ansatz verhalf zur Idee der tatsächlich verwendeten Schaltung.

5.2 Die verwendete Schaltung

Da dieser Ansatz relativ Erfolg versprechend aussah, wurden weiter Überlegungen angestellt.

Die Gruppe, die sich mit der visuellen Ausgabe beschäftigt hat, wandelt das Rechtecksignal der vorhergehenden Gruppe mit Hilfe eines Tiefpasses in eine gesteuerte Gleichspannung im Bereich von 0-1,5V um. Also fand der Spannungsgesteuerte Oszillator seine Anwendung:

Da der VCO mit einer 9V Versorgungsspannung beliefert wird, würde ein so geringes Eingangssignal zu einer ungenügenden Empfindlichkeit im Frequenzbereich führen. Ein Nichtinvertierender Verstärker (Bild11) mit einem Potentiometer ausgestattet lässt eine variable Verstärkung zu und verstärkt somit das Signal auf 9V.

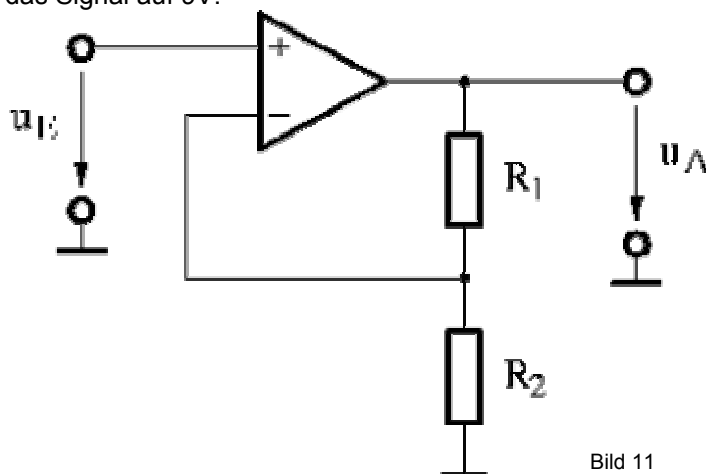
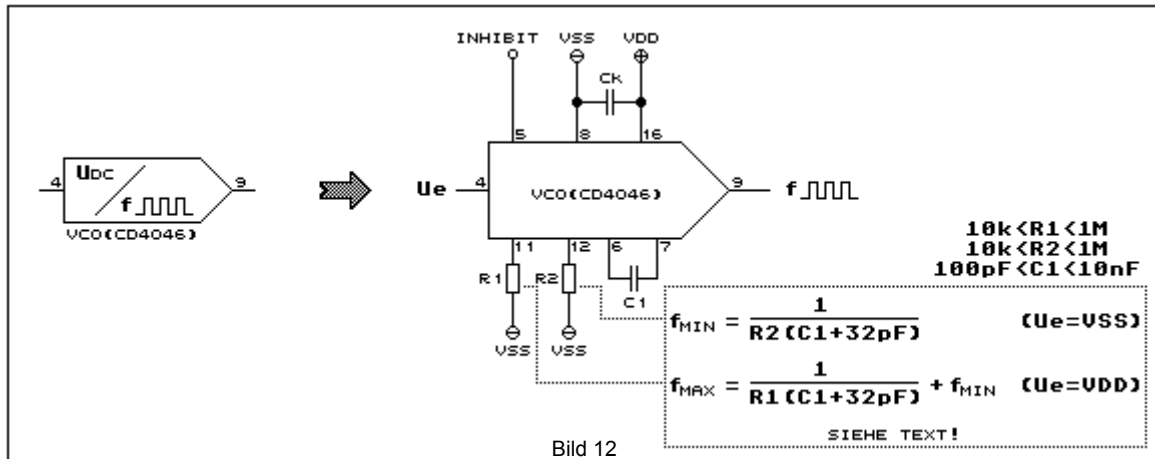


Bild 11

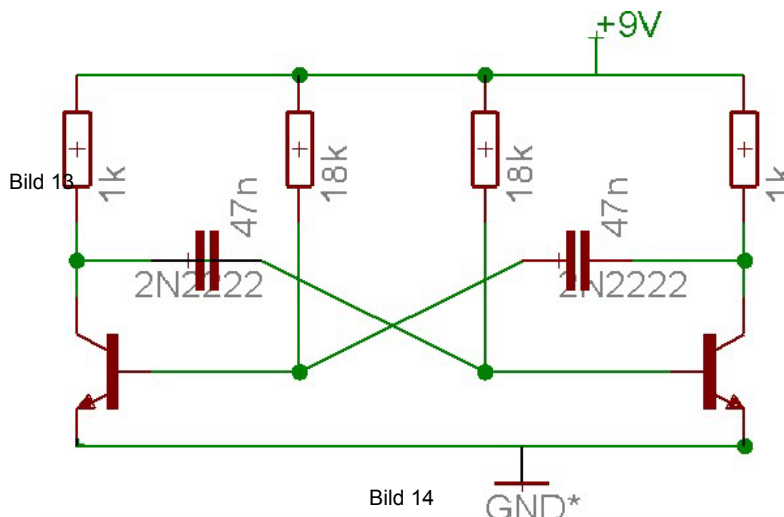
Der Verstärkungsfaktor beträgt dabei: $v = 1 + R_1/R_2$. Statt R_1 wurde wie gesagt ein Potentiometer verwendet. Dieser Operationsverstärker(OP) ist Teil des ICs LM324(siehe Gesamtschaltung).

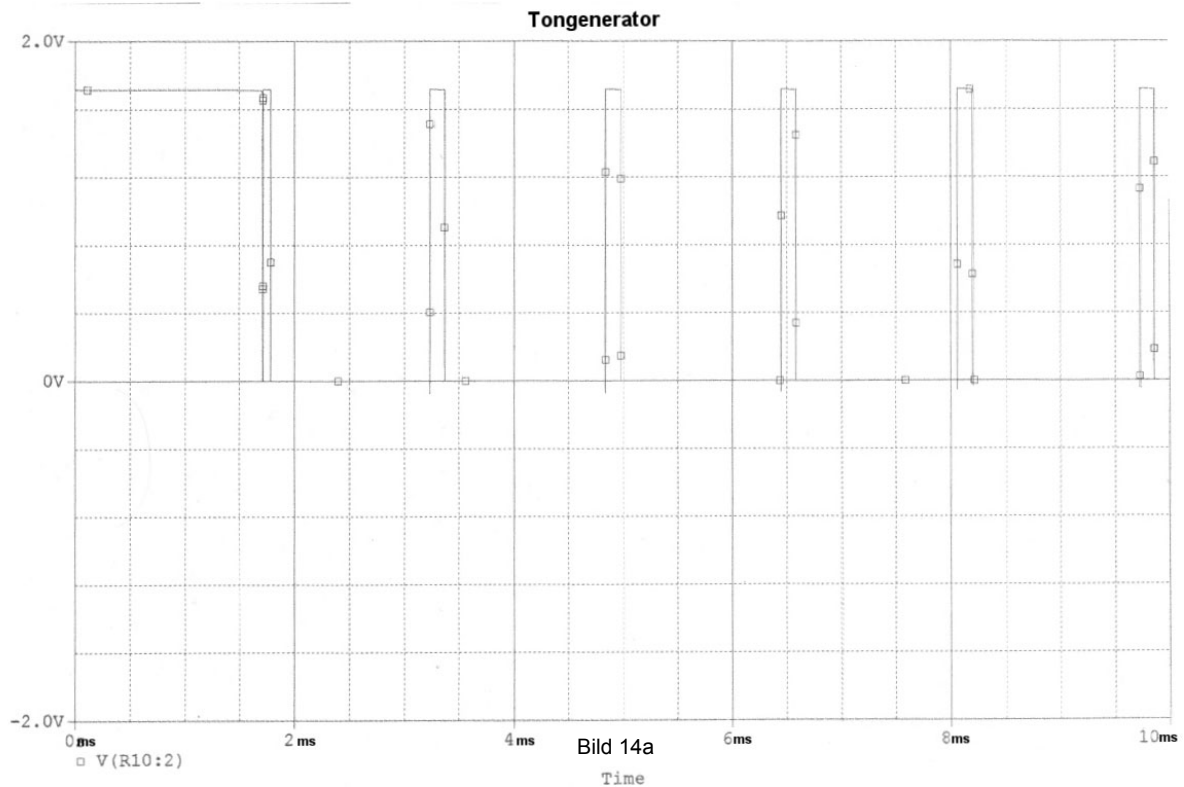
Der VCO (Bild12) erzeugt frequenzunabhängig ein stabiles zeitsymmetrisches und man kann mit zwei Widerständen exakt den relativen Frequenzbereich (Frequenzhub) dimensionieren. R2 und C1 legen die minimale Frequenz am Ausgang fest, wenn Ue (VCO-Spannung) den niedrigsten Wert hat. Die maximale Frequenz wird durch R1 und C1 addiert mit der Offset-Frequenz (minimale Frequenz) gebildet. Ue muss dabei maximale Spannung haben. Man beachte dazu die beiden Formeln.(Für weitere Informationen siehe www.e-online.de)



Der VCO arbeitet in unserer Schaltung mit einer Ausgabefrequenz von $f_{\min}=1\text{KHz}$ und $f_{\max}=80\text{KHz}$. Da diese Frequenzen viel zu hoch zur Verarbeitung in einem Kopfhörer sind, wird in direktem Anschluss ein Frequenzteiler gesetzt, der die Frequenz durch 2^{14} teilt. Diese Arbeit wird vom IC 4060B (Bild13) von Motorola(siehe Datenblatt) verrichtet.

Der nachfolgende Transistor 2N2222 (im Bild14) arbeitet als Schalter und schaltet in den oberen Halbwellen des erzeugten Rechtecksignals den Tongenerator an bzw. aus. Nun folgt also der Tongenerator, der mit einer bistabilen Kippschaltung arbeitet. Die Dimensionierung der Widerstände und Kondensatoren bestimmt hierbei die Frequenz in der geschaltet wird und somit die entstehende Tonhöhe.



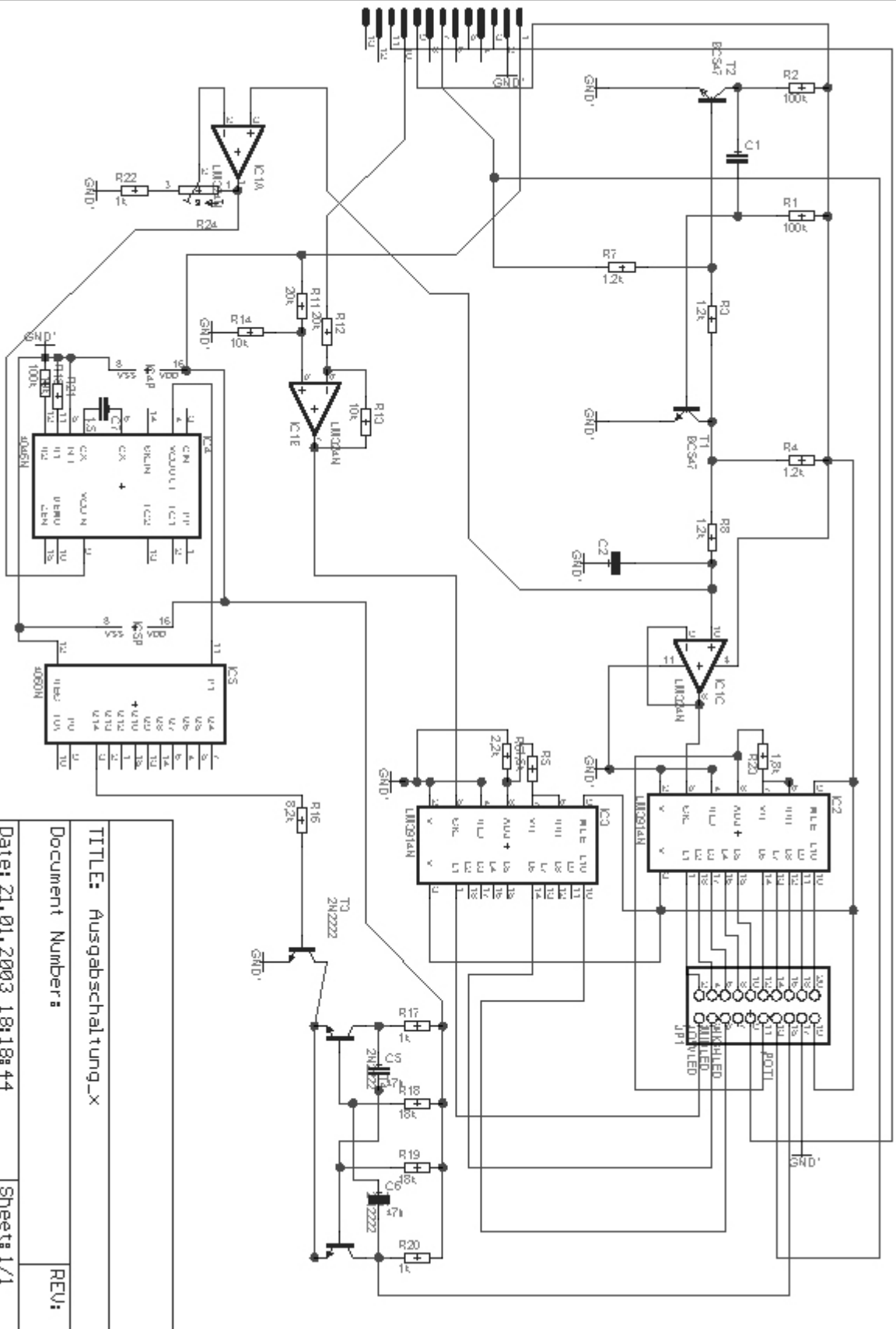


Da das Rechtecksignal was vom Tongenerator (Bild14a) erzeugt wird, nun nicht verändert wird, finden sich die restlichen Elemente der Gesamtschaltung auf der Ausgabeplatine, die über ein Flachbandkabel die Verbindung zur Hauptplatine der Gruppe3 findet. Auf dieser Schnittstelle liegt unter anderem auch das direkte Mischersignal, damit die oben angegebene Auswahl stattfinden kann. Nach dem Schalter dient ein Nichtinvertierender Verstärker ($v=1$) zur Entkopplung des Signals und der nachfolgende Kondensator filtert die Gleichspannungsanteile heraus. Das Potentiometer ist logischerweise zur Lautstärkereglung des nachfolgenden Lautsprechers gedacht.

6. Fazit

Wenn man versucht, das Projektlabor objektiv zu beurteilen, so könnte man sagen, dass der Schwerpunkt des Ergebnisse auf den gewonnenen sozialen Kompetenzen und der Teamfähigkeit im Projektarbeit liegt. Wir haben die Vor- und Nachteile des modularisierten Projektmanagements kennen gelernt. Außerdem haben wir uns auch selbst besser kennen gelernt. Wir können jetzt unsere Fähigkeiten für spätere Arbeiten besser einschätzen und wissen wo generell unsere Schwächen liegen. Die fachlichen Erkenntnisse sind natürlich auch nicht zu unterschätzen: Schaltungen, die vielseitig anwendbar sind, die Erkenntnis, dass eine Schaltung auch nur dann gut ist, wenn sie auch nur den für sie eingeplanten Platz einnimmt und vieles mehr. Insgesamt ist das Projektlabor dem normalen Labor einmal vorzuziehen, wobei man dieses natürlich noch zusätzlich belegen kann und so das dritte Semester zum lehrreichsten im Grundstudium zu machen.

7. Anhang



TITLE: Ausgabeschaltung_X
 Document Number:
 Date: 21.01.2003 18:18:44
 REV:
 Sheets: 1/1

Partlist

Exported from Ausgabschaltung_x.sch at 21.01.2003 14:34:57

EAGLE Version 4.01 Copyright (c) 1988-2001 CadSoft

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
C1	6,8pF;4,7pF	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
C2	10mF	C-EU025-030X050	C025-030X050	rcl	1
C5	47n	C-EU050-025X075	C050-025X075	rcl	1
C6	47n	C-EU050-025X075	C050-025X075	rcl	1
C7	1.5n	C-EU050-025X075	C050-025X075	rcl	1
IC1	LM324N	LM324N	DIL14	linear	1
IC2	LM3914N	LM3914N	DIL18	linear	1
IC3	LM3914N	LM3914N	DIL18	linear	1
IC4	4046N	4046N	DIL16	40xx	1
IC5	4060N	4060N	DIL16	40xx	1
JP1		PINHD-2X10	2X10	pinhead	1
R1	100k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R2	100k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R3	1.2k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R4	1.2k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R5	1,5k?	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R6	2,2k?	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R7	1.2k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R8	1.2k	R-EU_V526-0	V526-0	rcl	1
R11	20k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R12	20k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R13	10k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R14	10k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R15	100k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R16	8,2k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R17	1k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R18	18k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R19	18k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R20	1k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R21	10k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R22	1k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R23	1,8k	R-EU_0204/5	0204/5	rcl	1
R24	poti	B25P	B25P	pot	1
T1	BC547	BC547	SOT54A	transistor-small-signal	1
T2	BC547	BC547	SOT54A	transistor-small-signal	1
T3	2N2222	2N2222	TO18	transistor-npn	1
T4	2N2222	2N2222	TO18	transistor-npn	1
T5	2N2222	2N2222	TO18	transistor-npn	1
U\$1	M617-13M617-13	M617-13M617-13	M617-31	stecker	1