

Mitglieder der Gruppe 1

Ulrike Broniecki

Jean-Jacques Engamba

Gustav Hempel

Jean Rodrigue Kamdoum Kamdoum

Ghislain Donatien Mouil Sil

Lulu Song

Kwami Ewans Thognon

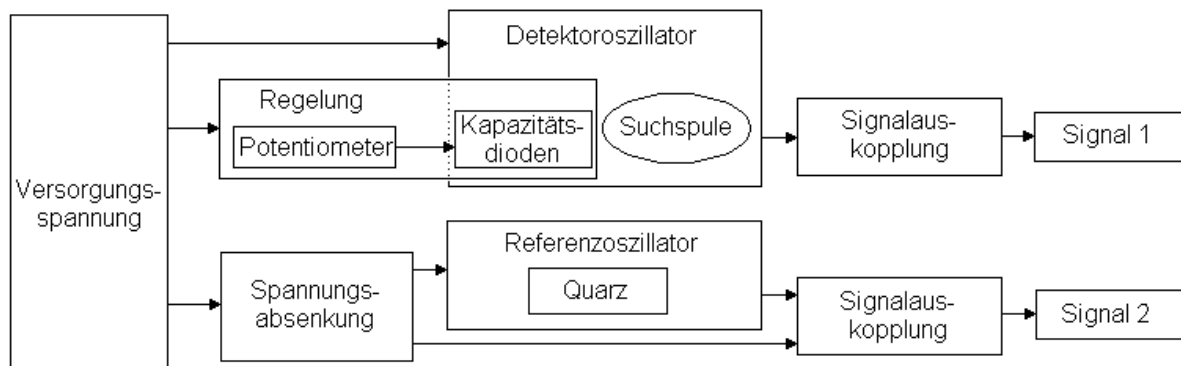
Johannes Twittmann

Yong Yu

Stefan Seifert (Betreuer)

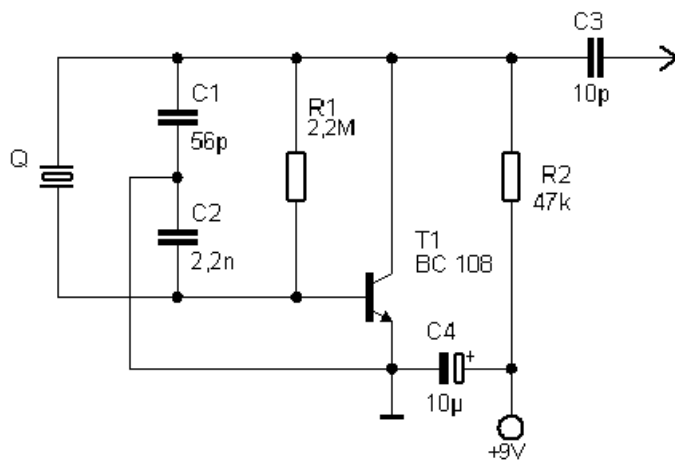
Unsere Aufgabe war es, die Sensoreinheit zu realisieren. Wir sollten zwei Schwingkreise bauen, einen Referenzschwingkreis und einen Suchschwingkreis. Um uns noch einmal besser über die Funktionsweise eines BFOs zu informieren, hörten wir einen Vortrag von Evans speziell zu diesem Thema.

Am Anfang arbeiteten wir alle gemeinsam an der Entwicklung der Schaltungen. Als dann das Grundaufbau klar war und wir außerdem die Aufgabe übernahmen, das Gehäuse zu bauen, bildeten wir Teilgruppen. Rodrigue, Evans und Ulli übernahmen die Weiterentwicklung der Schwingkreise, Jean-Jacques und Yo das Layouten der Platinen und das Ätzen und Gustav, Ghislain, Lulu und Yong den Bau des Gehäuses.



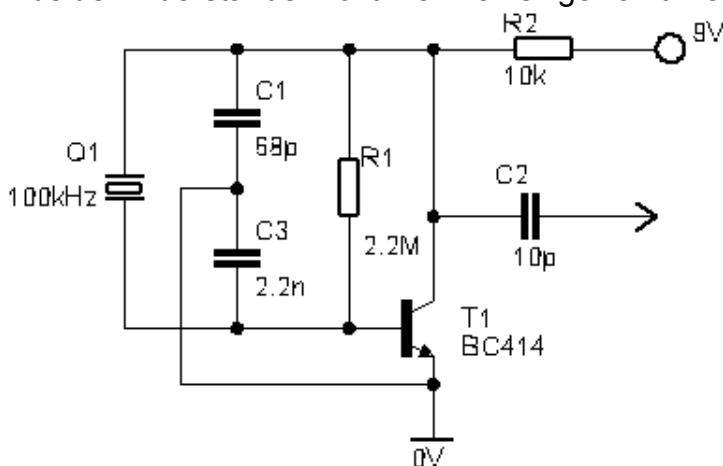
Referenzoszillator

Um uns besser über die Funktionsweise von Oszillatoren zu informieren, hörten wir ein Referat von Yo zu diesem Thema. Der Referenzschwingkreis muss sehr stabil schwingen. Daher empfahl uns Yo die Verwendung eines Quarzes. Da BFOs wohl im allgemeinen im kHz-Bereich schwingen, einigten wir uns recht willkürlich auf einen 100kHz Quarz. Außerdem einigten wir uns auf eine Versorgungsspannung von +9V. Yo schlug uns in seinem Vortrag auch schon einen möglichen Quarz-Schwingkreis vor (siehe Abbildung).



Quarzoszillator geeignet für Quarze von 100 bis 500 kHz

Wie beließen die Dimensionierung fast original. Da wir keinen 56pF Kondensator zur Hand hatten, nahmen wir statt dessen eine 68pF Kondensator. Ähnliches gilt für den Transistor. Hier entschieden wir uns für einen BC414. Den 10μF Kondensator (C4) zur Glättung der Versorgungsspannung haben wir ganz weggelassen (siehe Abbildung). Der Schwingkreis schwang mit einer Frequenz von 100kHz und hatte eine Amplitude von etwa 0,4V. Um die Amplitude zu vergrößern, änderten wir versuchsweise die beiden Widerstände R1 und R2. Dabei stellten wir fest, dass beide Widerstände nicht viel kleiner gewählt werden dürfen, da die Schaltung dann



für unsere Zwecke angepasster Quarzschwingkreis

sehr lange braucht um sich einzuschwingen oder dieses gar nicht tut. Außerdem wird durch die Verkleinerung der Widerstände nur eine minimale Änderung der Amplitude bewirkt. Die maximal erreichte Amplitude lag bei 0,65V, wobei der Schwingkreis schon fast 15s brauchte um sich einzuschwingen. Letztendlich dimensionierten wir R2 auf 10kΩ und gingen so einen Kompromiss zwischen „Einschwingzeit“ und Amplitude (0,5V) ein.

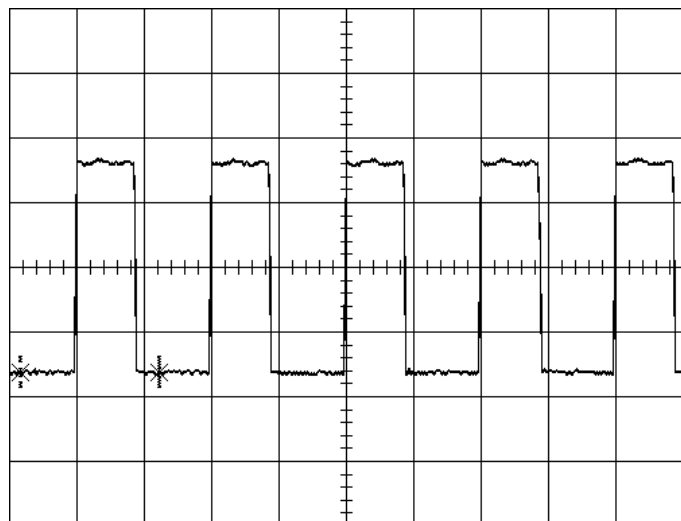
Da sich nach Rücksprache mit der Mischer-Gruppe gezeigt hat, dass diese eine Amplitude von mindestens 1,5V braucht, mussten wir erneut den Versuch unternehmen, die Amplitude zu vergrößern. Als wir uns zu diesem Zweck erneut dem Quarz-Oszillator zuwandten, funktionierte der Quarz plötzlich nicht mehr. Es kostete uns zwei Termine und zwei weitere Quarze, bis der Quarz ebenso plötzlich wieder funktionierte. Wir wissen bis jetzt nicht warum. Das gleiche Problem wiederholte sich auch noch bei mehreren anderen Quarzen. Wenn man aber in die gleiche Schaltung einen 4MHz Quarz einsetzte, schwang sie sicher. Vorsichtshalber bauten wir den

Quarزشwingkreis auch an verschiedenen anderen Stellen auf dem Steckbrett auf und überprüften die Kontakte. Auch in die Schaltung eingelötete Quarze funktionierten zum Teil nicht. Bei Segor wurde dann uns mitgeteilt, dass diese nicht mit einer Spannung über 5V betrieben werden dürfen. Aber auch mit den zwei neugekauften Quarzen und mit einer Eingangsspannung von 5V schwang die Schaltung nicht.

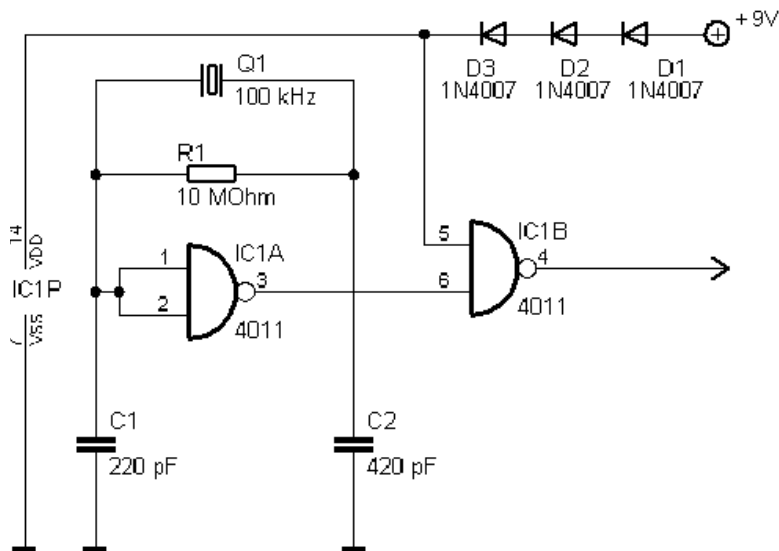
Wir fanden keine Datenblätter zu diesen Quarzen, aber auf einem Datenblatt zu einem baugleichen Quarz stand, dass dieser mit einer Eingangsspannung bis zu 30V betrieben werden darf. Außerdem fanden wir Datenblätter für Quarzoszillatoren mit der Information, dass sie nur mit recht geringen Spannungen (so um die 5V) betrieben werden dürfen.

Also bauten wir noch eine andere Schaltung auf. Diese Schaltung entnahmen wir einer Zeitschrift, in der der Schaltplan eines Leitungssuchers abgedruckt war. Bei einem ersten Testaufbau der Schaltung und einer Eingangsspannung von 5V schwang ein Quarz, der vorher nicht funktioniert hatte sofort an. Allerdings bemerkten wir dass der Schwingkreis bei einer Eingangsspannung von 9V nicht anschwang. Auch bei anderen Gattern und verschiedenen ICs, schwang die Schaltung bei 9V teilweise sehr langsam oder gar nicht an. Außerdem war bei einem IC einer bestimmten Firma (CM4011AE) das Ausgangssignal sinusförmig, wohingegen es sonst rechteckig gewesen war. Wir verringerten also mit Hilfe von drei Dioden die Versorgungsspannung für den IC, damit der Oszillator wie gewünscht schwingen konnte, gleichzeitig aber das Ausgangssignal eine ausreichend große Amplitude beibehielt. An jeder dieser Dioden, welche in Reihe zwischen dem 9V Potential und dem V_{CC} -Eingang des ICs liegen, fällt eine Spannung von 0,7V ab, so dass wir damit auf eine Versorgungsspannung von 6,9V kommen.

Allerdings hatten wir die ganze Zeit bei allen Gattern das Problem, dass die absteigende Flanke zitterte. Da das Wechseln der ICs aber keine Veränderung brachte, hofften wir, dass das Problem nach dem Löten verschwunden sein würde. Durch ein zweites NAND-Gatter des ICs koppelten wir außerdem noch Störeinflüsse von Bus und anderen Baugruppen vom Referenzschwingkreis ab. Den zweiten Eingang dieses Gatters legten wir auf den High-Pegel, also die gesenkte Versorgungsspannung (siehe Schaltplan Seite ?). Das Ausgangssignal wurde dadurch auch verbessert, denn das Signal hatte jetzt steilere Flanken und war insgesamt „rechteckiger“ (siehe Abbildung).



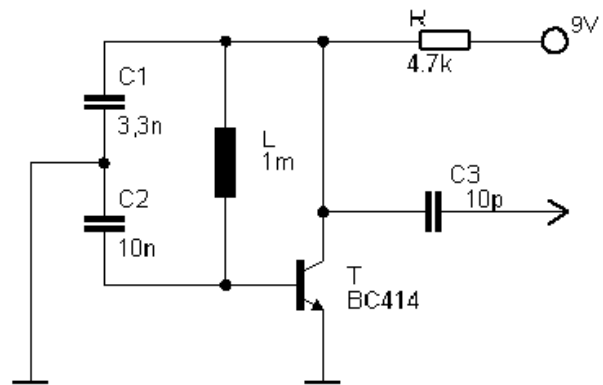
Referenzoszillator mit Quarz



Quarزشwingkreis mit 2 ICs

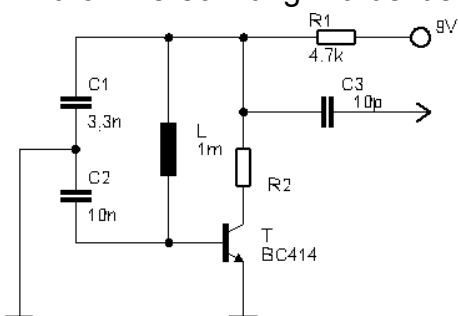
Detektoroszillator

Für den LC-Schwingkreis hatte Yo in seinem Vortrag auch schon eine Schaltung vorgeschlagen. Bei dieser war allerdings vorgesehen, eine positive und eine negative Spannung anzulegen. Da wir aber nur 9V und 0V zur Verfügung hatten, passten wir einfach den Quarz-Schwingkreis unseren Zwecken gemäß an. Das heißt, wir ersetzten den Quarz durch eine Spule und ließen den parallelen Widerstand weg. Um den Schwingkreis auf 100kHz zu dimensionieren, legten wir, anhand der vorhandenen Bauteile, die Induktivität auf 1mH und die beiden Kondensatoren auf 3,3nF und 10nF fest. Als Eingangswiderstand wählten wir 4,7kΩ (siehe Abbildung). Die mit diesen Werten aufgebaute Schaltung schwang bei 93kHz und einer Amplitude von etwa 0,6V.



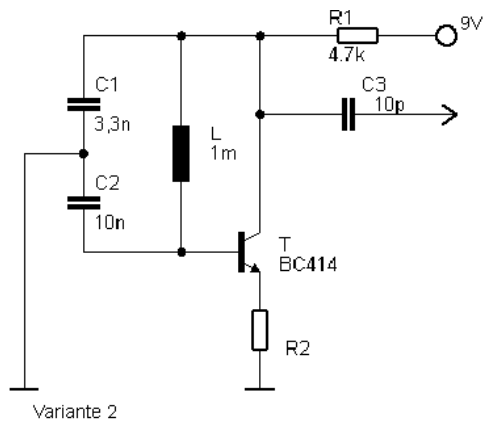
adaptierter LC - Schwingkreis

Um die Amplitude zu vergrößern wurden verschiedene Versuche vorgenommen. Durch Berechnung wurde der minimal mögliche Eingangswiderstand ermittelt. Bei einem Eingangswiderstand von 820Ω wurde eine Amplitude von 1V erreicht. Allerdings stieg der Stromverbrauch auf ca. 20mA und die Ausgangsspannung wurde „hässlich“.

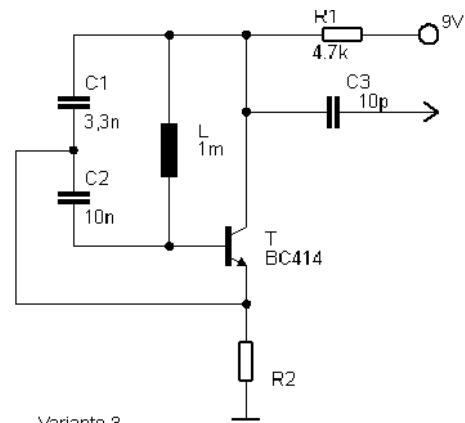


Variante 1

Das heißt, die Spannung war bis auf eine kurze positive Spitze auf 0 Volt. Außerdem haben wir experimentell versucht eine Erhöhung der Amplitude zu erreichen. Nacheinander wurden an verschiedenen Stellen der Widerstand R2 eingesetzt (siehe Abbildungen).



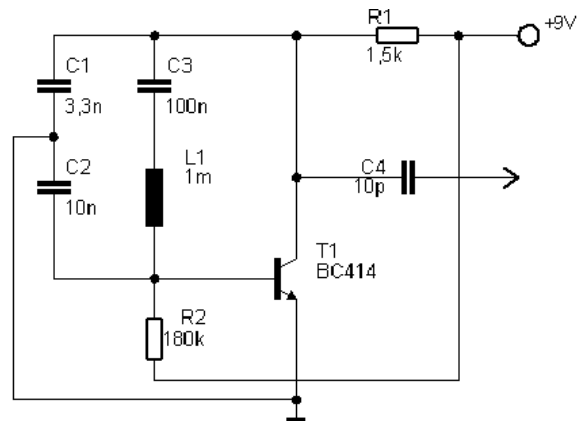
Variante 2



Variante 3

Dieses führte aber in jedem Fall zu einer Verringerung der Amplitude. Außerdem wurde die Induktivität der Spule auf 3,3mH erhöht. Dadurch erreichten wir eine Vergrößerung der Amplitude. Diese wurde aber annähernd wieder ausgeglichen, als die Kondensatoren gemäß unserer vorgeschriebenen Frequenz angepasst wurden. Außerdem probierten wir die Ausgangsspannung symmetrischer zu gestalten. Der Versuch dieses durch zwei Kondensatoren C1 und C2 gleicher Kapazität zu erreichen, bewirkte das Gegenteil.

Nach Rücksprache mit Professor Mönich wurde eine neuer LC-Schwingkreis getestet (siehe Abbildung). Durch Tests mit verschiedenen Widerständen R1 und R2 stellten wir fest, dass eine relativ große Änderung von R2 eine relativ kleine Strom- und Amplitudenänderung bewirkte. Wurde R1 ein bisschen verkleinert, stieg der Stromverbrauch recht stark, die Amplitude wurde jedoch nur ein klein wenig größer. Wurde R1 vergrößert und R2 verkleinert, sank der Stromverbrauch wesentlich schneller als die Amplitude. Ausgehend von diesen Versuchen wählten wir für R1 1,5k Ω und für R2 180k Ω .



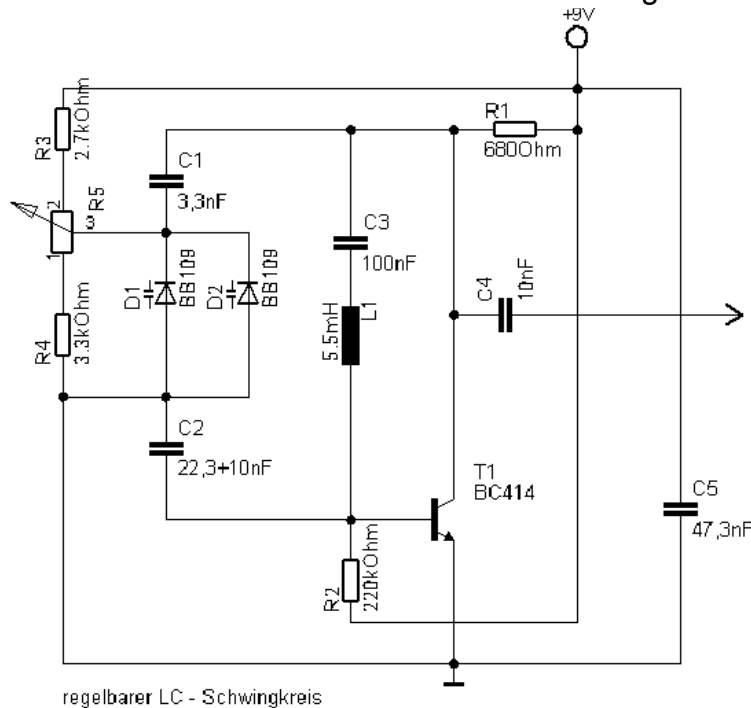
erweiterter LC - Schwingkreis

Um diesen Schwingkreis abstimmen zu können, zogen wir mehrere Möglichkeiten in Betracht. Am einfachsten wäre es dieses über einen Drehkondensator zu realisieren. Die Feinabstimmung wäre aber sehr erschwert, da sich Drehkondensatoren immer nur um 180° drehen lassen. Daher entschieden wir uns für die Variante eine Kapazitätsdioden einzubauen. Hierzu hörten wir einen Vortrag von Lulu. Eine Kapazitätsdiode ändert ihre Kapazität, wenn eine angelegte Gleichspannung verändert wird. Zu diesem Zweck schaltet man ein Potentiometer als Spannungsteiler dazu.

Da unsere Versuche eine extra Schaltungen mit einer Kapazitätsdiode zum Schwingen zu bringen, scheiterten, versuchten wir diese gleich in den LC – Schwingkreis einzubauen, da wir ja wussten, dass dieser zuverlässig schwang. Beim Kauf der Kapazitätsdioden hatten wir das Problem, dass bei „Conrad“ überhaupt keine erhältlich waren und bei „Segor“ nur zwei die nicht in SMD-Bauform waren. Also kauften wir diese zwei Typen. Wir verwendeten eine die Kapazitätsdiode, die für VHF gedacht (BB109) und von 4,3 bis 32pF regelbar ist. Außerdem benutzten wir

ein vorhandenes 10kΩ Potentiometer. Die Schaltung schwang daraufhin natürlich nicht mehr mit 100kHz, war aber mit Hilfe des Potentiometers um einige 100Hz regelbar.

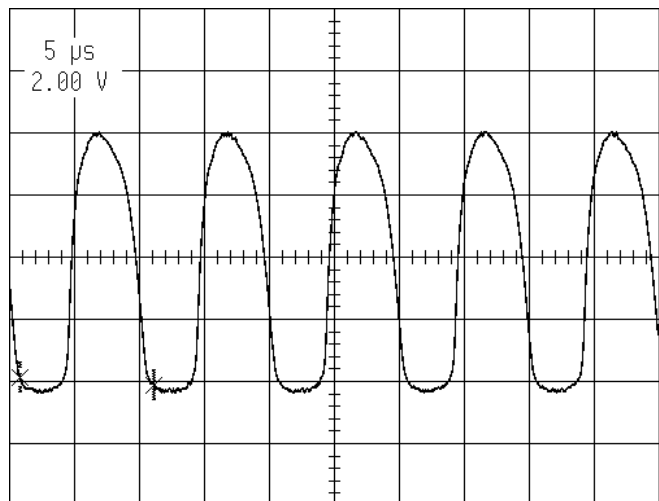
Zuerst probierten wir den Transistor durch einen IC zu ersetzen. Mit IC schwang die Schaltung allerdings nicht mehr an. Mit Kapazitätsdiode schwang die Schaltung mit etwa 300kHz. Wir legten das Ausgangssignal auf beide Eingänge eines NAND-Gatters. Als erstes versuchten wir mit einer Änderung von C1 (3,3nF), die Frequenz des Schwingkreises zu senken. Allerdings war hier keine Frequenzänderung zu erkennen. Danach testeten wir die Änderung mit einem anderen Kondensator (C2).



Wenn dieser allerdings größere Werte als 40nF hatte, wurde das Ausgangssignal unbrauchbar. Das heißt, es gab immer nur kurze „Spannungsspitzen“, was wiederum dazu führte, dass der IC nicht mehr richtig schaltete. Außerdem hatten wir die Idee, parallel zur Kapazitätsdiode einen weiteren Kondensator in die Schaltung zu bauen. Wir verwarfen den Einfall allerdings auch schnell wieder, da der Schwingkreis in diesem Fall kaum noch geregelt werden konnte. Statt dessen schalteten wir noch eine zweite

Kapazitätsdiode gleichen Typs parallel, wodurch sich die Frequenz jedoch nur unmerklich verringerte. Daher blieb uns nur noch die Möglichkeit die Induktivität der Spule zu vergrößern. Nebenbei veränderten wir die Widerstände R1 und R2 ein wenig, um die Spannungsspitze zu verbreitern. Letztendlich schwang die Schaltung (siehe Abbildung) mit 104kHz.

Um den regelbaren Bereich zu optimieren, entfernten wir zunächst die Widerstände R3 und R4 (vor und nach dem Potentiometer). Dann verglichen wir das Ausgabesignal mit der Frequenz und der über den Kapazitätsdioden anliegenden Spannung. Zwischen einer Spannung von 2,75 und 8V war die Kurve „sauber“, jenseits dieser Grenzen sackte sie zusammen oder fing an zu Zittern. Wir wählten also R3 und R4 so, dass das Potentiometer die Spannung nur noch in diesem Bereich regeln kann. Außerdem entfernten wir



Detektoroszillator mit großer Suchspule

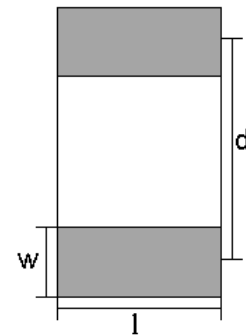
den IC wieder, da das Signal ohne ihn besser aussah. Der Schwingkreis war nun von 90 bis 105kHz regelbar und das Ausgangssignal war stabil und symmetrisch (siehe Abbildung oben).

Spule

Für die Wicklung unserer Suchspule galt es zunächst eine gültige Formel zu finden:

$$L = \frac{0.08 * d^2 * n^2}{3 * d + 9 * l + 10 * w}$$

- L – Induktivität [µH]
- d – mittlerer Spulendurchmesser [cm]
- n – Windungszahl
- l – Höhe der Spule [cm]
- w – Breite der Spule [cm]

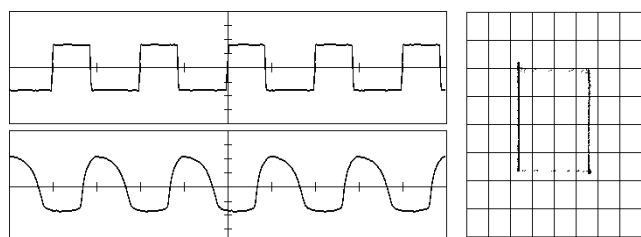


Diese Formel gilt für mehrlagige Spulen mit Luftkern. Dann überlegten wir uns, wie die Spule am vernünftigsten zu befestigen wäre. Eine Variante war, die Spule in eine Frisbeescheibe zu wickeln, aber es wäre schwierig geworden diese zu befestigen. Daher einigten wir uns darauf in der Werkstatt eine Plasticscheibe anfertigen zu lassen, in die an der Seite eine Nut gefräst ist. Da wir Kupferlackdraht in zwei Stärken vorrätig hatten (0,6mm und 0,025mm), berechneten wir für diese die Maße der Spule und die Windungszahlen.

Bei einem ersten einsetzen dieser Spule in den LC – Schwingkreis schwang dieser mit einer Frequenz von 134kHz. Da man mit einer großen Spule zwar eine größere Suchtiefe erreicht, aber dafür kleine Teile nicht so gut finden kann, entschlossen wir uns noch eine kleine Spule zu wickeln. Befand sich ein großes Stück Stahl unmittelbar unter der großen Spule, erreichten wir eine Frequenzänderung von ungefähr 3,27kHz, bei einem Silberring und der kleinen Spule 1,63kHz. Da wir aber im Rahmen der Veränderung des ersten Schwingkreises auch die Induktivität der Spule erhöhen mussten, wickelten wir beide Spulen mit dem dünnen Draht und mehr Wicklungen noch mal neu. Das Problem dabei ist allerdings, dass bei einer größeren Induktivität der Spule die vom Metall hervorgerufene Frequenzänderung kleiner wird. Mit dieser neu gewickelten Spule und dem Stahlstück unter oben genannten Bedingungen war eine durchschnittliche Frequenzänderung von 2,37kHz zu beobachten.

Abstimmen der Baugruppen aufeinander

Um festzustellen, ob sich die beiden Schwingkreise mit Hilfe des Potentiometers auch wirklich genau abstimmen lassen, betrieben wir das Oszilloskop im x-y-Betrieb. Wie in der Grafik zu erkennen ist, funktioniert es.

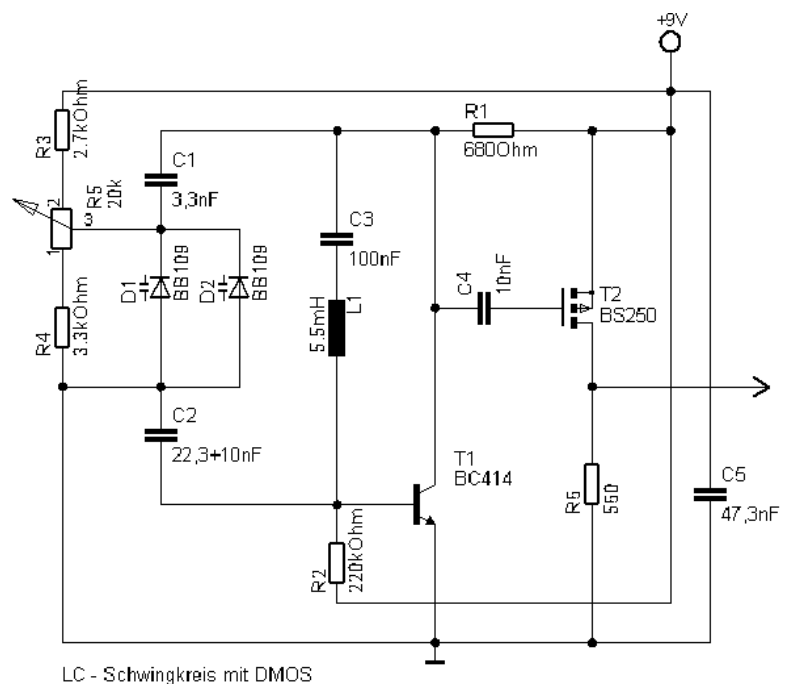


Quarzschwingkreis und Suchschwingkreis im x-y-Betrieb

Bei Zusammensetzen der Platinen der einzelnen Gruppen tauchten noch einige Probleme auf. Es gab eine Wechselwirkung zwischen unserem Detektoroszillator und der Mischer – Schaltung, was zur Folge hatte, dass die Frequenz des LC – Schwingkreises auf 70 – 75kHz absackte. Wir versuchten unser Ausgangssignal unanfälliger zu machen, indem wir es noch über verschiedene Gatter legten, erreichten aber in keinem Fall ein befriedigendes Ergebnis. Als wir testweise den Kondensator C4 wegließen, erhielten wir immerhin schon wieder eine Frequenz von 90kHz. Daher beschlossen wir den Rest durch Abwickeln unserer Suchspulen anzupassen.

Aber auch mit dem Mikrofonkabel, das die Verbindung zwischen der Suchspule und der Platine herstellt, gab es Probleme. Mit angeschlossenem Mikrofonkabel sackte die Amplitude des Ausgangssignals auf etwa 0,6V ab und auch die Frequenz verringerte sich um etwa 20kHz. Daher machten wir uns aus Kupferlackdraht selber zwei Twisted-Pair-Kabel. Eins aus dem Draht mit 0,6mm Durchmesser und eins aus dem Draht mit 0,025mm Durchmesser. Wir untersuchten Frequenzänderung und Amplitude jeweils mit verschiedenen Metallen und beiden Spulen. Mit dem dicken Draht war die Frequenz mit Hilfe des Potentiometers zwar nicht mehr um einen so großen Bereich regelbar, aber die dafür sah das Ausgangssignal besser aus. Außerdem hatten wir den anderen Gruppen mitgeteilt, dass wir bei Metallfund eine Frequenzänderung bis zu 5kHz bekommen. Da mit dem dünnen Draht die Änderungen über diesem Bereich lagen, entschieden wir uns für den dicken Draht. Wenn man mit der kleinen Spule in die Nähe großer Metallstücke kam (Länge größer als der Durchmesser der Spule), brach die Amplitude teilweise extrem zusammen. Da man aber mit der großen Spule kleine Metallstücke (wie z.B. Münzen) nicht so gut finden kann, entschieden wir uns beide Spulen „gebrauchsfertig“ zu machen.

Außerdem probierten wir erneut die Spannungsentkopplung hinzukriegen, also die Rückwirkungen durch die Mischerplatine auszuschalten. Nachdem wir es zunächst mit einem schnell schaltenden DMOS probiert hatten und es nicht funktionierte, probierten wir einen langsameren (siehe Abbildung). Mit diesem klappte es dann wunderbar. Nur als wir dann unser selbstgedrehtes Kabel dazunahmen, funktionierte wieder nichts mehr. Also probierten wir ein im Labor vorhandenes, nicht so stark verdrilltes, Twisted-Pair-Kabel. Mit diesem funktionierte es wieder problemlos. Wir gingen also daran die beiden Spulen entsprechend abzuwickeln. Die große Spule ist jetzt von 94,5 bis 104kHz abstimmbare und die kleine von 93 bis 104kHz.



Die Spulen haben folgende Maße:

	Große Spule	Kleine Spule
L (errechnet) [μH]	3825	4443
d [cm]	15,5	6,3
n	102	202
l [cm]	0,5	1,0
w (errechnet) [cm]	0,128	0,126
Durchmesser Draht [mm]	0,25	0,25

Platinenlayout

Als die Belegung des Busses festgelegt war, die Stecker ausgesucht und die mechanischen Schnittstellen diesbezüglich abgesprochen waren, hat Yo, der sich zuvor mit Jean-Jacques mit dem Erstellen von Platinenlayouts in Eagle und dem Ätzen von Platinen vertraut gemacht hat, das Board-Layout erstellt (Anhang). Dabei wurde darauf geachtet, dass zwischen den Signale führenden Leiterbahnen jeweils eine Bahn ist, die mit GND verbunden ist, um Störeinflüsse möglichst abzuschirmen.

Als auch die Schaltung des Sensors fertig war, wurde auch hierfür das Layout erstellt. Dabei wurde jedoch ein Fehler gemacht. Die Anoden der Kapazitätsdioden müssen auch an GND angeschlossen werden. Auf unserer Platine haben wir das einfach durch einen auf der Platinenunterseite angelöteten kurzen Draht realisiert. Das korrigierte und optimierte Platinenlayout befindet sich im Anhang.

Zu beachten ist noch, dass die Frontplatte des Gehäuses möglichst zu erden sei (z.B. durch metallische Winkel von der Platine zur Frontplatte), um Störungen (hervorgerufen z.B. durch das Berühren des Potis mit der Hand) zu minimieren.

Das Gehäuse

Um die 3 Module in Form des Europlatinenformat (100x160mm) standesgemäß unterzubringen entschieden wir uns für ein zusammenbaubares Aluminiumgehäuse von Schroff.

Dabei konnten wir weitgehend auf bereits im Institut vorhandene Einzelteile zurückgreifen.

Lediglich die Modulschienen mussten angepasst werden um die benötigte Frontplattenbreite von 40 TE zu erhalten.

Jede Platine ist an der Frontplatte über einen Leiterplattenhalter angeschraubt und wird von je einer Führungsschiene oben und einer Führungsschiene unten beim Einschieben in das Gehäuse gehalten.

Der Datenbus mit den zugehörigen 3 Federleisten für die einsteckbaren Leiterkarten befindet sich auf einer separaten Platine, welche an den hinteren Modulschienen befestigt ist.

Regler, Schalter, Buchsen und Dioden befinden sich gemäß beiliegender Zeichnung auf den Frontplatten der Module.

Der Akku wird über das hintere Abdeckblech entnommen bzw. ausgetauscht, dazu müssen 2 Schrauben gelöst werden.

Das Tragen des Gehäuses ist durch zwei in den Seitenwänden integrierte Griffe oder über den an den Griffen angebrachten Tragegurt möglich. Der Tragegurt ist in seiner Länge verstellbar.

Die für das hier verwendete Gehäuse benötigten Bauteile sind bei Schroff nicht mehr erhältlich, da es sich um eine ausgelaufene Serie handelt.

Daher sind in der Liste nur die aktuell erhältlichen Bauteile aufgelistet, welche den verwendeten Bauteilen entsprechen und nur leicht durch die äußere Form abweichen.

Eine Abweichung ergibt sich außerdem in der Gehäusebreite, so ist das alte Gehäuse 40 TE breit während das Gehäuse nach der Bauteileliste 42 TE breit ist.

Abschlussbemerkung

„Ein konkretes Produkt zu schaffen durch Gruppenarbeit ist das Ziel des unseren Labors, vorher habe ich nur etwas über Theorie gelernt und dazu gerechnet, aber in Wirklichkeit eine Sache wie unserer Metallsucher zu bau ist gar nicht einfach, besonders die Schaltung zu konstruieren, es besteht aus viel Gedanken, Umwurf, Ausprobe. Dadurch habe ich Vielmehr gelernt, die in der Vorlesung gar nicht vorkommen könnte.“ Yong Yu über das Projektlabor

Ich habe alle Mitglieder meiner Gruppe gebeten, mir mitzuteilen, wie sie dieses Labor empfunden haben, positive und negative Aspekte aufzuzeigen.

Man kann denke ich sagen, dass es alle als positiv empfunden haben, mit anderen Studenten als Team zusammenzuarbeiten. Natürlich gibt es in einer Gruppe immer Leute die sich mehr engagieren als andere und wir haben gemerkt, dass es auch zu den Aufgaben einer Gruppe gehört alle mit einzubinden. Sei es mehr Rücksicht auf die ausländischen Gruppenmitglieder zu nehmen, indem man langsamer spricht, oder auch Aufgaben zu verteilen, wenn jemand nicht sieht, was als nächstes zu tun ist. All dieses ist uns nicht immer gut gelungen.

Teilweise unterschieden sich die Voraussetzungen, die jeder mitbrachte, sehr stark. Manche sind mehr theoretisch veranlagt, andere sind absolute Praktiker. Auch dieses galt es unter einen Hut zu bringen. So wurde zum Beispiel von jemandem bemängelt, dass zu wenig theoretisches Wissen erarbeitet wurde. Dieses wurde im Allgemeinen durch Referate getan, welche jeder gehalten hat. Als sehr gut wurde empfunden, dass die Referate hinterher von allen gewertet wurden. So bekam man gleich Anregungen, was beim nächsten Mal zu verbessern wäre.

Viele Mitglieder unser Gruppe haben einen Großteil ihrer Freizeit in dieses Projekt gesteckt und auch unser Betreuer Stefan ist nicht nur am Mittwoch noch lange mit uns im Labor geblieben. Letztlich hoffe ich, dass es trotz der vielen Arbeit für alle eine schöne Zeit war.

Bauteilleiste:

Quarz-Schwingkreis:

Stückzahl	Wert	Bezeichnung	Toleranz	Grid in mm	Conrad Bestellnummer	Preis bei Conrad in €
1	100kHz	Quarz		2,54	168475-77	3,66
1	10MΩ	0,6W Metallschichtwiderstand Bauform 0207	1%	10,16	420450-77	0,11
1	220pF	Keramik Scheibenkondensator, 500V	10%	5,08	451762-77	0,18
1	470pF	Keramik Scheibenkondensator, 500V	10%	5,08	451789-77	0,18
1	47nF	Keramik –Vielschicht – Kondensator, 50V	20%	5,08	453080-77	0,24
1	CD4011	IC (NAND)				0,35 (S)
3	1N4007	Universal – Silizium – Dioden, Spg. 100V		10,16	162272-77	0,10

(S) – Preis bei Segor

LC-Schwingkreis:

Stückzahl	Wert	Bezeichnung	Toleranz	Grid in mm	Conrad Bestellnummer	Preis bei Conrad in €
1	560Ω	0,6W Metallschichtwiderstand Bauform 0207	1%	(10,16)	418226-77	0,11
1	680Ω	0,6W Metallschichtwiderstand Bauform 0207	1%	(10,16)	418234-77	0,11
1	2,0kΩ	0,6W Metallschichtwiderstand Bauform 0207	1%	(10,16)	420778-77	0,11
1	3,3kΩ	0,6W Metallschichtwiderstand Bauform 0207	1%	(10,16)	418315-77	0,11
1	220kΩ	0,6W Metallschichtwiderstand Bauform 0207	1%	(10,16)	418536-77	0,11
1	3,3nF	Keramik Scheibenkondensator, 500V	20%	5,08	451835-77	0,21
1	10nF	MKT (MKH), -55°C - 100°C, 100 – 400V	10%	7,62	460850-77	0,23
1	22nF	MKT (MKH), -55°C - 100°C, 100 – 400V	10%	7,62	460893-77	0,23
1	47nF	MKT (MKH), -55°C - 100°C, 100 – 400V	10%	7,62	460931-77	0,23
1	100nF	MKT (MKH), -55°C - 100°C, 100 – 400V	10%	7,62	461024-77	0,23
1	BS 250	DMOS			158968-77	0,79

1	BC414C	Transistor npn, 50V, 0,1A, 0,1W (nicht mehr lieferbar)						
2	BB109G	Kapazitätsdiode VHF, 4,3 – 32pF, 30V (Auslauftyp)						1,90 (S)
1		10-Gang-Wendel-Präzisions-Drehpotentiometer, Tap 534					429317-77	9,18
4		Lötstützpunkt, 1mm						
1	2-polig	Platinensteckverbinder mit Verpolungsschutz und Verriegelung, 250V, 2A						
1	4-polig	Platinensteckverbinder mit Verpolungsschutz und Verriegelung, 250V, 2A						

(S) – Preis bei Segor

Stückzahl	Beschreibung	Conrad Bestellnummer	Preis
2	Photopositiv-Platine, 100 x 160 x 1,5 einseitig, 35µ		2,00 (S)
3	Steckverbinder DIN 41617, Messerleiste 13-polig	740527-77	1,02
3	Steckverbinder DIN 41617, Federleiste 13-polig	740594-77	1,35

(S) – Preis bei Segor

Bauteileliste für Gehäuse

Produktname: europac PRO-Light

Benötigte Anzahl: 1

Höhe	3HE
Kartentiefe	160
Breite	42TE
Stabilität	bis 7,5kg
Griff	Ja
Rückwand	Ja
Abdeckblech	Ja
Seitenwandtiefe	235
BGT Ausbau	Ein-/Aushängegriffe
Kartensicherung	select
ESD Clip	Ja
Bachplane	Steckverbindung
Lieferung	In Einzelteilen
Anzahl Karten	3

Stückzahl	Bezeichnung	Schroff Bestellnummer
2	Frontgriff natur eloxiert	10501005
1	Senkschr.m.kr.m5x12 100st.	21100234
2	x19" Winkel 3he m gr	34560198
2	xseitenw f 3he 235t	34560187
1	Teilfrontpl.3he 42te el/chr	30838081
1	Nippel Kunststf.grau 100s	21100464
1	Halsschr.m.kr.m2,5 ni. 100st.	21101101
3	xmodulsch. vorne 42te lkd	34560142
1	xnts ms linshr.m4x14 100st.	24560130
4	xgewindestreifen 42 te m2,5	34561342
1	fixierstift m 2,5 x9 100st.	21101359
6	xfuehrungssch. kod. 160t	64560089
1	xmodulsch.vorne 42te hld	34560342
1	xabdeckblech emc 42te 235t	24560032
1	xesdclip fuehrungssch 50st	24560255
2	xmodulsch hinten 42te lmz	34560842

Produktname: Steckbaugruppen
Benötigte Anzahl: 3

Griffausführung	Ein-/Aus.gr
Höhe	3HE
Breite	12TE
Grifffarbe	grau
Griffform	iel

Stückzahl	Bezeichnung	Schroff Bestellnummer
3	frontplatte 3he 12te iel	30848335
1	nippel kunststf.grau 100s	21100464
1	halsschr.m.kr.m2,5 ni. 100st.	21101101
1	lin.senkschr.m2,5x8 100s	21100429
3	leiterpl.halter dg	60807181
1	ielgriff unten gr/sw 10st.	20817620

Produktname: Teilfrontplatten
Benötigte Anzahl: 1

Höhe	3HE
Breite	6TE

Stückzahl	Bezeichnung	Schroff Bestellnummer
1	teilfrontpl.3he 6te el/chr	30838045
1	nippel kunststf.grau 100s	21100464
1	halsschr.m.kr.m2,5 ni.100st.	21101101

Stecker und Kabel

Stückzahl	Bezeichnung	Conrad Bestellnummer
3m	Mikrofonkabel	606740-77
1	XLR-Buchse	737963-77
1	XLR-Stecker	737730-77
2	Lamellenstecker-schwarz	743402-77
4	Printbuchse	743496-77

Bis auf Stecker und Kabel wurden sämtliche Bauteile bezogen von

Schroff GmbH

Langenalber Straße 96-100

75334 Straubenhardt

Tel.: 07082 794-0

Fax: 07082 794-200

E-Mail: info@schroff.de