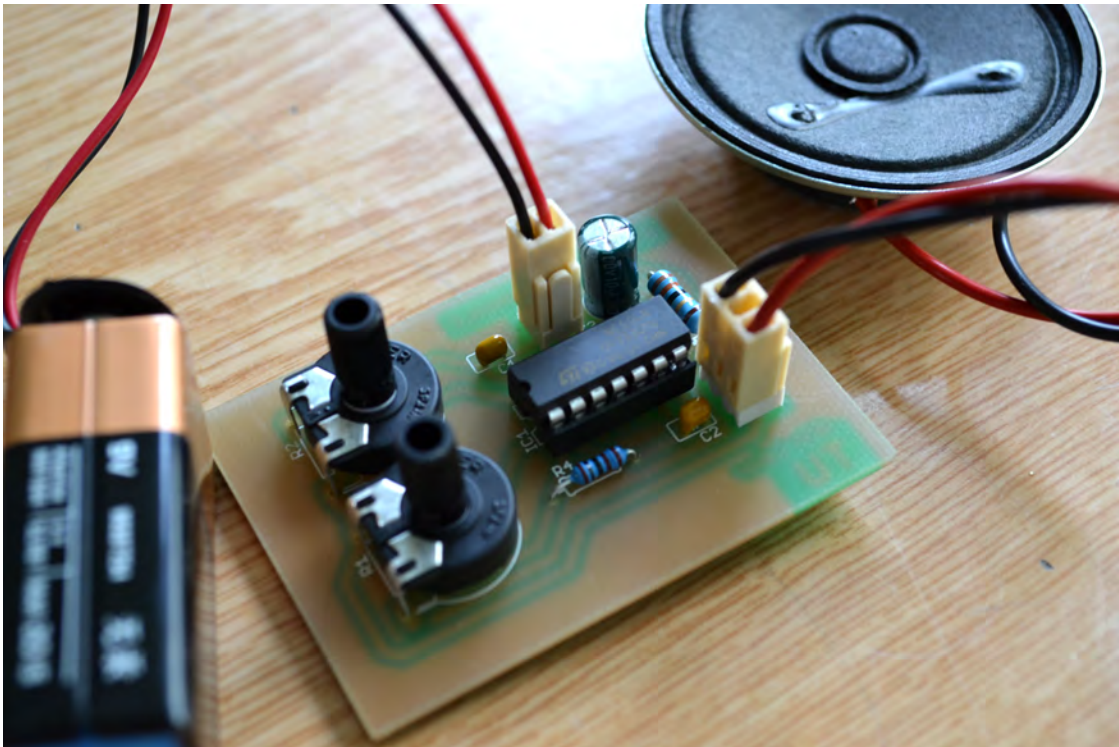


Projekt:
Atari Punk Console
Der Mini-Synthesizer



Handout zum Projekt:

Atari Punk Console Der Mini-Synthesizer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Elektrotechnik: Grundlagen	1
3	Der Synthesizer	5
4	Der Lautsprecher	7
5	Die Schaltung	8
6	Das Löten der eigenen Schaltung	10

1 Einleitung

Die Atari Punk Console basiert auf einer Schaltung von Forrest M. Mims III, die in seinem Elektronik-Lehrheft „Engineer’s Notebook: Integrated Circuit Applications“ 1980 zum ersten Mal veröffentlicht wurde. Sie ist eine einfache, kleine Schaltung, die Neugierde auf eigenes Basteln an elektrischen Schaltungen wecken soll. Der Name „Atari Punk Console“ wurde ihr erst später gegeben, in Anlehnung an die Klänge der Atari-Computer aus den 80ern.

2 Elektrotechnik: Grundlagen

Die Elektrotechnik findet man an jeder Straßenecke. Überall blinkt es, große Leuchttafeln erzählen uns, was wir als nächstes kaufen sollen und zu Hause flimmern im Fernseher die neuesten Nachrichten vor sich hin. Aber auch in der Natur finden wir die Elektrotechnik: wenn die grauen, dunklen Wolken am Himmel ihre Blitze zucken lassen.

Richtig, ein Blitz ist reine Elektrizität. Die Elektrotechnik hat sich zur Aufgabe gemacht, die Elektrizität näher zu erforschen und dessen Auswirkungen zum Wohle der Menschheit einzusetzen. Wir lassen damit Lampen leuchten, Motoren drehen oder Musik erklingen.



WICHTIG

Die Elektrotechnik beschäftigt sich mit der Änderung von Strom und Spannung.

Aber was ist Strom und was ist Spannung?

Strom Wenn man von einer „Strömung im Fluss“ spricht, weiß jeder, was damit gemeint ist. Wenn ein Fluss schnell fließt, dann hat er eine hohe Strömung. Das gleiche gibt es in der Elektrotechnik. Statt Wasser haben wir ganz kleine Teilchen, die sich in einem Draht bewegen. Wir nennen diese Teilchen Ladungsträger.

WICHTIG

Wenn sich in der Elektrotechnik Ladungsträger bewegen, spricht man von einem Strom.

Formelzeichen: I für die Stromstärke Einheit: A zum Andenken an den Physiker *André Marie Ampère*, gesprochen „Amper“

Spannung Wie fließt ein Fluss? Natürlich nur bergab, denn an dem Wasser zieht eine Kraft. Die Kraft ist die Anziehungskraft der Erde. Alles will nach unten, ein Apfel, den ich fallen lasse oder das Wasser, welches bergab fließt. In der Elektrotechnik gibt es ebenfalls so eine Kraft, diese nennen wir Spannung. Und wenn wir eine Spannung anlegen, dann bewegen sich Ladungsträger, also fließt ein Strom.

WICHTIG

Eine Spannung ist eine Kraft, die Ladungsträger in Bewegung setzt.

Formelzeichen: U

Einheit: V zum Andenken an den Physiker *Alessandro Volta*, gesprochen „Volt“.

In der Elektrotechnik gibt es Schaltungssymbole, damit jeder elektrotechnisch Begeisterte auf der Welt weiß, was man in einer Schaltung meint. Hier das Symbol für eine Spannungsquelle:

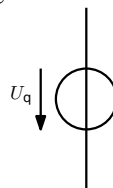


Abbildung 2.1 Schaltungssymbol für Spannungsquelle

Wir haben Spannung und Strom kennengelernt. Jetzt brauchen wir noch die Werkzeuge, die es uns ermöglichen Strom und Spannung zu ändern.

Widerstand Widerstand ist, wenn man sich gegen etwas wehrt! Das Bauelement *Widerstand* macht dies auch, es "wehrt sich" gegen den Stromfluss. Um es sich bildlich vorzustellen, nehmen wir einen Wasserschlauch. Das Wasser ist wieder unsere Wolke aus Ladungsträgern und die

Pumpe erzeugt eine Kraft, wie die Anziehungskraft, welche an dem Fluss zieht, also eine Spannung. Das Wasser sprudelt ungehindert aus dem Schlauch. Jetzt stellen wir uns vor, wir stellen uns auf den Schlauch!

Das Wasser hört sofort auf zu fließen. Nehmen wir den Fuß langsam runter, läuft das Wasser erst langsam und dann immer schneller! Der Fuß stellt ein Widerstand für das Wasser dar.

WICHTIG

Je höher der Widerstand ist, desto mehr Spannung brauchen wir, um einen bestimmten Strom hindurch fließen zu lassen.

Formelzeichen: R

Einheit: Ω , gesprochen „Ohm“ (zum Andenken an den Physiker *Georg Simon Ohm*)

Zwischen Strom, Spannung und Widerstand gibt es einen Zusammenhang: das *Ohm'sche Gesetz*, das besagt, dass sich Strom und Spannung immer in einem Verhältnis ändern. Dieses Verhältnis ist der Widerstand R . Es gilt also: $R = \frac{U}{I}$.



Abbildung 2: Widerstand: Bauelement (links) und Schaltungssymbol (rechts)

Um den Wert eines Widerstands abzulesen, muss man die Farben der aufgedruckten Ringe (siehe [Abbildung 3](#)) interpretieren. Es gibt meistens vier oder fünf Ringe. Bei vier Ringen entsprechen die ersten beiden Ziffern dem Zahlenwert, der dritte steht für einen Multiplikator, mit dem der Zahlenwert multipliziert wird und der letzte Ring gibt die Herstellungstoleranz an. Bei 5 Ringen ist es ähnlich.













Farbe	1. + 2. (+ 3.) Ring	3 (4.) Ring (Multiplikator)	4. (5.) Ring (Toleranz)	
	Gold.	-	0,1Ω	5%
	Silber	-	0.01Ω	10%
	Schwarz	0	1Ω	-
	Braun	1	10Ω	1%
	Rot	2	100Ω	2%
	Orange	3	1kΩ	-
	Gelb	4	10kΩ	-
	Grün	5	100kΩ	0.5%
	Blau	6	1MΩ	0.25%
	Violett	7	10MΩ	0.1%
	Grau	8	-	-
	Weiß	9	-	-

Abbildung 3: Farbcode von Widerständen

Extrem wichtig !!! Elektroniker sind faul. Sie haben sich angewöhnt, bei sehr großen Zahlen nicht immer alle Stellen auszuschreiben, sondern sie mit Buchstaben abzukürzen. Dabei gibt es für jeweils einen Faktor von tausend einen anderen Buchstaben. Statt 120000Ω würde man einfach $120k\Omega$ schreiben, wobei k für *kilo* steht und “*tausend mal so viel*” bedeutet, so wie bei 1 kg (*Kilogramm*) = 1000 g . Es ist in einer Schaltung natürlich nicht egal, ob der Widerstand (oder ein beliebiges anderes Bauelement) plötzlich um den Faktor 1000 größer oder kleiner ist! Ein vergessenes oder überlesenes k oder M ist häufig der Grund dafür, warum die aufgebaute Schaltung nicht das tut, was sie tun soll.

Potenz	Faktor	Abkürzung
10^6	1000000	M (<i>Mega</i>)
10^3	1000	k (<i>Kilo</i>)
10^0	1	-
10^{-3}	0.001	m (<i>Milli</i>)
10^{-6}	0.000001	μ (<i>Mikro</i>)
10^{-9}	0.000000001	n (<i>Nano</i>)

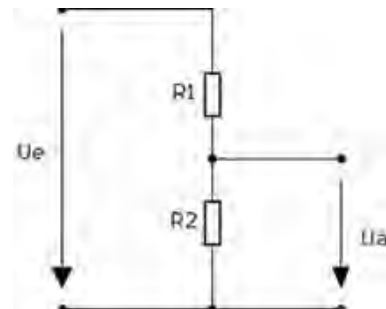
Potentiometer (regelbarer Widerstand)



Ein Potentiometer, auch kurz als Poti bezeichnet, ist ein stetig regelbarer *Spannungsteiler*. Es besteht aus einem Träger, auf dem ein Widerstandsmaterial aufgebracht ist und einem beweglichen Schleifkontakt, der den Gesamtwiderstand elektrisch in zwei Teilwiderstände teilt.

Ein Spannungsteiler teilt, wie der Name schon sagt, die Spannung auf. Man kann ganz unterschiedliche Spannungsteiler benutzen, aber der Standardaufbau besteht aus zwei hintereinander geschalteten Widerständen R_1 und R_2 . Die Eingangsspannung U_e wird an die Gesamtschaltung angelegt, die Ausgangsspannung U_a nur an einem der Widerstände, im Bild R_2 , abgegriffen. Dann gilt für diesen speziellen Spannungsteiler die Spannungsteilerformel:

$$U_a = U_e * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



Etwas allgemeiner gefasst besagt die Spannungsteilerregel folgendes: In einer Reihenschaltung sind die Spannungsabfälle proportional zu den Widerständen, an denen sie abfallen. Bei einem einstellbaren Widerstand (Potentiometer) kann der Abgriff für U_a auf einem durchgehenden Widerstandskörper verschoben werden, d. h. das Teilungsverhältnis ist dann variabel.

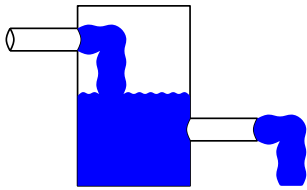
Kondensator Der Kondensator gehört zu den passiven Bauelementen. Er ist ein elektrisches Bauelement zur Speicherung elektrischer Ladung. Ein Kondensator besteht aus zwei leitenden, voneinander isolierten Flächen, beispielsweise Metallplatten oder -folien. Die Kapazität eines Kondensators ist ein Maß für die Ladung, die er bei einer bestimmten angelegten Spannung speichern kann.

WICHTIG

Ein Kondensator speichert Ladungsträger.

Formelzeichen: C

Einheit: F zum Andenken an den Physiker *Michael Faraday*, gesprochen „Farad“



Vorstellen kann man sich die Kondensatoren als großes Wasserbecken. Auf der einen Seite fließt Wasser hinein und auf der anderen Seite fließt das Wasser heraus, beispielsweise in das städtische Wassernetz. Wenn nun mehr Wasser als gewöhnlich gebraucht wird, so kann man aus dem Wasserbecken kurzzeitig mehr Wasser entnehmen, ohne dass das Becken gleich austrocknet.

Das Gleiche ist in unserer Schaltung der Fall. Wenn die Batterien nicht genügend Ladungsträger liefern können, geben die Kondensatoren ihre gespeicherte Ladung ab.

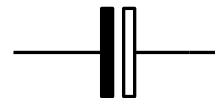


Abbildung 4: Kondensator: Bauelemente (links) und Schaltungssymbol (rechts)

3 Der Synthesizer

Im Gegensatz zu einem akustischen Instrument (z.B. Geige, Klavier) wird ein Ton bei einem Synthesizer auf elektronischem Weg erzeugt. Dazu braucht man einen Signalgenerator (auch Oszillator genannt), der eine Schwingung erzeugt. In Bild 5 siehst du wie ein einzelner tiefer Ton im Zeitverlauf aussieht. Er wird mathematisch durch die Sinusfunktion beschrieben und klingt ungefähr wie eine Stimmgabel.



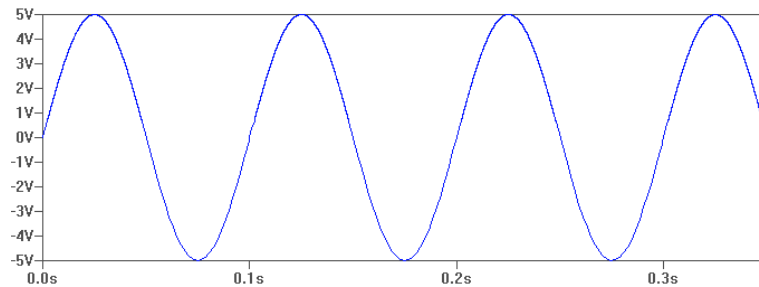


Abbildung 5: Ein einzelner Ton

Wie schnell diese Schwingung ist, bestimmt dann die Höhe des Tones. Die Schnelligkeit und somit Höhe eines Tones wird durch die Einheit Hertz ausgedrückt, die für 1/s also Schwingungen pro Sekunde steht. Vergleichen wir den Kammerton das „eingestrichene“ a (440 Hz → 440 Schwingungen pro Sekunde) mit dem kleinen a (220 Hz → 220 Schwingungen pro Sekunde) eine Oktave tiefer: Bei einer Oktave schwingt der Ton genau halb so schnell bzw. je langsamer die Schwingung, desto tiefer der Ton.

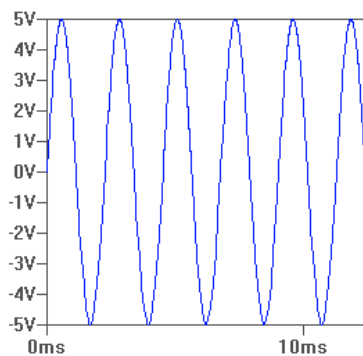


Abbildung 6: $a' = 440 \text{ Hz}$

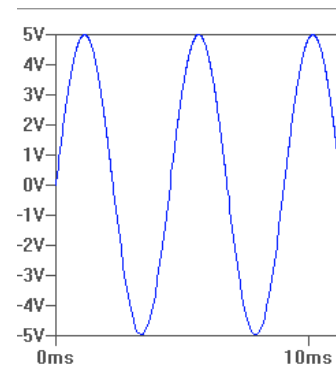


Abbildung 7: $a = 220 \text{ Hz}$

Doch wie kann man mit diesen Sinus-Signalen den Klang eines Instrumentes beschreiben? Wenn man z.B. auf einem Klavier einen einzelnen Ton spielt, dann klingt das doch ganz anders als ein Ton einer Stimmgabel!

Das liegt daran, dass bei einem einzelnen Ton eines Klaviers zusätzlich noch ganz leise weitere Töne erklingen. Dies ist bei allen Instrumenten so und je nachdem welche Töne dabei zu hören sind und wie laut diese sind, unterscheiden sich die Instrumente klanglich. Daher klingt ein „c“ auf einem Saxophon anderes als auf einer Geige, obwohl es doch der selbe Ton ist. Die zusätzlichen Töne nennt man Obertöne und diese sind immer Vielfache des eigentlichen Tons (auch Grundton genannt). Spielt ein Instrument ein Grundton mit der Frequenz 100Hz, können also auch die Obertöne 200 Hz, 300Hz, 400Hz usw. entstehen.

Um den Klang eines Synthesizers interessanter zu machen, werden deshalb auch obertonreiche Signale erzeugt. Basis dafür sind ein paar Signale, die mathematisch einfach zu beschreiben sind und elektrisch einfach erzeugt werden können.

Diese Signale heißen nach ihrem Zeitverlauf Rechteckschwingung, Dreieckssignal und Sägezahn und sind dir von ihrem Klang in vielen Musikproduktionen bestimmt schon aufgefallen.

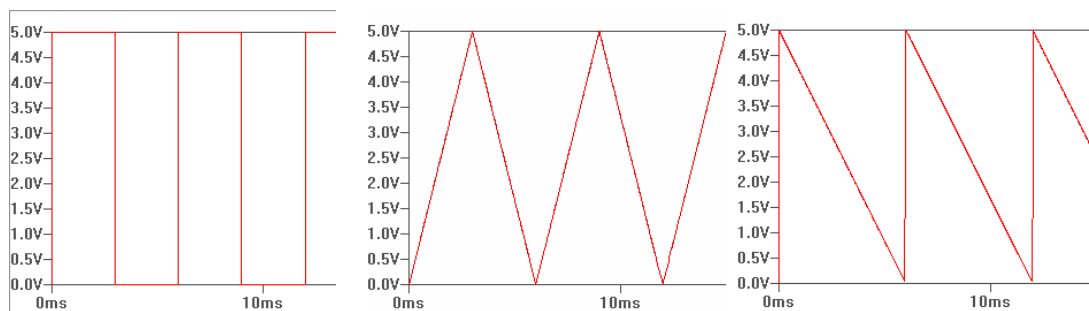


Abbildung 8: Rechteckschwingung

Abbildung 9: Dreieckssignal

Abbildung 10: Sägezahnsignal

Genauso wie die reine Sinusschwingung kommen diese Signale nicht in der Natur vor. Aber Rechtecksignale werden z.B. gerne als Signaltöne für elektrische Geräte eingesetzt.

Darüberhinaus wird noch weiter am Klang des Synthesizers manipuliert. So können Effekte hinzugefügt werden, wie Echo oder Hall oder die Verteilung von Höhen und Bässen durch sogenannte Filter beeinflusst werden.

4 Der Lautsprecher

Jetzt erzeugt unser Synthesizer schon Klänge, aber um diese hören zu können, muss ein Lautsprecher angeschlossen werden.

Der Lautsprecher setzt das Signal des Synthesizers (Stromsignal) in eine Schwingung einer Membran um, die bei einem Sinus-Signal sich auch genauso nach vorne und hinten bewegt, wie diese Schwingung positiv und negativ wird.

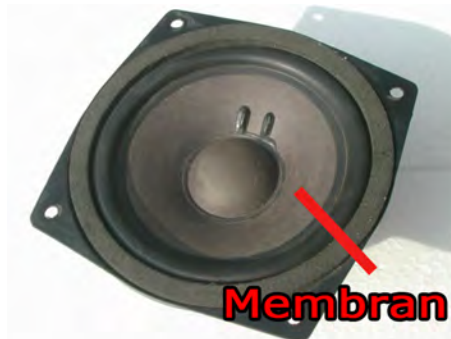


Abbildung 11: Membran eines Lautsprechers

Diese Bewegung der Membran regt die Luftteilchen in der Nähe an und diese Bewegung der Luftteilchen bringt wiederum unser Trommelfell zum Schwingen. Dieses Signal wird in unserem Ohr zuerst mechanisch durch die Gehörknöchelchen übertragen und schließlich durch winzig kleine Härchen im Ohr als Nervensignal an unser Gehirn weitergegeben.

5 Die Schaltung

Die Atari Punk Console arbeitet mit zwei Signalgeneratoren (Oszillatoren), die sich im integrierten Schaltkreis NE556 befinden. Dieser NE556 besteht eigentlich aus zwei einzelnen NE555-Chips, die in einem Gehäuse zusammengefasst sind und beide als Oszillatoren arbeiten können.

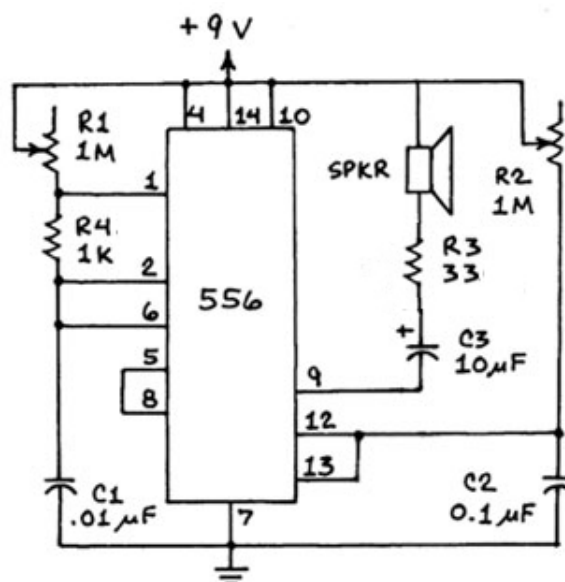


Abbildung 12: Schaltplan

Der erste Oszillator ist ein sogenannter astabiler Oszillator, der immer zwischen zwei Zuständen HI und LOW (z.B. 9V und 0V) wechselt, was genau eine Rechteckschwingung ergibt. Mit dem regelbaren Widerstand (Potentiometer oder auch Poti genannt) R1 kann die Frequenz des ersten Oszillators verändert werden, das Poti nimmt dabei Werte von 0 bis 1 Megohm an.

Als Besonderheit wird hier nur die Länge des HI-Wertes verändert, was sich klanglich aber ähnlich verhält wie eine Frequenzänderung, die sowohl HI als auch LOW betrifft. In den Bildern 13 und 14 sind dabei die Ausgangssignale des Oszillators für Potentiometerwerte 1 kOhm und 10 kOhm dargestellt.

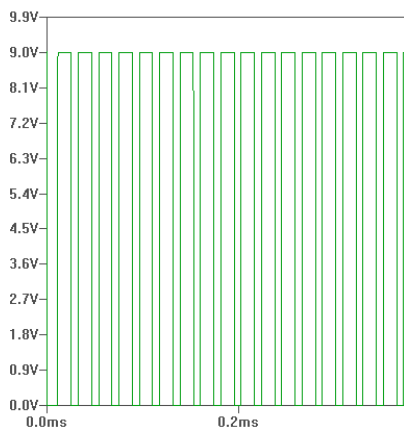


Abbildung 13: Poti bei 1 kOhm

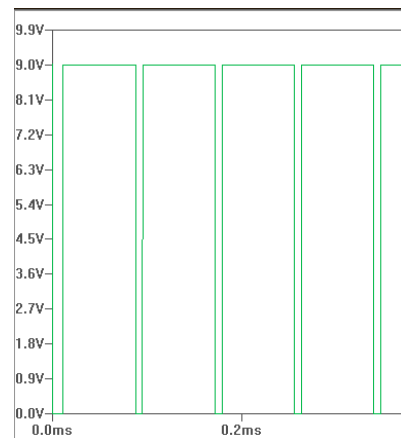


Abbildung 14: Poti bei 10 kOhm

Wir erkennen: Je größer der Widerstandswert von R1, desto größer ist die Frequenz, also desto höher wird der Ton.

Der zweite Oszillator funktioniert als monostabiler Oszillator, er springt also immer wieder in den Ursprungszustand zurück, wodurch sich ein einzelner Rechteckpuls ergibt. Die beiden Oszillatoren werden nun so betrieben, dass der zweite Oszillator das Ausgangssignal des ersten Oszillators als Eingangssignal bekommt.

Dabei wird ein Rechteckpuls abgegeben, gerade wenn der erste Oszillator von HI auf LOW springt. Zur Übersichtlichkeit sind beide Ausgänge verschoben übereinander dargestellt: rot ist der Ausgang des ersten Oszillators für Potistellung R1 = 10 kOhm und in blau ist der Ausgang des zweiten Oszillators und somit der Ausgang der gesamten Schaltung für R2 = 500 Ohm.

Mit dem zweiten Poti R2 kann nämlich die Länge des Pulses eingestellt werden. Man kann sehen, dass der Ausgang die selbe Frequenz wie die Rechteckschwingung aus dem ersten Oszillator hat.

Wird die Länge des Rechteckpulses vergrößert, ändert sich auch die Frequenz des Ausgangssignals. Sie wird verdoppelt, springt also um eine Oktave nach unten.

Wird der Puls noch länger, springt der Ausgang wieder um eine Oktave. Dies kannst du auch gut

hören, wenn du an den Potis drehst!

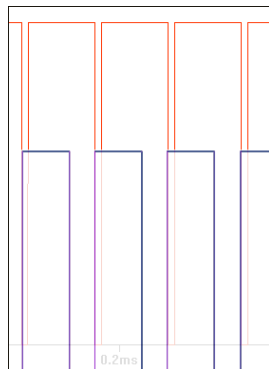


Abbildung 15: Ausgang für R2 = 500 Ohm

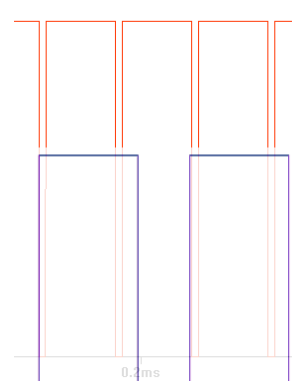


Abbildung 16: Ausgang für R2 = 1 kOhm

6 Das Löten der eigenen Schaltung

Der Schaltplan reicht noch nicht, um zu erfahren, an welche Stelle nun das erste Bauteil kommt. Dazu braucht man den sogenannten „Bestückungsplan“. Auf diesem sieht man die Platine, wie sie nun auch vor dir liegt mit den Bauteilen an der richtigen Stelle. Als Hilfestellung sind die Namen der Bauteile auch noch auf die Platine gedruckt.

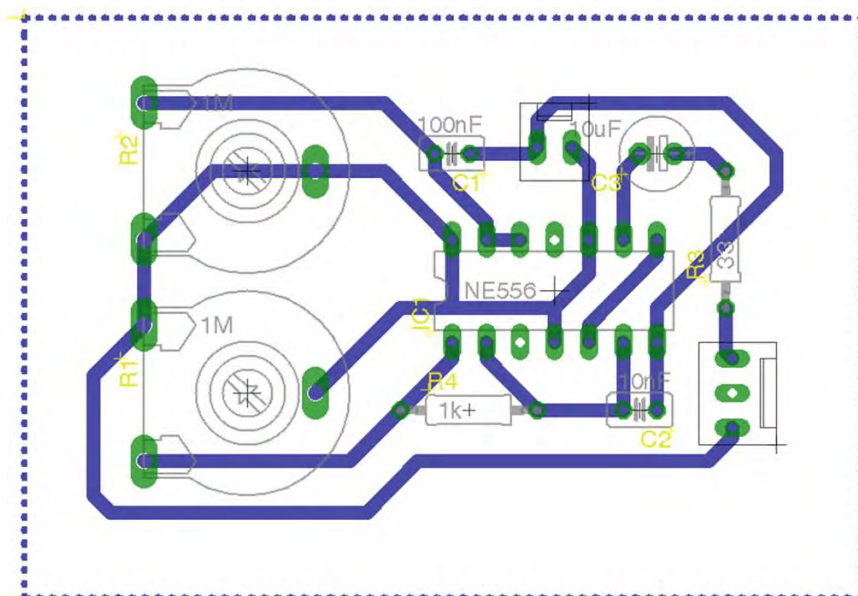
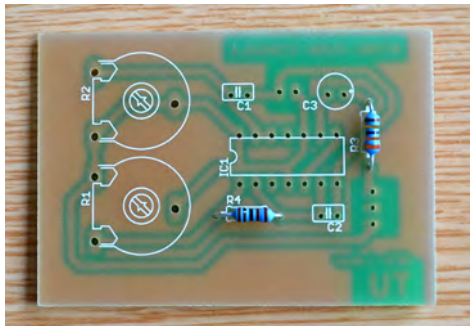


Abbildung 17: Bestückungsplan

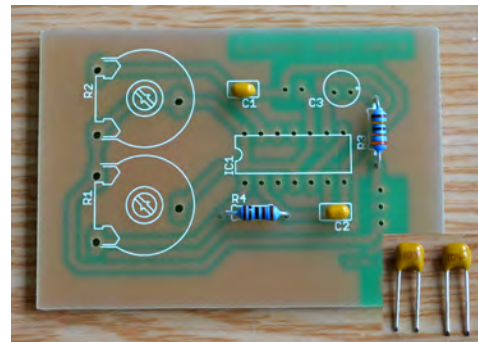
Nun kann gelötet werden! Jedoch ist es sinnvoll hier auch eine gewisse Reihenfolge einzuhalten.

So lötet man z.B. als erstes die kleinen Bauteile ein, die später von den großen Bauteilen versperrt sein werden. Außerdem lötet man zuerst die Bauteile ein, die am meisten Hitze vertragen, sonst kann es passieren, dass ein Bauteil durch zu langes Löten kaputt geht.



1. Widerstände:

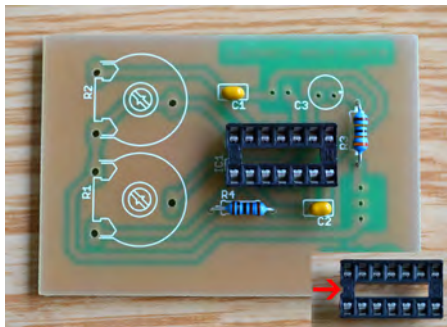
R3: 33 Ohm und R4: 1 kOhm



2. Vielschicht-Kondensatoren:

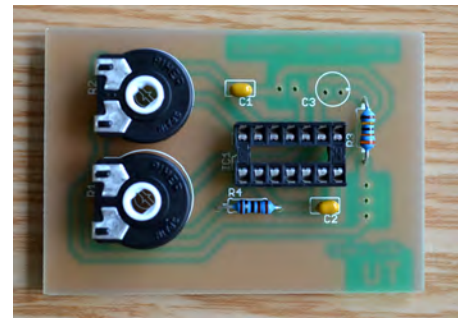
C1: 100nF und C2: 10nF

(Tipp zur Kennzeichnung: 100nF = 104, 10nF = 103, für 100nF = $10 \cdot 10^4$ pF)



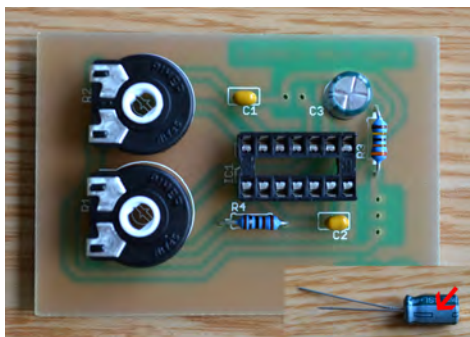
3. 14-poliger Sockel für NE556

Vorsicht bei der Richtung! Auf Kerbe achten!



4. Potentiometer:

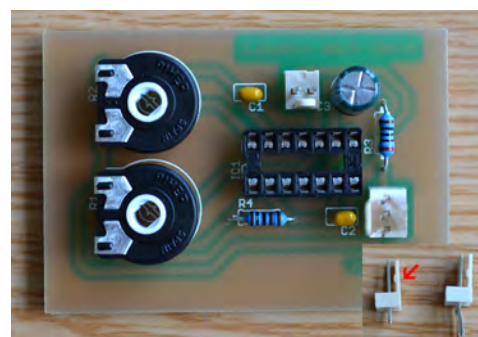
R1: 1MOhm und R2: 1MOhm



5. Elektrolyt-Kondensator (ELKO):

C3: 10uF

Vorsicht bei der Richtung! Ein Minus ist auf dem Bauteil aufgedruckt.

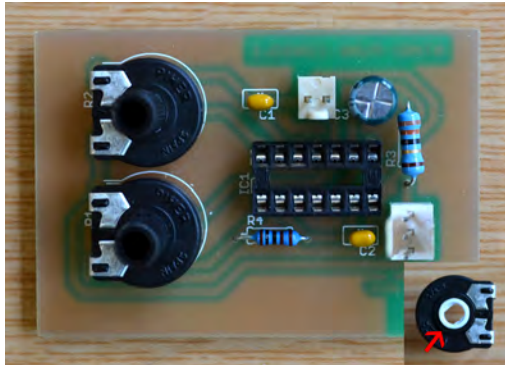


6. Platinenstecker:

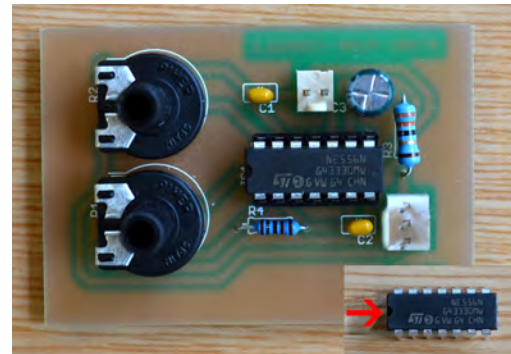
S1: zweipoliger Stecker für Batterie

S2: dreipoliger Stecker für Lautsprecher

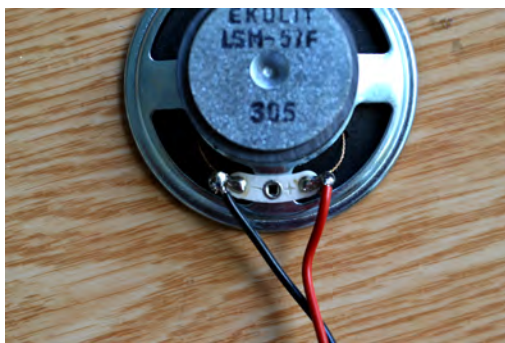
Vorsicht bei der Richtung!



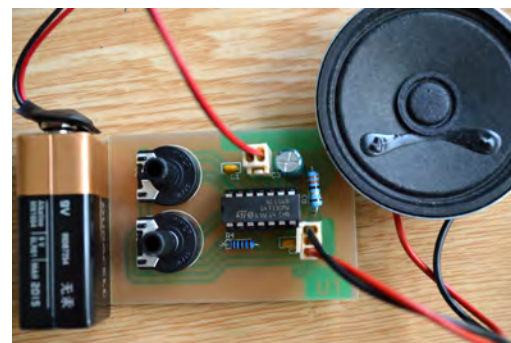
7. Potiachsen in Potis stecken:
Ovale Form der Achsen und der Bauteilöffnung beachten!



8. NE556 auf Sockel stecken:
Vorsicht bei der Richtung! Auf Kerbe achten!



9. Kabel mit Platinensteckerbuchse an Lautsprecher löten:
Das braune Kabel wird nicht benötigt, einfach kurz über der Buchse abknipsen!
Rot an +, Schwarz an –



8. Batterie und Lautsprecher mit Kabeln mit der Platine verbinden:
Fertig!

Bildverzeichnis

Bild Synthesizer, Seite 6: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moog_Modular_55_img2.jpg#mediaviewer/File:Moog_Modular_55_img2.jpg

Bild 11 (Membran), Seite 8: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Konuslautsprecher.jpg>