

FUNKTIONSWEISE UND EXPERIMENTE

Im Folgenden wird eine Schaltung für Experimente zur *Sichtbarmachung von Schall* beschrieben (Abb.1).

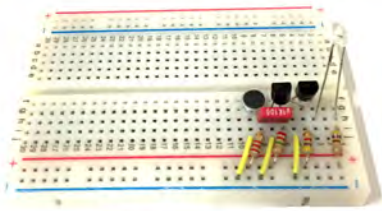


Abbildung 1 – fertige Schaltung

Schaltung

Es handelt sich um eine einfache Verstärkerschaltung. Die LED leuchtet, wenn die Schallintensität am Mikrofon einen Grenzwert überschreitet. Mit Hilfe der Schaltung sind z.B. Experimente zur Sichtbarmachung der konstruktiven bzw. destruktiven Interferenz eines Signals aus zwei Schallquellen möglich (s. Experimente). Die Effekte sind abhängig vom Standpunkt auch gut hörbar, allerdings ist das menschliche Gehör (vor allem bei mehreren Schülerinnen und Schülern) nicht (so einfach) frei im Raum positionierbar. Die Schaltung bietet somit die Möglichkeit, in Demonstrations- und Schülerversuchen die Effekte qualitativ und quantitativ zu behandeln.

Die Empfindlichkeit der Schaltung kann durch Variation des 2,2 MΩ Widerstandes, der den 1. Transistor zusammen mit dem Mikrofonssignal durch den 2. Transistor durchsteuert, eingestellt werden (bei 1 MΩ ist das Mikrofon bspw. sehr unempfindlich).

Experiment 1

An den *Schnittpunkten von Vielfachen der Wellenlänge* eines Signals aus zwei Lautsprechern kann die *konstruktive Interferenz* durch „Abfahren“ des Schallraumes *sichtbar* gemacht werden (Abb.2).

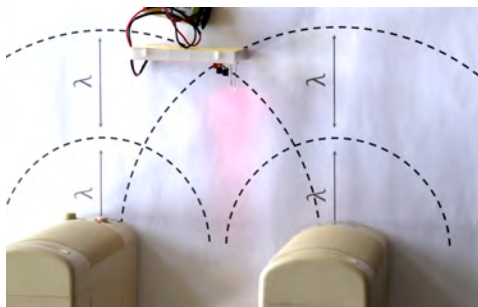


Abbildung 2 – Experiment 1 zur Interferenz

Experiment 2

Zwei Lautsprecher werden gegeneinander verschoben. Bei Abständen von *Vielfachen der Wellenlänge* des Signals kann die *konstruktive Interferenz* des Signals *sichtbar* gemacht werden (Abb.3).

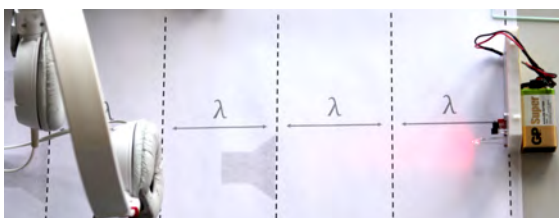


Abbildung 3 – Experiment 2 zur Interferenz

BAUTEILE UND HINWEISE

Die nachfolgend aufgelisteten Bauteile können bspw. bei *Conrad* und *Reichelt* bestellt werden.

Bauteile		Anzahl
Widerstände	2,2 kΩ	1
	2,2 MΩ	1
	470 Ω	1
	4,7 kΩ	1
Folienkondensator	0,1 μ F	1
Transistor BC 550C	BC550CG NPN T092 ONS (z.B. Conrad: 155071)	2
Mikrofonkapsel	KPCM-G60H15 PC33-44DB-1177 (z.B. Conrad) 710626 - 62	1
LED	LED ROT 3MM L-7104SEC-J3 (z.B. Conrad: 105447)	1
Steckbrett (ggf. auch ohne Spannungsleiste)		1
Steckbrücken		diverse
Batterieclip + Batterie (9V)		1
Biegehilfe/Biegeleere, Zange/Pinzette, Kleber		optional

Mögliche Fehlerquellen

- LED, Kondensator, Mikrofon oder Batterie sind verpolt.
- Steckverbindungen (z.B. Kabelbrücken oder Mikrofon) sind nicht leitend (→ Bauteil entfernen und noch einmal (tiefer) einstecken).

Hinweise zu den Experimenten

- Die Wellenlänge λ ergibt sich aus dem Zusammenhang zwischen der (Schall-)Geschwindigkeit c (in Luft unter Normalbedingungen ca. 343 m/s) und der Frequenz f .

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

So hat bspw. ein Schallsignal mit der Frequenz von 4000 Hz eine Wellenlänge von etwa 8,6 cm.

- Anstelle eines Funktionsgenerators können auch Signale mittels MP3-Spielern oder Smartphones (Frequenzgenerator-Apps) sowie einfachen PC-Lautsprechern verwendet werden.
- Die Schaltungen sind recht geräuschempfindlich, sodass die LED bspw. auch schon bei Sprache aufleuchten kann. Erklärungen können daher oft nicht während des Experimentierens erfolgen.
- Die Lautstärke des Signals darf weder zu leise sein (kein Aufleuchten) noch zu laut (dauerleuchten) sein.

Tipps

- Kürzen Sie die Beine der Widerstände erst, wenn die Schaltung funktioniert.
- Das Mikrofon hat recht kurze Anschlüsse und kann sich daher lösen bzw. keinen Kontakt haben. Wenn die Schaltung funktionsfähig ist, können Sie es mit Klebstoff befestigen.
- Ob laut der Beschriftung der Spannungsleiste an den Steckbrettern + oder – an der Außenkante liegt, ist unterschiedlich und hat keinen Einfluss auf die Schaltung, solange die Polarität eingehalten wird. Es hilft beim Aufbauen der Schaltung aber, die durch die Leiste vorgegebene Konvention zu verwenden.

- Die Belegung von Basis, Emitter und Kollektor an Transistoren ist je nach Baureihe unterschiedlich und den jeweiligen Datenblättern zu entnehmen. Die Belegung der Transistoren, denen die Abbildungen dieser Anleitung zu Grunde liegen, sind dem Abschnitt zur Schaltung zu entnehmen
- Beachten Sie die innere Verschaltung von Steckbrettern: Die Spannungsleisten sind durchgängig verbunden, die übrigen Leisten jeweils zeilenweise bis zur Unterbrechung in der Mitte (Abb.4).

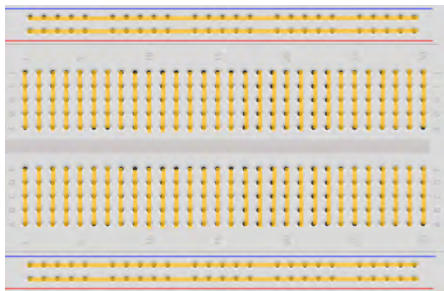


Abbildung 4 – Innere Verdrahtung eines Steckbrettes. Die ikonischen Abbildungen sind mit der Software Fritzing erstellt.

LITERATUREMPFEHLUNGEN

- REHWALD, EWA (2011). Unsichtbares sichtbar machen. In: Phyd-B., <http://www.phyd-B.de/index.php/phyd-B/article/view/280/332>
- KOCK, WINSTON E. (1974). Schall – sichtbar gemacht. Berlin: Springer.

BAUANLEITUNG SCHALTUNG

Setzen Sie die Schaltung zunächst wie auf der ersten Abbildung 5 zu sehen um (Widerstände, Kondensator, Steckbrücken, Mikrofon, LED). Nutzen Sie außerdem den Schaltplan sowie die Fotos.

Das Elektret-Kondensatormikrofon muss richtig herum gepolt werden. Der Plus-Pol ist durch einen Kreis auf der Unterseite markiert. Bei der LED muss das lange Bein (Anode) an Plus.

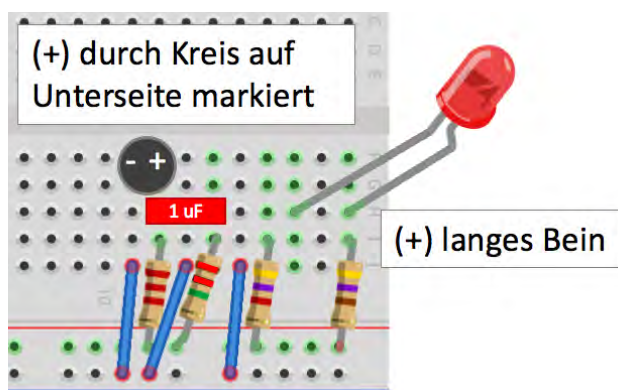


Abbildung 5 – Aufbau der Schaltung Schritt 1

In den nächsten beiden Schritten werden die Kondensatoren hinzugefügt. Diese Anleitung bezieht sich auf die in Abbildung 6 dargestellte Belegung der Transistoren. Bei anderen Belegungen des Transistors (s. jeweiliges Datenblatt) müssen Sie diesen gemäß Schaltplan (Abb.7) entsprechend einbauen (z.B. um 180° drehen).

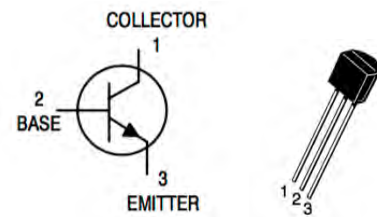


Abbildung 6 – Belegung des Transistors

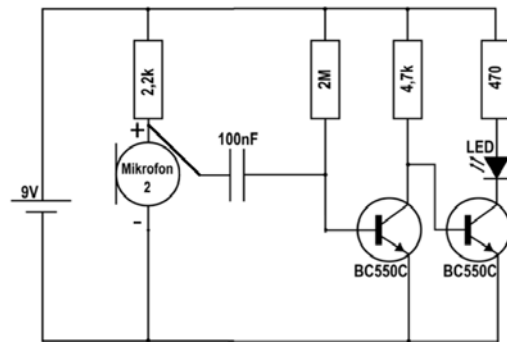


Abbildung 7 – Schaltplan

Fügen Sie nun den rechten der beiden Transistoren hinzu (s. Abb.8 links). Die flache Seite des Transistors zeigt auf den Abbildungen jeweils nach oben (also von den Widerständen weg). In Rot sind bereits die Steckverbindungen für den zweiten Transistor markiert.

Fügen Sie nun den zweiten Transistor an die Stellen mit den roten Kreisen ein. Sie müssen hierbei das rechte Bein etwas weiter weg biegen, wie in der Abbildung 8 rechts zu sehen.

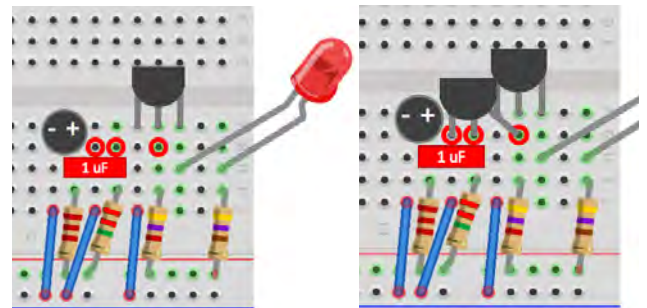


Abbildung 8 – Aufbau der Schaltung Schritt 2 (links) und 3 (rechts)

Wenn die Schaltung fertig aufgebaut ist (Abb. 9) schließen Sie den 9V Batterieclip an der Spannungsleiste an. Rot an Plus, Blau bzw. Schwarz an Masse. Die LED leuchtet jeweils kurz auf, wenn ein lautes Signal empfangen wird (bspw. Schnipsen/Klatschen). Kleben Sie ggf. das Mikrofon an.

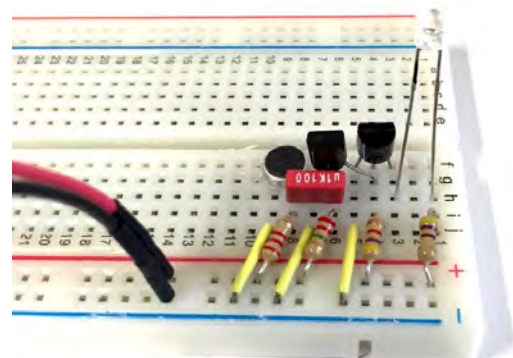


Abbildung 9 – Fertige Schaltung