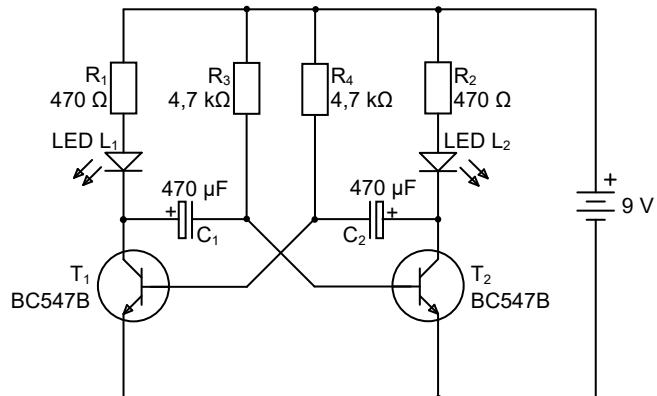


Im Folgenden wirst du den Transistor in Schaltungen kennenlernen, die zwei verschiedene Zustände annehmen können (sogenannte **Kippschaltungen** bzw. Kippstufen). Der Wechsel zwischen den Zuständen erfolgt sprunghaft. Durch die Verwendung von Kondensatoren, die entweder aufgeladen oder entladen werden, schaltet die sog. **astabile Kippstufe** periodisch zwischen zwei nichtstabilen Zuständen hin und her; sie findet zum Beispiel Verwendung als **Blinkgenerator**, Taktgeber oder in piezoelektrischen Schallgebern als **Tongenerator**.

Material 1 (Astabile Kippstufe als Blinkgenerator)

- 2 Transistoren BC547B (T_1 , T_2)
- 2 Widerstände 4,7 k Ω (R_3 , R_4)
- 2 LEDs (L_1 , L_2)
mit Vorwiderständen 470 Ω (R_1 , R_2)
- 2 Kondensatoren 470 μ F (C_1 , C_2)
- 1 Batterie 9 V mit Anschlussclip
- 1 Steckbrett („Breadboard“)
- etwas Draht



Aufbau, Durchführung 1

- Entwirf einen Steckplan für die obige Schaltung.
- Stecke die Schaltung nun auf einem Steckbrett zusammen. Achte genau auf die richtige Ausrichtung der LEDs, der Transistoren, der Kondensatoren und des Anschlussclips.
[Die Gehäuse von LED und Transistor sind an einer Seite abgeflacht (siehe auch *Hinweise*).]

Arbeitsaufträge 1

- (1) Schließe die Batterie an; beide LEDs leuchten abwechselnd.
Die Leuchtzeiten der LEDs werden durch die Aufladezeiten der Kondensatoren C_1 und C_2 beeinflusst; eine Auskunft hierüber geben die Zeitkonstanten $\tau_1 = C_1 \cdot R_3$ bzw. $\tau_2 = C_2 \cdot R_4$. τ hat die Einheit 1 s; prüfe dies nach.
[Hinweis: Wenn du die Leuchtzeiten durch Verändern der Kondensatorkapazitäten C_1 , C_2 bzw. der Widerstandswerte R_3 , R_4 ändern willst, beachte, dass R_3 (bzw. R_4) wenigstens zehnmal größer als R_1 (bzw. R_2) gewählt wird! Achtung: R_1 , R_2 unverändert lassen!]

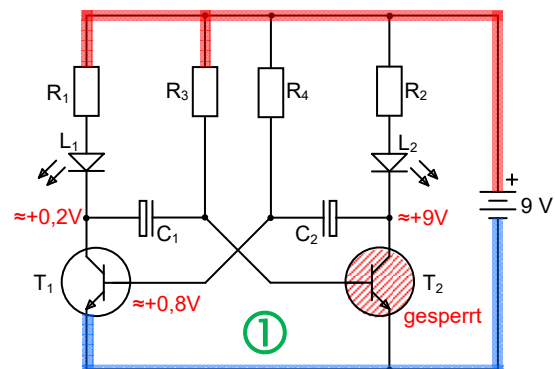
Die Schaltung nimmt zwei nichtstabile Zustände an, zwischen denen sie periodisch wechselt:
Zustand 1: L_1 leuchtet und L_2 leuchtet nicht. **Zustand 2:** L_2 leuchtet und L_1 leuchtet nicht.

Wir werden uns in einem ersten Schritt dem Verhalten der Schaltung annähern und nehmen an, dass sich die Schaltung beim Anschluss der Batterie im Zustand 1 befindet.

(2) Zustand 1 (T_1 durchgesteuert, T_2 gesperrt)

Die Potentialverhältnisse in der Schaltung sind beispielhaft nebenstehend angegeben.

- Begründe die Größenordnung der einzelnen Potentialwerte.
- Zeichne die momentan wichtigen Stromwege farblich in die Schaltung ① ein.
- Begründe, warum zu diesem Zeitpunkt an C_2 eine Spannung von etwa 8,2 V anliegt und gib die Polung dieser Spannung an.

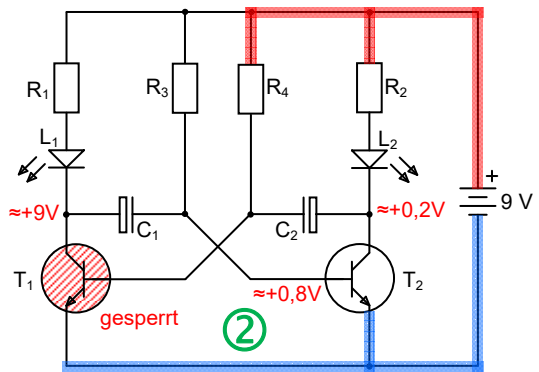


- (3) Der Kondensator C_1 wird über den Widerstand R_3 aufgeladen, bis dessen Spannung den Wert 0,7 V überschreitet. In diesem Moment wird T_2 durchgesteuert und L_2 beginnt zu leuchten. Begründe nun den Potentialwert 0,2 V an T_2 (siehe nächste Zeichnung ②).



(4) Da der Ladezustand von C_2 im ersten Augenblick erhalten bleibt, liegt in diesem Moment eine negative Spannung an der Basis von T_1 , dieser sperrt also und L_1 leuchtet nicht. Gib diese Spannung mit Begründung an.

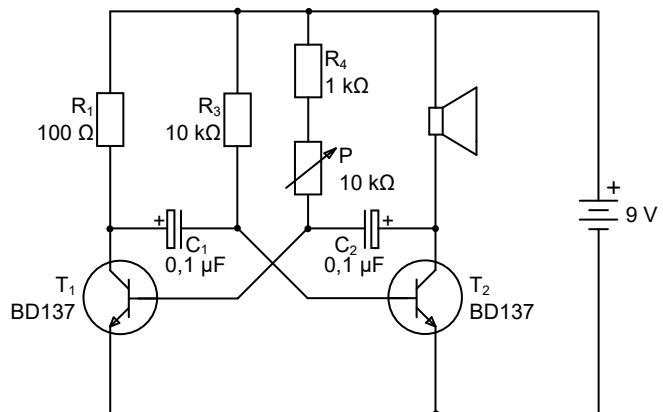
(5) **Zustand 2 (T_1 gesperrt, T_2 durchgesteuert)**
Mit vertauschten Rollen spielt sich das in (2) – (4) Beschriebene wieder ab.
Erläutere die weiteren Vorgänge analog zu oben, bis sich wieder Zustand 1 einstellt.



(6) Du kannst die Abläufe in dieser Schaltung zur Überprüfung auch simulieren.

Material 2 (Astabile Kippstufe als Tongenerator)

- 2 Transistoren BD137 (T_1 , T_2)
- Widerstände 100 Ω (R_1), 10 k Ω (R_3), 1 k Ω (R_4), 1 Potentiometer 10 k Ω (P)
- 2 Kondensatoren 0,1 μ F (C_1 , C_2)
- geeigneter Lautsprecher
- 1 Batterie 9 V mit Anschlussclip
- 1 Steckbrett, etwas Draht
- Papier, 1 weicher Bleistift (z. B. 8B); evtl. zusätzlich 1 LDR, 1 NTC



Aufbau, Durchführung 2

- Entwirf einen Steckplan für die obige Schaltung.
- Stecke die Schaltung dann auf einem Steckbrett zusammen. Achte genau auf die richtige Ausrichtung der Transistoren, der Kondensatoren und des Anschlussclips.
[Das Gehäuse der Transistoren ist an einer Seite abgeflacht (siehe auch *Hinweise*).]

Arbeitsaufträge 2

- (1) Beschreibe die Änderungen gegenüber der Schaltung 1. Erkläre, warum bei dieser Schaltung nun die nichtstabilen Zustände wesentlich schneller wechseln. Erläutere den Einfluss des Potentiometers auf das Schaltungsverhalten und die Tonhöhe; probiere aus.
- (2) Zeichne mit einem weichen Bleistift einen „Strich“ (Breite etwa 1 cm, Länge einige Zentimeter) auf ein Blatt Papier. Dieser Bleistiftstrich kann als veränderbarer Widerstand verwendet werden: mit Experimentierkabeln kann auf diesem eine unterschiedliche Länge abgegriffen und so die Tonhöhe verändert werden. Versuche damit, ein Lied zu spielen. (siehe auch: [Schaltkreise_Widerstaende_zeichnen.pdf](#) ☺)
- (3) Probiere einen LDR oder einen NTC als veränderbaren Widerstand aus. Experimentiere!

Hinweise, Literatur und Links

- 📖 Schaltungssimulation von Crocodile Clips Ltd (kostenfreie Heimlizenz, nicht verwendbar von 8.30 Uhr – 15.00 Uhr!): www.yenka.com/de/Home/
- 📖 siehe auch Beispielsimulationen [Astabile_Kippstufe](#) ☺ (für Yenka und NI Multisim10)
- 📖 Sammlung von Informationen und Tools zur Elektronik als Smartphone-App (Android): *ElectroDroid* (free)
- 📖 Umfangreiche Informationen zur Elektronik bei *Elektronik-Kompodium*: www.elektronik-kompodium.de/
- 📖 Auf YouTube gibt es zahlreiche gute Videos zum Thema *Multivibrator*.
- 📖 Software für Steckplangentwurf z. B. unter www.fritzing.org (auch Schaltplangentwurf) oder www.picaxe.com/Software/Third-Party/PEBBLE/

