

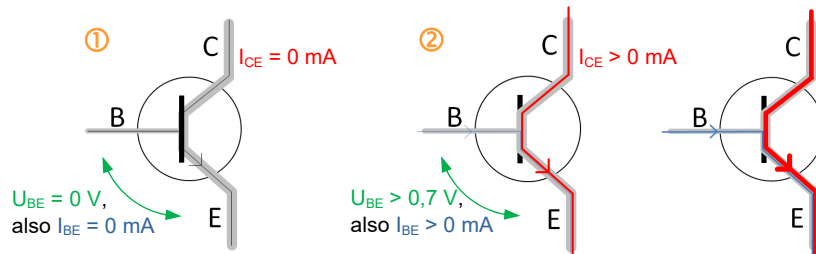
Transistoren sind die Grundlage unserer gesamten heutigen Elektronik und Digitaltechnik. Sie dienen zum Schalten, Verstärken sowie Steuern und haben seit den 1950er Jahren magnetische Relais und Vakuumröhren aufgrund ihrer geringen Größe und ihres geringen Energiebedarfs fast vollständig abgelöst. Im Folgenden wirst du den Transistor in verschiedenen Anwendungen kennenlernen, als **Feuchtigkeitswarner**, **Zeitschalter**, **Lichtdimmer** oder **Lichtmelder**.

Jeder **Transistor** hat drei Anschlüsse, genannt **Collector (C)**¹⁾, **Basis (B)** und **Emitter (E)**. Fließt kein Strom von B nach E ($I_{BE} = 0 \text{ mA}$), so kann auch kein Strom von C nach E fließen ($I_{CE} = 0 \text{ mA}$; der Transistor „sperrt“ ①). Je größer der Strom von B nach E ist, desto geringer wird der Widerstand zwischen C und E, und dementsprechend größer ist der Strom I_{CE} ②.

¹⁾ oder auch Kollektor (K)

Für die Spannung U_{BE} und die Ströme I_{BE} und I_{CE} gilt:

- | | |
|---|--|
| (1) Für $U_{BE} < 0,7 \text{ V}$ (bei Silizium) ist I_{BE} nahezu Null. | (3) $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ (bei Silizium) nennt man Schwellenspannung. |
| (2) Für $U_{BE} > 0,7 \text{ V}$ (bei Silizium) steigt I_{BE} bei Erhöhung von U_{BE} rasch an. | (4) I_{CE} ist weitestgehend proportional zu I_{BE} . |
| | (5) I_{CE} kann wesentlich größer sein als I_{BE} . |



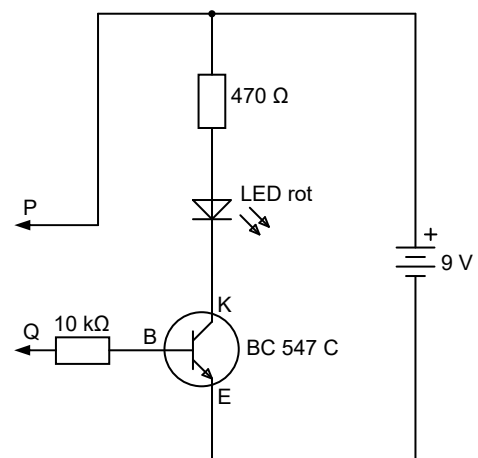
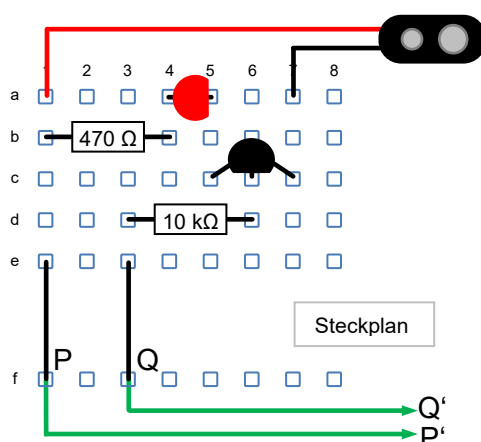
Material

- 1 Transistor BC547C
- 1 LED rot (z. B. LED 5-4500 RT) mit Vorwiderstand 470Ω
- 1 Widerstand $10 \text{ k}\Omega$
- 1 Batterie 9 V mit Anschlussclip
- 1 Steckbrett („Breadboard“), etwas Draht

Zusatz:

- Widerstandsmessgerät
- 1 Widerstand $1 \text{ M}\Omega$ oder höher
- 1 Kondensator $10 \mu\text{F}$ - $100 \mu\text{F}$ (Elko)
- 1 LED
- 1 Transistor BC547C

Aufbau, Durchführung



Stecke die Schaltung auf einem Steckbrett nach der Abbildung links zusammen. Achte genau auf die richtige Ausrichtung der LED, des Transistors und des Anschlussclips.

[Die Gehäuse von LED und Transistor sind an einer Seite abgeflacht (siehe auch *Hinweise*).]

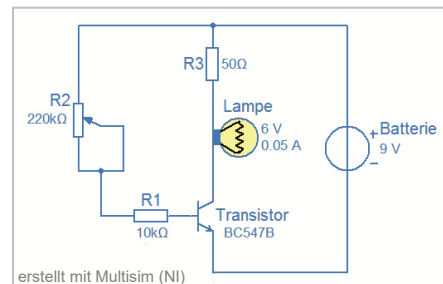


Arbeitsaufträge

- (1) Verbinde immer wieder kurzfristig die abisolierten Drahtenden P' und Q' mit dem Daumen und dem Zeigefinger deiner Hand. Beobachte dabei die Schaltung.
 - Beschreibe deine Beobachtung.
 - Erkläre mit den vorstehenden Informationen das Verhalten der Schaltung vor und nach dem Berühren der Punkte P' und Q' genau. Gehe dabei insbesondere auf die Spannung U_{BE} sowie die Ströme I_{BE} und I_{CE} und deren jeweilige Veränderung ein.
 - Recherchiere die Betriebsdaten deiner LED und bestätige durch geeignete Rechnung unter Verwendung dieser Daten den Wert des Vorwiderstandes deiner LED.
 - Bestimme mit einem Widerstandsmessgerät den Widerstand zwischen dem Daumen und dem Zeigefinger deiner Hand (welcher Wert ergibt sich bei feuchten Fingern?). Äußere zuerst eine Vermutung, wie sich die Schaltung verhält, wenn die Punkte P und Q durch einen **Widerstand** mit einem Wert von etwa 1 M Ω verbunden werden. Führe dies anschließend aus, vergleiche und erkläre.
 - Erläutere, inwiefern man diese Schaltung als **Feuchtigkeitswarner** verwenden kann.
- (2) Verbinde nun die Punkte P und Q mit einem **Kondensator** (Pluspol des Kondensators an Punkt P anschließen!), den du zuvor durch „Kurzschluss“ seiner Anschlüsse vollständig entladen hast. Beobachte das Verhalten der Schaltung und erkläre dieses. Gehe dabei insbesondere auf die Spannung U_{BE} sowie die Ströme I_{BE} und I_{CE} und deren jeweilige Veränderung ein. [Hinweis: Du kannst dir einen geladenen Kondensator wie einen kleinen Akku vorstellen.]
- (3) Entferne den Kondensator nun wieder. Überlege zuerst, was passiert, wenn du jetzt die Punkte P und Q mit einer **Leuchtdiode** verbindest. Probiere dies dann aus und erkläre.

(4) Zum Nachdenken (nicht aufbauen):

Die nebenstehende Schaltung ergibt sich durch geringfügige Änderungen aus der ursprünglichen Schaltung. Finde die Änderungen, beschreibe und erkläre das Verhalten der Schaltung und gib eine Anwendungsmöglichkeit an. Du kannst diese Schaltung zur Überprüfung auch simulieren.



(Zusatzaufgaben:

- Erläutere, welchen Vorteil diese Schaltung gegenüber einer reinen Reihenschaltung aus Potentiometer R_2 , Lampe und Batterie hat.
 - Beschreibe die Funktion der Schaltung, wenn das Potentiometer R_2 durch einen LDR ersetzt wird.)
- (5) **Für Profis:** Entferne die Leuchtdiode und verbinde nun die Punkte P und Q mit einem weiteren Transistor (Kollektor an Punkt P, Emitter an Punkt Q anschließen!). Überlege zuerst, was passiert, probiere dann aus und erkläre. Verbinde anschließend mit dem Daumen und dem Zeigefinger deiner Hand Basis und Kollektor des neuen Transistors. Beobachte das Verhalten der Schaltung und erkläre.

Hinweise, Literatur und Links

- 🔌 LED- und Transistor-Anschlussinformationen: siehe Abbildungen rechts
- 📖 Schaltungssimulation von Crocodile Clips Ltd (kostenfreie Heimlizenz, nicht verwendbar von 8.30 Uhr – 15.00 Uhr!): www.yenka.com/de/Home/
- 📖 siehe auch Beispielsimulationen [Lichtdimmer](#) ☺, [Lichtmelder](#) ☺ (für Yenka und z. T. NI Multisim10)
- 📖 Ausgangspunkt für Informationen zum Transistor (mit kleinen Animationen) bei LEIFI-Physik unter www.leifiphysik.de/elektronik/transistor
- 📖 Sammlung von Informationen und Tools zur Elektronik als Smartphone-App (Android): *ElectroDroid* (free)
- 📖 Umfangreiche Informationen zur Elektronik bei *Elektronik-Kompodium*, z. B. über elektronische Bauelemente: www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/index.htm
- 📖 Informationen und interessante Schaltungen mit Schalt- und Steckplänen auf der Seite von Thomas Krüger: www.dieelektronikerseite.de

