

Der Transistor als Schalter

Mit der folgende Schaltung sollten die grundlegenden Eigenschaften eines Transistors als Schalter und die Stromverstärkung untersucht werden.

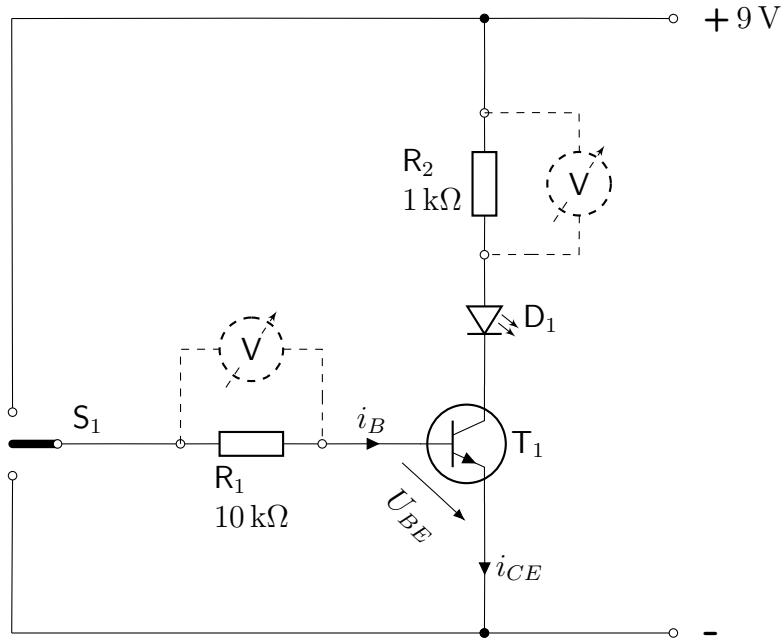


Bild 1: Schaltplan für den Transistor als Schalter

Beschreibung der Funktion

Bei T_1 handelt sich um einen Transistor aus Silizium vom Typ BC547 oder BC550. Das Schaltsymbol und die Anschlüsse eines Transistors sind noch einmal in Bild 2 dargestellt. Der nach außen zeigende Pfeil kennzeichnet den Emitteranschluss und bedeutet gleichzeitig, dass es sich um einen **npn**-Transistor handelt. Wir erinnern uns, dass „npn“ bedeutet, dass der Transistor leitend wird, wenn der Basisanschluss mindestens 0.7 V positiver ist als der Emitter oder – einfach gesagt – wenn die Basis mit der positiven Betriebsspannung verbunden wird.

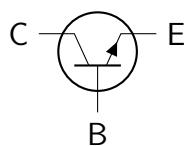


Bild 2: Die Anschlüsse eines Transistors

Mittels des Umschalters S_1 wird die Basis abwechselnd mit $+9\text{ V}$ und mit 0 V verbunden. Im Versuch verwenden wir hierfür eines der Steckkabel, welches wir entweder in die Klammerleiste für $+$ oder $-$ stecken.

Wichtig ist der **Schutzwiderstand R_1** . Dieser begrenzt den Strom, der in die Basis der Transistors fliessst. Würden wir (aus Versehen) die Basis des Transistors **ohne** diesen Schutzwiderstand an die positive Spannung legen, würde der Transistor **sofort durchbrennen**.

Wenn die Basis des Transistors mit dem Pluspol der Betriebsspannung verbunden ist, leuchtet die LED D_1 . Wenn die Basis offen liegt oder mit dem Minuspol verbunden ist, bleibt die LED dunkel, weil der Transistor nicht leitet.

Messung der Ströme und des Verstärkungsfaktors

Interessanter wird die Sache jedoch, wenn wir die Ströme messen. Wir messen dazu den Strom I_B , der in die Basis des Transistors fließt und den Strom I_{CE} , der über die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors und damit auch durch R_2 und D_1 fließt. Wir messen die Ströme aber nicht direkt, sondern über den Spannungsabfall an den Widerständen. Den Strom berechnen wir dann nach dem Ohmschen Gesetz

$$U = R \cdot I \quad \Rightarrow \quad I = \frac{U}{R}$$

Beispiel: Wir messen eine Spannung von 4 V an R_1 , dann berechnet sich der Strom zu:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4 \text{ V}}{10 \text{ k}\Omega} = 0.0004 \text{ A} = 400 \mu\text{A}$$

Wir machen hier zwar einen kleinen Fehler, weil die Toleranz der Widerstände in die Messung mit eingeht. Da wir hier aber keine 100%-ig exakten Messungen benötigen, können wir das tolerieren. Die Messung wird dafür einfacher, weil wir die Leitungen nicht jedes Mal auftrennen müssen.

Wenn wir die Messung durchführen, werden wir sehen, dass der Strom durch die LED und R_2 **deutlich größer** ist als der Strom in die Basis. Dies ist eines der Haupteinsatzgebiete von Transistoren: die Verstärkung von Strömen und Signalen aller Art. Angewendet wird dies z. B. in Radios, wo die schwachen Signale von der Antenne so weit verstärkt werden müssen, dass sie im Lautsprecher hörbar gemacht werden können.

Wir messen hier jetzt noch keinen großen Verstärkungsfaktor. Das liegt daran, dass die LED ja nur maximal ca. 20 mA verträgt und der Strom durch den Schutzwiderstand R_2 begrenzt werden muss. Übliche Transistoren dieser Art haben Stromverstärkungsfaktoren von 100 bis 500 oder gar darüber.

Aufbauskizze

Die Skizze in Bild 3 soll Euch zeigen, wie die Schaltung auf einem Steckbrett aufgebaut werden kann. Achtet darauf, dass Ihr die Stromversorgung oder Batterie richtig herum anschließt. Der Pluspol ist **rot** gekennzeichnet und der Minuspol **blau** oder schwarz.

Auch müsst Ihr darauf achten, die Halbleiterbauteile richtig herum anzuschließen. Bei der LED muss der **kürzere Anschluss** („Kathode“) nach **rechts** zeigen.

Ebenso ist es **superwichtig**, den **Transistor richtig herum einzubauen**. Die flache Seite des Gehäuses muss nach vorne zeigen. Bei falschem Einbau geht er mit großer Wahrscheinlichkeit sofort kaputt. Das „N“ in der Aufbauskizze symbolisiert einen npn-Transistor.

Die in Bild 3 grün dargestellte Leitung, welche in eine nicht-angeschlossene Klammer gesteckt ist, dient als Schalter S_1 . Wenn Ihr die Leitung nicht angeschlossen habt oder sie in die Minusleitung gesteckt ist, bleibt die LED dunkel, weil der Transistor nicht leitet. Wird die grüne Leitung

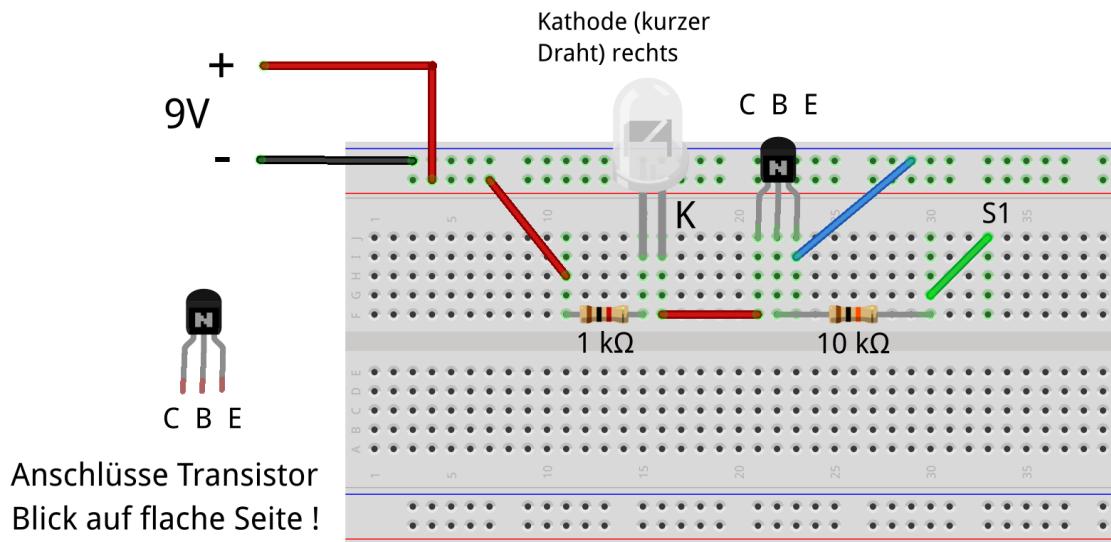


Bild 3: Aufbauskizze für den Transistor als Schalter

dagegen mit der **roten** Plusleitung verbunden, kann ein Strom in die Basis des Transistors fließen, der Transistore leitet und die LED leuchtet.

© Alle Rechte beim DARC OV I07 bzw. den Autoren. Für Ausbildungs- und Lehrzwecke frei verwendbar. Die gewerbliche oder kommerzielle Nutzung bedarf der schriftlichen Genehmigung. Nicht referenzierte Bilder von DJ1FC oder vom Autor. Dokument erstellt mit \LaTeX unter Verwendung der Pakete `TikZ` und `CircuiTikZ` sowie fritzing.

*** Elektrischer Strom ist kein Spielzeug. Beachtet unsere Sicherheitshinweise. ***
 *** Ihr findet sie, wie diese Schaltung, auf unserer Webseite. ***