

Das Flip-Flop

Die folgende Schaltung stellt ein einfaches sog. **Flip-Flop** dar. Nach dem Anlegen der Spannung leuchtet, bedingt durch Bauteiltoleranzen, zufällig eine der beiden LEDs. Durch Drücken von jeweils einem der beiden Taster Ta_1 oder Ta_2 wechselt die leuchtende LED.

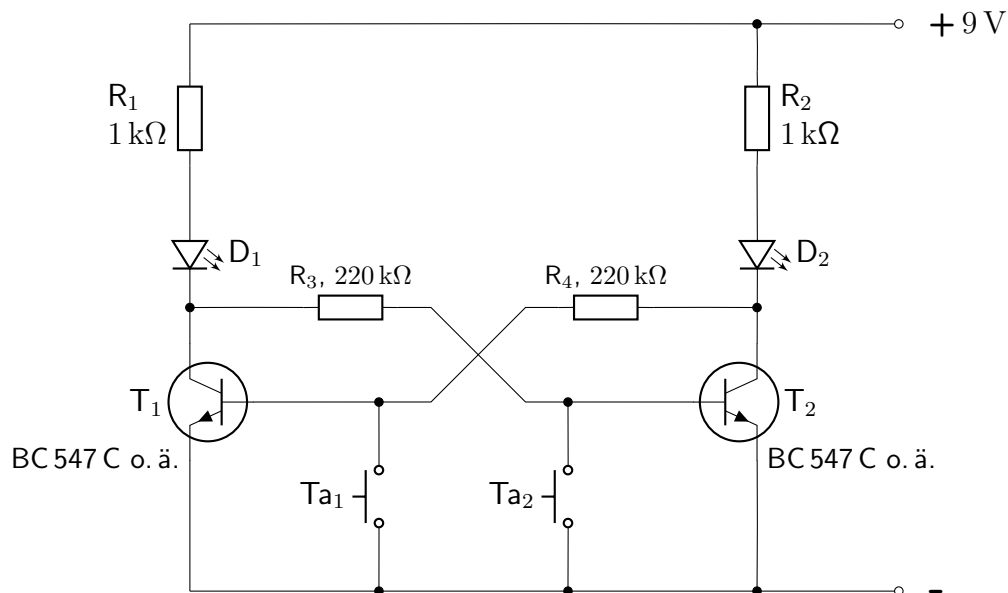


Bild 1: Schaltplan der bi-stabilen Kippstufe (Flip-Flop)

Bei den Transistoren im Schaltplan in Bild 1 handelt es sich um **npn**-Transistoren vom Typ BC 547 C oder BC 550 C. 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-Transistoren leiten, wenn die Basis – einfach gesagt – mit der positiven Betriebsspannung verbunden wird.

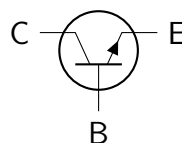


Bild 2: Die Anschlüsse eines Transistors

Beschreibung der Funktion

Nehmen wir jetzt an, dass nach dem Anlegen der Spannung T_1 leitet und D_1 leuchtet. Dann liegt die Basis von T_2 über die Kollektor-Emitter-Strecke von T_1 auf ca. 0,2 V. Dies ist die Durchlass-Spannung von T_1 . Diese Spannung reicht aber nicht aus, um den Transistor T_2 in den leitenden Zustand zu versetzen. Hierfür müssen ca. 0,7 V an der Basis anliegen. Transistor T_2 sperrt also.

Die Basis von T_1 wiederum liegt über R_2 , D_2 und R_4 an +9 V, sodass T_1 leitend bleibt. Die Schaltung befindet sich also in einem stabilen Zustand.

Wird jetzt der Taster Ta_1 gedrückt, so wird die Basis von T_1 auf 0 V gelegt. Transistor T_1 sperrt sofort. Dadurch liegt aber die Basis von T_2 über R_1 , D_1 und R_3 an +9 V, sodass T_2 in den leitenden Zustand übergeht. Auch nach dem Loslassen des Tasters Ta_1 bleibt die Basis von T_1 über die Kollektor-Emitter-Strecke von T_2 auf niedriger Spannung und sperrt. Die Schaltung ist wieder in einem stabilen Zustand, aber es leuchtet jetzt D_2 .

Durch Drücken von Taster Ta_2 kann der Zustand wieder geändert und D_1 wieder zum Leuchten gebracht werden.

Diese Schaltung heißt **Flip-Flop** oder **bi-stabile Kippschaltung**, weil sie jeweils einen von zwei stabilen Zuständen einnimmt. Sie stellt damit einen **1-Bit-Speicher** dar, der in – leicht abgewandelter Form – in Computern als Speicher zum Einsatz kommt.

Hinweis zum Verhalten der LEDs

Beim Test der Schaltung hat sich gezeigt, dass heutige LEDs **sehr** empfindlich sind. Bereits Ströme von unter 0.1 mA (also 100 μ A!) reichen aus, um ein schwaches, aber deutlich sichtbares Leuchten der LEDs zu erzeugen. Der durch die Basiswiderstände R_3 bzw. R_4 der Transistoren fließende Strom reicht daher bereits aus, um auch eine „ausgeschaltete“ LED schwach leuchten zu lassen.

Um diesen Effekt so gering wie möglich zu halten, wurden daher die Basiswiderstände R_3 und R_4 gegenüber der ersten Version dieser Schaltung von 10 k Ω auf 220 k Ω erhöht. Zur korrekten Funktion der Schaltung sind jetzt aber Transistoren mit einer Stromverstärkung von mindestens 250 erforderlich. Durch die Verwendung der „C“-Typen¹ ist diese Bedingung aber erfüllt.

Dieser Effekt ist aber kein Fehler der Schaltung, sondern zeigt nur die Empfindlichkeit heutiger LEDs. Würde man die Schaltung wie früher mit kleinen Taschenlampenbirnen aufbauen, träte dieser Effekt nicht auf, denn ein Strom von 100 μ A lässt eine Glühbirne im Sinne des Wortes völlig kalt ☺.

¹Gemeint ist das „C“ am Ende der Bezeichnung, also BC547 **C**. Dieses „C“ hat aber nichts mit dem C für „Collector“ zu tun, sondern gibt die Stromverstärkung der Transistoren an. Bei einigen Transistortypen gibt es hier die Klassen A, B und C mit jeweils steigender Stromverstärkung.

Der Aufbau der Schaltung

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.

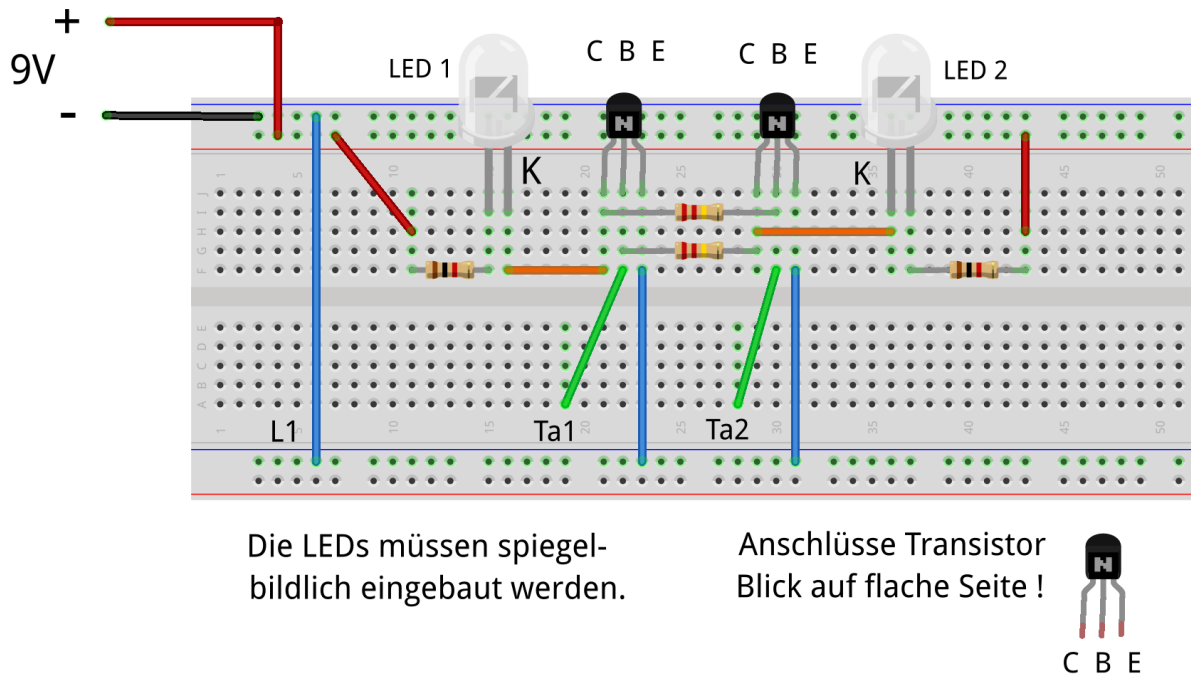


Bild 3: Aufbauskitze für Flip-Flop

Achtet auch darauf, die Halbleiterbauteile richtig herum einzustecken. Die beiden LEDs müssen spiegelbildlich eingebaut werden. Bei der **linken** LED (LED₁) muss der **kürzere Anschluss** („Kathode“) nach **rechts** zeigen, bei der **rechten** LED (LED₂) muss der **kürzere Anschluss** nach **links** zeigen.

Ebenso ist es superwichtig, die beiden **Transistoren richtig herum einzubauen**. Die **flache Seite** des Gehäuses muss nach **vorne** zeigen. Schaut man bei den Transistoren auf die flache Seite des Gehäuses, dann haben die Anschlüsse folgende Reihenfolge: Kollektor (C) – Basis (B) – Emittor (E), so wie in der Skizze dargestellt. Bei falschem Einbau gehen die Transistoren mit großer Wahrscheinlichkeit sofort kaputt. Das „N“ in der Skizze symbolisiert den npn-Transistor.

Die Drahtbrücke L1 dient zur Verbindung der beiden Minusleitungen („Masse“). Dadurch wird der Aufbau übersichtlicher. Die beiden **grünen** Leitungen, welche in die beiden nicht-angeschlossenen Klammern gesteckt sind, diesen als Taster. Wenn Ihr sie abwechselnd kurz mit der (unteren) Minusleitung verbindet, schaltet das Flip-Flop um. Ihr solltet die Drähte bei Nichtbenutzung immer wieder in **nicht-angeschlossene** Klammern stecken, um **Kurzschlüsse** durch herumfliegende Drähte zu **vermeiden**.

© 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 L^AT_EX 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. ***