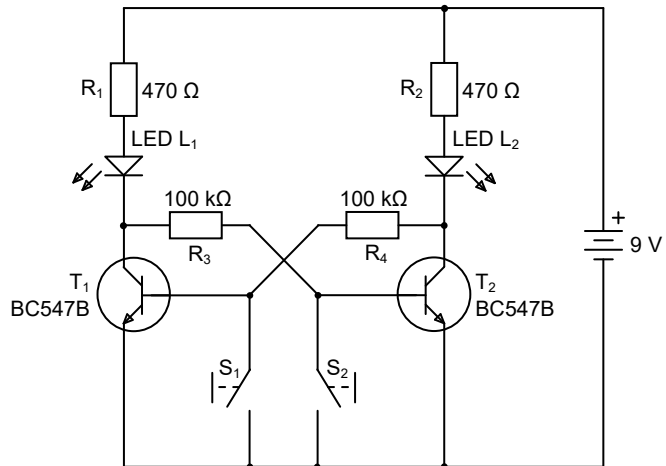


Im Folgenden wirst du den Transistor in Schaltungen kennenlernen, die zwei verschiedene Zustände annehmen können (sogenannte **Kippschaltungen** bzw. Kippstufen). Der Wechsel zwischen den Zuständen erfolgt sprunghaft. Die **bistabile Kippstufe** (Flipflopschaltung) ist ein unverzichtbares Bauelement in der Digitaltechnik. Als ein elementarer **Ein-Bit-Speicher**, der stabil zwei Zustände speichern kann, wird sie daher häufig z. B. in Computerspeicher-Chips eingesetzt.

Obwohl die Kippstufen in der Regel als integrierte Schaltkreise hergestellt werden, sehen wir uns im Folgenden einen möglichen diskreten Aufbau, hier speziell eines **RS-Flipflops**, an.

Material

- 2 Transistoren BC547B (T_1 , T_2)
- 2 Widerstände 100 k Ω (R_3 , R_4)
- 2 LEDs (L_1 , L_2)
mit Vorwiderständen 470 Ω (R_1 , R_2)
- 2 Tastschalter (S_1 , S_2)
- 1 Batterie 9 V mit Anschlussclip
- 1 Steckbrett („Breadboard“)
- etwas Draht



Aufbau, Durchführung

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

Arbeitsaufträge

- (1) Beim Anschluss der Batterie wird eine der beiden LEDs leuchten. Zufallsbedingte Bauteiltoleranzen sind hierfür der Grund. Betätige abwechselnd die beiden Taster, beobachte die LEDs und beschreibe deine Beobachtungen.

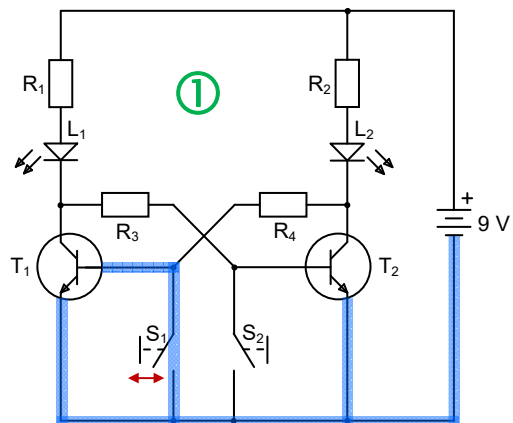
Die Schaltung kann zwei stabile Zustände annehmen:

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) **S_1 wird geschlossen.**

- Die Basis von T_1 wird mit dem Minuspol verbunden, so dass kein Strom mehr über die Basis von T_1 fließt.
- T_1 sperrt und L_1 kann nicht leuchten.
(Zusatzinformation: Die Spannung $U_{CE,1}$ am Transistor T_1 steigt von ca. 0,2 V auf etwa 9 V an!)
- Über R_1 , L_1 fließt ein kleiner Strom [so dass L_1 nicht leuchten kann] und weiter über R_3 und die Basis von T_2 .
 T_2 leitet und L_2 leuchtet.



- (3) Auch wenn der Taster S_1 wieder geöffnet wird, fließt praktisch kein Strom mehr über die Basis von T_1 (sondern durch den leitenden T_2). L_2 leuchtet und L_1 leuchtet nicht (Zustand 2).
(Zusatzinformation: Die Spannung $U_{CE,2}$ am Transistor T_2 ist jetzt von etwa 9 V auf ca. 0,2 V abgesunken!)
- Der Zustand ist stabil. Zeichne die jeweiligen Stromwege farbig in die Schaltung ① ein.

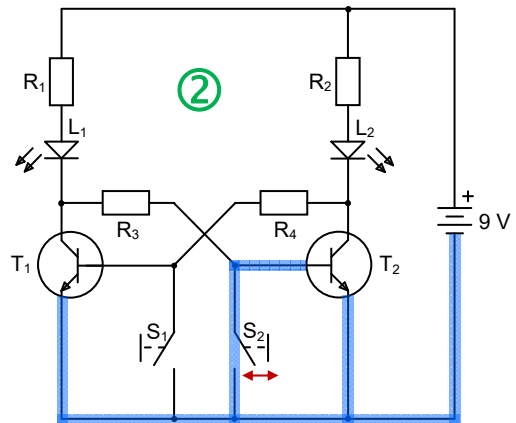


(4) **S₂ wird geschlossen.**

Mit vertauschten Rollen spielt sich das in (2) – (3) Erläuterte wieder ab. Beschreibe die weiteren Vorgänge analog zu oben, bis sich wieder Zustand 1 stabil einstellt. Zeichne jetzt die jeweiligen Stromwege in die Schaltung ② ein.

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

(siehe auch Beispielsimulationen
Flipflop_Ansteuerung_negativ ☺
für Yenka und NI Multisim10)



(6) Durch eine Veränderung von R₃ (oder alternativ von R₄) kann erreicht werden, dass beim Anschluss der Batterie nicht zufällig eine der beiden LEDs leuchtet, sondern dass z. B. L₂ leuchtet. Mache hierzu einen geeigneten Vorschlag und begründe diesen.

(7) Fasse das Schaltverhalten in nebenstehender Schalttabelle zusammen!

(Hinweis: Der Wert „1“ bedeutet „Schalter gedrückt“ bzw. „LED leuchtet“. Trage ein „X“ ein, wenn der (Vor-)Zustand unverändert bleibt sowie ein „?“ , wenn der Zustand unbestimmt ist!)

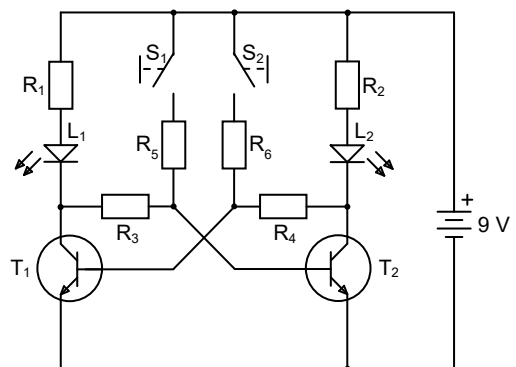
Erläutere, warum 3. in der Schalttabelle ein Problem darstellt.

Ablauf	S1	S2	L1	L2	Zustand
1.	0	1			Setzen (set)
	0	0			Speichern
2.	1	0			Rücksetzen (reset)
	0	0			Speichern
3.	1	1			
	0	0			

(8) **Zum Nachdenken** (nicht aufbauen)

Die nebenstehende Schaltung ergibt sich durch geringfügige Änderungen aus der ursprünglichen Schaltung. Sie stellt ebenso eine bistabile Kippstufe dar, einzig mit dem Unterschied, dass die Umschaltprozesse durch eine **positive Ansteuerung** beim Drücken der Taster eingeleitet werden.

Erkläre mit den vorherigen Überlegungen die Funktionsweise dieser Schaltung. Beginne wieder mit der Annahme, dass die Schaltung sich beim Anschluss der Batterie im Zustand 1 befindet und im nächsten Schritt der Taster S₁ gedrückt wird.



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 **Flipflop_Ansteuerung_positiv** ☺ (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 **Flipflop**.
- Software für Steckplanentwurf z. B. unter www.fritzing.org (auch Schaltplanentwurf) oder www.picaxe.com/Software/Third-Party/PEBBLE/

