

Aufgabe

Untersuche, welche Polarität die Kollektorspannung und die Basisspannung bei pnp- und bei npn-Transistoren haben müssen, damit ein Kollektorstrom fließen kann.

Material

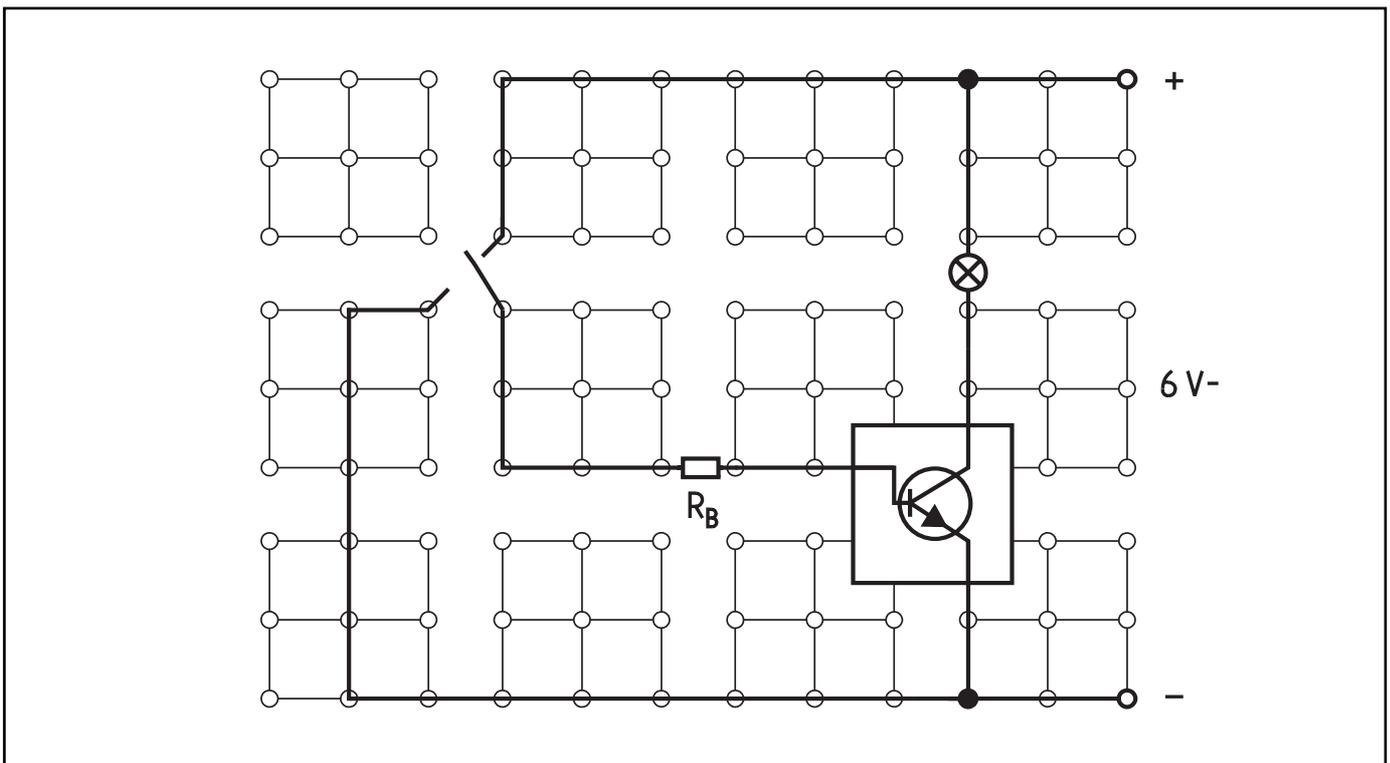
Steckplatte	06033.00	1
Umschalter	39169.00	1
Lampenfassung E10	17049.00	1
Glühlampe 4 V/0,04 A, E10, 1 Stück aus	06154.03	(1)
Widerstand 10 kΩ	39104.30	1
Transistor BC337	39127.20	1
Transistor BC327	39127.21	1
Leitungsbaustein	39120.00	6
Verbindungsleitung, 50 cm, rot	07314.01	1
Verbindungsleitung, 50 cm, blau	07314.04	1
Netzgerät 0...12 V~, 6 V~, 12 V~	13505.93	1

Aufbau und Durchführung

- Versuchsanordnung nach Abb. 1 mit dem npn-Transistor aufbauen, jedoch zunächst ohne den Basiswiderstand $R_B = 10\text{ k}\Omega$; (Kollektor ist mit dem Pluspol verbunden)

- Gleichspannung am Netzgerät auf 6 V einstellen; Netzgerät einschalten; Glühlampe beobachten; Beobachtung in der Tabelle 1 durch Ankreuzen des Zutreffenden kennzeichnen
- Verbindungsleitungen am Netzgerät umentschieden, sodass der Kollektor jetzt mit dem Minuspol verbunden ist; Beobachtung notieren
- Basiswiderstand 10 kΩ einsetzen; Umschalter mehrmals betätigen; Beobachtungen notieren
- Verbindungen zum Netzgerät nochmals umentschieden, sodass der Kollektor wieder mit dem Pluspol verbunden ist; Umschalter betätigen und Beobachtung notieren
- Netzgerät ausschalten; npn- durch pnp-Transistor ersetzen; Basiswiderstand entfernen
- Netzgerät einschalten; die gleichen Versuchsschritte nun mit dem pnp-Transistor wiederholen und Beobachtungen in Tabelle 2 notieren
- Netzgerät ausschalten

Abb. 1





EEP
13.1

Mit welchen Spannungen wird ein npn- bzw. pnp-Transistor betrieben?



Beobachtungen

Tabelle 1: npn-Transistor

	Glühlampe leuchtet, falls am Kollektor			
	Pluspol		Minuspole	
	Ja	Nein	Ja	Nein
ohne Basiswiderstand				
Basiswiderstand am Pluspol				
Basiswiderstand am Minuspole				

Tabelle 2: pnp-Transistor

	Glühlampe leuchtet, falls am Kollektor			
	Pluspol		Minuspole	
	Ja	Nein	Ja	Nein
ohne Basiswiderstand				
Basiswiderstand am Pluspol				
Basiswiderstand am Minuspole				

Auswertung

- Gib an, mit welchem Pol einer Spannungsquelle man Kollektor und Basis eines npn-Transistors bzw. eines pnp-Transistors verbinden muss, damit ein Kollektorstrom fließt.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Schätze die Höhe der Basisstromstärke bei Deiner Versuchsanordnung ab. Vergleiche die Basisstromstärke mit der Stärke des Kollektorstromes.

Hinweis: Die Stärke des Basisstromes kannst Du mit der angelegten Betriebsspannung (6 V) und dem verwendeten Basiswiderstand abschätzen. Dabei wird die Basisspannung (etwa 0,6 V) vernachlässigt. Die Stärke des Kollektorstromes ergibt sich annähernd aus dem Nennwert der Stromstärke für die Glühlampe.

.....

.....

.....

.....

(Mit welchen Spannungen wird ein npn- bzw. pnp-Transistor betrieben?)

Dieser Versuch soll zu der Erkenntnis führen, dass nur dann durch einen Transistor ein Kollektorstrom fließt, wenn die richtige Polung der Kollektorspannung gewählt wird und auch eine Basisspannung mit richtiger Polung anliegt. Bei einem npn-Transistor müssen Kollektor und Basis mit dem Pluspol, bei einem pnp-Transistor mit dem Minuspol verbunden werden. Hierbei ist der Emitter in beiden Fällen die Bezugs Elektrode.

Den Schülern müssen vor der Durchführung des Versuches die Bezeichnung der Transistorelektroden sowie die Bedeutung der Begriffe npn- und pnp-Transistor bekannt sein.

Der Vergleich der Basisstromstärke, die sich aus der Größe des Basiswiderstandes und der angelegten Spannung abschätzen lässt, mit der Kollektorstromstärke, die die Glühlampe zum Leuchten bringt, erlaubt außerdem die Schlussfolgerung, dass ein geringer Basisstrom genügt, um den Transistor leitend zu machen.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Durchbruchspannung der Transistorgrenzschichten ist bei inversem Betrieb wesentlich geringer; daher sollte die Betriebsspannung auf keinen Fall höher als 6 V gewählt werden.

Es muss darauf geachtet werden, dass der Transistor entweder völlig gesperrt oder vollständig leitend betrieben wird, da hierbei entweder die Stromstärke oder die Kollektorspannung sehr gering ist und die Verlustleistung nur einen geringen Wert annimmt. Wird dies nicht beachtet, so kann der Transistor durch zu starke Erwärmung zerstört werden.

Beobachtungen

Siehe Tabelle 1 und Tabelle 2.

Auswertung

1. Durch einen npn-Transistor fließt nur dann ein Kollektorstrom, wenn der Kollektor und die Basis mit dem Pluspol der Stromquelle verbunden werden. Für einen pnp-Transistor muss die entgegengesetzte Polung verwendet werden.
2. Die Stärke des Basisstromes ist wesentlich geringer als die des Kollektorstromes. Unter Vernachlässigung der Basis-Emitter-Spannung, die etwa 0,6 V beträgt, ist die Basisstromstärke I_B

$$U_B/R_B = 6 \text{ V}/10 \text{ k}\Omega = 0,6 \text{ mA.}$$

Der Kollektorstrom fließt durch die Glühlampe, deren Nennstromstärke etwa 40 mA beträgt.

Tabelle 1: npn-Transistor

	Glühlampe leuchtet, falls am Kollektor			
	Pluspol		Minuspol	
	Ja	Nein	Ja	Nein
ohne Basiswiderstand		X		X
Basiswiderstand am Pluspol	X			X
Basiswiderstand am Minuspol		X		X

Tabelle 2: pnp-Transistor

	Glühlampe leuchtet, falls am Kollektor			
	Pluspol		Minuspol	
	Ja	Nein	Ja	Nein
ohne Basiswiderstand		X		X
Basiswiderstand am Pluspol		X		X
Basiswiderstand am Minuspol		X	X	

(Mit welchen Spannungen wird ein npn- bzw. pnp-Transistor betrieben?)

Anmerkungen

Die häufig in der Literatur zu findende modellmäßige Darstellung eines Transistors durch zwei gegeneinander geschaltete Dioden beschreibt sein Verhalten nur sehr ungenügend, da hierbei die Besonderheit der Basis-Emitter-Grenzschicht nicht berücksichtigt werden kann, die den eigentlichen Transistoreffekt bewirkt. Die Basisschicht ist wesentlich dünner und schwächer dotiert als der Emitter und der Kollektor. Die durch Diffusion der Ladungsträger verursachte Grenzschicht aus Donator- und Akzeptorionen erzeugt eine Diffusionsspannung, die

das Eindringen von Ladungsträgern in die Basisschicht verhindert. Erst wenn durch eine äußere Spannung entgegengesetzter Polarität die Sperrwirkung der Diffusionsspannung aufgehoben wird, können Ladungsträger aus dem Emitter in die Basis strömen. Infolge der geringen Dicke und Dotierung der Basis kommt es jedoch nur sehr selten zur Rekombination, d. h., der größte Teil der Ladungsträger diffundiert durch die Basisschicht und wird durch die angelegte Spannung in den Kollektor gesaugt, da der Kollektor-Basis-Übergang für diese Ladungsträger (Minoritätsträger) in Durchlassrichtung gepolt ist.