LEHRERINFO ZUM VIDEO · EINFACH ERKLÄRT · SEK I

Der Transistor als Schalter

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Physik	Sek I (8./9.) · Gymi	10:06 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- die Anschlüsse Basis, Kollektor und Emitter benennen und den Transistor als elektronischen Schalter beschreiben: Ein kleiner Basisstrom steuert einen grossen Kollektorstrom,
- das Schaltzeichen des NPN-Transistors lesen und die Anschlüsse des BC547 zuordnen,
- mit der Stromverstärkung rechnen ($I_C = B \cdot I_B$) und erklären, warum die Basis etwa 0,7 V braucht,
- einen Basiswiderstand mit drei- bis fünffacher Reserve berechnen und einen E12-Wert wählen,
- begründen, dass der Transistor keinen Strom erzeugt, sondern ihn nur steuert,
- Anwendungen beschreiben: LED, Relais mit Freilaufdiode, LED-Streifen mit eigenem Netzteil und gemeinsamem Minus, Dämmerungsschalter mit Spannungsteiler an der Basis.

02 Voraussetzungen

Ohmsches Gesetz und E12-Reihe, Spannungsteiler mit Lichtsensor und Poti (Folge 3), Diode und pn-Übergang, LED-Vorwiderstand (Folge 6), Freilaufdiode (Folge 8).

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT
0:00	Einstieg	Pin 20 mA, LED-Streifen 2 A PAUSE-FRAGE · Transistor: Schalter ohne bewegliche Teile · Ident · Serien-Fahrplan
1:00	Der elektronische Schalter	Wasserhahn-Vergleich · Basis, Kollektor, Emitter · gesperrt und geöffnet · NPN-Schaltzeichen · Anschlüsse des BC547 · 1947
2:19	Kleiner Strom, grosser Strom	Stromverstärkung B ≈ 100 … 300 · 0,2 mA → 20 mA · Basis–Emitter-Diode: 0,7 V · der Strom kommt aus der Batterie
3:06	Den Basiswiderstand berechnen	5-V-Pin, LED 20 mA: 0,2 mA · 5 = 1 mA · 4,3 V / 1 mA = 4,3 kΩ → 3,9 kΩ · U_{CE} ≈ 0,2 V · ohne Basiswiderstand PAUSE-FRAGE

4:29	Praxis: ein Relais schalten	Relaisspule im Kollektorkreis · Freilaufdiode schützt den Transistor · 50 mA: 2,5 mA → 1,5 kΩ
5:04	Praxis: LED-Streifen	Pin liefert wenige mA · BC547 nur 100 mA → grösserer Transistor oder MOSFET · eigenes Netzteil, gemeinsames Minus · Motor, Lüfter
5:55	Projekt-Baustein	Spannungsteiler aus Lichtsensor und Poti an der Basis · dunkel → Basisspannung steigt → ab 0,7 V LED an
6:38	Typische Fehler	Basiswiderstand vergessen · Kollektor und Emitter vertauscht · „der Transistor liefert den Strom“
7:09	Zusammenfassung	Das Wichtigste in sechs Punkten
7:44	Quiz	4 Fragen, eine zum Rechnen

04 Typische Fehler

- **„Der Transistor verstärkt, also erzeugt er Strom.“** – Er steuert nur; Strom und Energie kommen aus der Batterie oder dem Netzteil.
- **„Die Basis kann direkt an den Pin.“** – Basis–Emitter ist eine Diode; ohne Basiswiderstand begrenzt nichts den Strom.
- **„Mit B = 100 reicht genau I_C / 100.“** – B streut stark von Exemplar zu Exemplar; für sicheres Durchschalten rechnet man mit drei- bis fünffacher Reserve.
- **„Die Beinchen sind bei allen Transistoren gleich.“** – Die Anschlussbelegung hängt von Typ und Gehäuse ab; das Datenblatt entscheidet.
- **„Mit Transistor braucht die LED keinen Vorwiderstand.“** – Durchgeschaltet begrenzt der Transistor den Strom nicht; die LED braucht ihren Vorwiderstand.

05 Einsatz im Unterricht

Schalter: BC547 an 9 V, rote LED mit 470 Ω im Kollektorkreis, Basis über 10 kΩ und einen Taster an Plus. Mit dem Taster schalten, dann Basis- und Kollektorstrom messen.

Verstärkung: Die Basis über Poti (100 kΩ) und 10 kΩ ansteuern, I_B und I_C in eine Tabelle eintragen und B ausrechnen; beobachten, ab wann I_C nicht mehr steigt.

Relais: Ein 9-V-Relais mit Freilaufdiode über den Transistor schalten; das Relais schaltet eine Lampe in einem eigenen Kleinspannungskreis.

Dämmerungsschalter: LDR unten, Poti (47 kΩ) oben, Mitte über 1 kΩ an die Basis, LED mit 470 Ω am Kollektor. LDR abdecken und mit dem Poti die Schaltschwelle einstellen.

06 Hinweise und Quellen

- BC547 (TO-92): I_C höchstens 100 mA, U_{CE} höchstens 45 V. Die Stromverstärkung streut je nach Gruppe A/B/C zwischen etwa 110 und 800 (Datenblatt); im Video wird für kleine Transistoren vereinfacht 100 … 300 genannt. Mit der flachen Seite zum Betrachter und den Beinchen nach unten: Kollektor, Basis, Emitter.
- Durchgeschaltet (gesättigt) liegt U_{CE} je nach Strom bei etwa 0,1–0,25 V. Der erste Transistor (Spitzentransistor) entstand im Dezember 1947 bei den Bell Labs (Bardeen, Brattain, Shockley; Nobelpreis 1956).

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Der Transistor als Schalter

1 Merksätze ergänzen ●○○

Die drei Anschlüsse heissen _____, _____ und _____.

Ein kleiner _____ steuert einen grossen _____.

Die Basis braucht etwa _____ V, bevor Strom hineinfliesst.

Der grosse Strom kommt aus der _____.

2 Schaltzeichen ●○○

Zeichne das Schaltzeichen eines NPN-Transistors und beschrifte Basis, Kollektor und Emitter. Wohin zeigt der Pfeil?

3 Stromverstärkung ●○○

Ein Transistor hat B = 150. a) In die Basis fliessen 0,4 mA. Welcher Kollektorstrom ist höchstens möglich? b) Es sollen 30 mA fliessen. Welcher Basisstrom reicht rein rechnerisch mindestens?

4 Basiswiderstand ●●○

Ein 3,3-V-Pin soll über einen Transistor (B ≥ 100) eine LED mit 15 mA schalten. Rechne mit fünffacher Reserve. a) Wie gross wird der Basisstrom? b) Berechne den Basiswiderstand und wähle den E12-Wert darunter (… 2,2 · 2,7 · 3,3 · 3,9 kΩ …).

5 Vorwiderstand im Kollektorkreis ●●○

Am Kollektor hängt an 9 V eine rote LED (2 V, 15 mA) mit Vorwiderstand. Durchgeschaltet ist $U_{CE} \approx 0{,}2$ V. Berechne den Vorwiderstand und wähle den E12-Wert darüber (… 390 · 470 · 560 Ω …).

6 Ein Relais schalten ●●●

Eine 9-V-Relaisspule braucht 60 mA. Sie wird von einem 5-V-Pin über einen Transistor (B ≥ 100) geschaltet. a) Basisstrom mit fünffacher Reserve? b) Basiswiderstand, E12-Wert darunter (1,0 · 1,2 · 1,5 kΩ)? c) Was gehört noch parallel zur Spule, und warum?

7 Dämmerungsschalter ●●○

Der Lichtsensor sitzt unten, zwischen Basis und Minus. a) Ergänze: Wird es dunkel, _____ sein Widerstand, die Basisspannung _____, ab etwa _____ V schaltet der Transistor, die LED geht _____. b) Wozu dient das Poti? c) Was passiert, wenn man Lichtsensor und Poti vertauscht?

8 Quiz aus dem Video ●○○

a) Wie heissen die drei Anschlüsse eines Transistors?

☐ Plus, Minus, Mitte ☐ Basis, Kollektor, Emitter ☐ Anode, Kathode, Gate

b) B = 100, Basisstrom 0,5 mA. Höchstens möglicher Kollektorstrom?

☐ 5 mA ☐ 50 mA ☐ 500 mA

c) Woher kommt der grosse Strom, den ein Transistor schaltet?

☐ aus dem Transistor ☐ aus der Basis ☐ aus Batterie oder Netzteil

Lösungen

1 Merksätze

Basis, Kollektor, Emitter · **Basisstrom** / **Kollektorstrom** · **0,7** · **Batterie** (oder dem Netzteil)

2 Schaltzeichen

Kreis mit senkrechtem Balken; die Basis kommt waagrecht von links, Kollektor und Emitter gehen schräg ab. Der Pfeil sitzt am **Emitter** und zeigt **nach aussen**, in Stromrichtung.

3 Stromverstärkung

a) 150 · 0,4 mA = **60 mA**. b) 30 mA / 150 = **0,2 mA**.

4 Basiswiderstand

a) 15 mA / 100 = 0,15 mA, mal 5 = **0,75 mA**. b) ***R*** = (3,3 V − 0,7 V) / 0,75 mA ≈ 3,5 kΩ → **3,3 kΩ**; dann fliessen ≈ 0,79 mA.

5 Vorwiderstand im Kollektorkreis

R = (9 V − 2 V − 0,2 V) / 0,015 A ≈ 453 Ω → **470 Ω**; der Strom ist dann ≈ **14,5 mA**.

6 Ein Relais schalten

a) 60 mA / 100 = 0,6 mA, mal 5 = **3 mA**. b) 4,3 V / 3 mA ≈ 1,43 kΩ → **1,2 kΩ** (≈ 3,6 mA, das schafft der Pin). c) Eine **Freilaufdiode** in Sperrrichtung; sie fängt die Spannungsspitze beim Abschalten ab und **schützt den Transistor**.

7 Dämmerungsschalter

a) **steigt** · **steigt** · **0,7** · **an**. b) Mit dem Poti stellt man die **Schaltschwelle** ein, also wie dunkel es werden muss. c) Dann schaltet die LED **bei Helligkeit** ein und bei Dunkelheit aus.

8 Quiz

a) **Basis, Kollektor, Emitter** · b) **50 mA** · c) **aus Batterie oder Netzteil**