LEHRERINFO ZUM VIDEO · PROJEKT · SEK I

Projekt: Dämmerungsschalter

FACH	STUFE	DAUER	VIDEO
Physik	Sek I (8./9.) · Gymi	10:09 min	youtube.com/@Erklaerbaer

01 Lernziele

Nach dem Video können die Schülerinnen und Schüler …

- den Schaltplan des Dämmerungsschalters in die Stufen Sensor, Schalter, Glättung und Relais gliedern und die Aufgabe jedes Bauteils erklären,
- die Schaltung nach Bauteilliste auf dem Steckbrett aufbauen (Verbindungen im Steckbrett, Polung von LED, Elko und Diode, Anschlüsse des BC547C),
- mit dem Multimeter an Mitte, Basis und Kollektor messen und die Werte deuten,
- den LED-Vorwiderstand im Kollektorkreis berechnen,
- typische Aufbaufehler am Verhalten der Schaltung erkennen und beheben,
- erklären, wie ein Relais mit Freilaufdiode eine grössere Last in einem getrennten Kleinspannungskreis schaltet.

02 Voraussetzungen

Die Grundlagen-Folgen 1–9, besonders Spannungsteiler mit Lichtsensor (Folge 3), Kondensator (Folge 4), Relais (Folge 5), LED mit Vorwiderstand (Folge 6), Freilaufdiode (Folge 8) und Transistor (Folge 9).

03 Ablauf des Videos

ZEIT	KAPITEL	INHALT
0:00	Einstieg	Licht geht von selbst an · welche Bauteile stecken darin? PAUSE-FRAGE · Bausteine aus Folge 3–9 · Ident · ganze Serie
1:04	Der Schaltplan	Sensor: Poti + LDR · Schalter: 10 kΩ, BC547C (B ≥ 400), LED + 390 Ω · Glättung: Elko 470 µF
2:13	Die Bauteile	Batterie, Steckbrett, Drahtbrücken, LDR, Poti, Transistor, Widerstände, LED, Elko · Relais und 1N4148 für später
2:54	Aufbau auf dem Steckbrett	Verbindungen im Steckbrett · Clip · Sensor · Transistor · LED · Batterie an, abdecken
3:57	Messen mit dem Multimeter	Mitte 0,2 V → 2 V · Basis 0,7 V · Kollektor → 0,2 V · (9 − 2 − 0,2) V / 390 Ω ≈ 17 mA

4:43	Mit dem Relais	Relais statt LED · Freilaufdiode · eigener 12-V-Kreis, nur Kleinspannung · Spule ≈ 30 mA
5:30	Fehlersuche	LED falsch herum · LDR und Poti vertauscht · Schleifer offen · C/E vertauscht oder R_B fehlt
6:18	Erweiterungen	Schubladen-Alarm · Netzteil aus der Advanced-Reihe · Gehäuse
6:49	Rückblick	Die ganze Serie in drei Teilen
7:18	Zusammenfassung	Das Wichtigste in sechs Punkten
7:46	Quiz	4 Fragen, eine zum Rechnen

04 Typische Fehler beim Aufbau

- **LED bleibt dunkel:** falsch herum gesteckt – das lange Bein (Anode) gehört Richtung Plus.
- **LED leuchtet am Tag:** Lichtsensor und Poti vertauscht – der Lichtsensor gehört zwischen Mitte und Minus.
- **Poti ohne Wirkung:** Schleifer (mittleres Bein) nicht angeschlossen.
- **Transistor wird warm, nichts geht:** Kollektor und Emitter vertauscht oder Basiswiderstand fehlt.
- **Elko falsch gepolt** (Minusstreifen muss zur Minusschiene) und **Umbau mit angeschlossener Batterie** – immer erst abklemmen.

05 Einsatz im Unterricht

Aufbau: in Zweiergruppen nach der beiliegenden Bauanleitung, etwa 45 Minuten. Bauteile pro Gruppe kosten nur wenige Franken; alles läuft mit 9 V.

Schaltschwelle: Mit dem Poti einstellen, bei welcher Helligkeit die LED angeht; beobachten, dass sie in der Dämmerung allmählich heller wird.

Messprotokoll: Spannungen an Mitte, Basis und Kollektor bei Licht und abgedecktem Lichtsensor messen und deuten (Arbeitsblatt, Aufgabe 2).

Erweiterung: Relais mit 1N4148 statt LED, Kontakt schaltet einen LED-Streifen an einem 12-V-Netzteil; oder Summer statt LED und Lichtsensor mit Poti tauschen (Schubladen-Alarm).

06 Hinweise und Quellen

- BC547C: Stromverstärkung laut Datenblatt 420–800 (bei 2 mA). Mit dem Poti in Mittelstellung (≈ 50 kΩ) und dunklem Lichtsensor (≥ 100 kΩ) fliesst über den 10-kΩ-Basiswiderstand etwa 0,1 mA Basisstrom – genug für die LED (≈ 17 mA) und ein kleines 9-V-Relais (≈ 20–40 mA). Typische LDR (z. B. GL5528): einige kΩ bei Tageslicht, ≈ 10–20 kΩ bei 10 lx, im Dunkeln bis 1 MΩ.
- Die Schaltung hat keine Hysterese: In der Dämmerung arbeitet der Transistor kurz im aktiven Bereich, die LED wird allmählich heller. Sauberes Umschalten gelingt mit einem Schmitt-Trigger (zwei Transistoren oder Komparator) – ein guter Ausblick für Interessierte. Relaiskontakte nur mit Kleinspannung betreiben, nie mit 230 V.

Bauanleitung Dämmerungsschalter

01 Bauteilliste

BAUTEIL	WERT / TYP	HINWEIS
Batterie mit Clip	9 V	erst ganz am Schluss anschliessen
Steckbrett, Drahtbrücken	–	5 Löcher einer kurzen Reihe sind verbunden
Lichtsensor (LDR)	z. B. GL5528	gepolt egal
Poti (Drehwiderstand)	100 kΩ	ein Aussenbein und Schleifer verwenden
Transistor	BC547C (NPN)	flache Seite vorne: Kollektor, Basis, Emitter
Basiswiderstand	10 kΩ	braun-schwarz-orange
LED	rot	langes Bein (Anode) Richtung Plus
Vorwiderstand	390 Ω	orange-weiss-braun
Elko	470 µF, ≥ 16 V	Minusstreifen zur Minusschiene
Erweiterung: Relais, Diode	9-V-Relais, 1N4148	Diode parallel zur Spule, Strich zum Plus

02 Aufbau Schritt für Schritt

1. Batterieclip an die Schienen: Rot an Plus, Schwarz an Minus. Batterie noch nicht anschliessen.
2. Poti von Plus zu einer freien Reihe – das ist die **Mitte**. Lichtsensor von der Mitte zu Minus. Elko parallel zum Lichtsensor.
3. Transistor mit der flachen Seite nach vorne einstecken. 10 kΩ von der Mitte zur Basis, Emitter an Minus.
4. 390 Ω von Plus zur Anode der LED, Kathode an den Kollektor.
5. Batterie anschliessen, Lichtsensor abdecken: Die LED geht an. Mit dem Poti die Schaltschwelle einstellen.

Schaltplan zeichnen

Zeichne den Schaltplan deines Aufbaus mit den Stufen Sensor, Schalter und Glättung.

NAME _____ KLASSE _____ DATUM _____

Projekt: Dämmerungsschalter

1 Stufen zuordnen ●○○

Ordne die Bauteile den Stufen **Sensor**, **Schalter**, **Glättung** und **Relais** zu: Poti, Lichtsensor, 10 kΩ, BC547C, LED, 390 Ω, Elko, 9-V-Relais, 1N4148.

2 Messprotokoll ●○○

Miss gegen Minus und trage ein. Was zeigen die Werte?

MESSPUNKT	HELL	DUNKEL (ABGEDECKT)
Mitte des Spannungsteilers		
Basis		
Kollektor		

3 Vorwiderstand ●●○

Statt der roten LED soll eine grüne LED (2,2 V, 15 mA) leuchten. Am Transistor bleiben 0,2 V. Berechne den Vorwiderstand an 9 V und wähle den E12-Wert darüber (… 390 · 470 · 560 Ω …).

4 Genug Basisstrom? ●●○

Das 9-V-Relais braucht 30 mA, der BC547C verstärkt mindestens 400-fach. a) Welcher Basisstrom reicht rechnerisch? b) Wie viel ist es mit dreifacher Reserve?

5 Fehlersuche ●●○

Welche Ursache passt? a) Die LED leuchtet nie. b) Die LED leuchtet am Tag, nachts nicht. c) Das Poti ändert nichts. d) Der Transistor wird warm.

6 Umbauen ●●●

Was musst du ändern, damit die Schaltung bei Licht einschaltet? Nenne eine Anwendung dafür.

7 Quiz aus dem Video ●○○

a) Wo sitzt der Lichtsensor, damit die Lampe bei Dunkelheit angeht?

☐ oben, zwischen Plus und Mitte ☐ unten, zwischen Mitte und Minus ☐ im Kollektorkreis

b) Spannung an der Basis, wenn der Transistor durchgeschaltet ist?

☐ etwa 0,7 V ☐ etwa 9 V ☐ etwa 2 V

Lösungen

1 Stufen zuordnen

Sensor: Poti, Lichtsensor · **Schalter:** 10 kΩ, BC547C, LED, 390 Ω · **Glättung:** Elko · **Relais:** 9-V-Relais, 1N4148

2 Messprotokoll

Richtwerte: Mitte hell **≈ 0,1–0,3 V**, dunkel **≈ 2 V** · Basis hell **≈ 0,1–0,3 V**, dunkel **≈ 0,7 V** · Kollektor hell **mehrere Volt**, dunkel **≈ 0,2 V**. Im Dunkeln schaltet der Transistor durch, an ihm bleibt fast keine Spannung.

3 Vorwiderstand

R = (9 V − 2,2 V − 0,2 V) / 0,015 A = 440 Ω → **470 Ω**; dann fliessen **≈ 14 mA**.

4 Genug Basisstrom?

a) 30 mA / 400 = **0,075 mA**. b) mal 3 = **≈ 0,23 mA**. Der Spannungsteiler liefert im Dunkeln etwa 0,1 mA – knapp, aber mit B ≥ 400 reicht es.

5 Fehlersuche

a) **LED falsch herum** (oder Batterie leer) · b) **Lichtsensor und Poti vertauscht** · c) **Schleifer nicht angeschlossen** · d) **C und E vertauscht oder Basiswiderstand fehlt**

6 Umbauen

Lichtsensor und Poti tauschen (Lichtsensor nach oben). Anwendung: **Schubladen-Alarm mit Summer**, Kühlschrank-Licht-Melder, Lichtschranke.

7 Quiz

a) **unten, zwischen Mitte und Minus** · b) **etwa 0,7 V**