

7. Barcodeleser: Demonstrationsmodell mit Laserpointer

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
SI	Optik Elektronik	Reflexion Photohalbleiter Binärbarcode	● ●	■ ■ !	- ca. 45 min. ca. 10 min.

Ziel des Experimentes ist der Aufnahmevorgang eines "echten" (hochkopierten) Barcodes mit einem Diodenlaser (Laserpointer).

Materialien

- Laserpointer (z. B. INFINITER, 4 mW)
- Phototransistor SFH 300-III (alternativ: Photoelement)
- Schirm oder ähnliches zum Befestigen der Strichcode-Kopie
- Widerstand 4,7 k Ω
- $x-t$ -Schreiber (oder PC-Interface)
- Strichcode-Kopie (vergrößert auf eine Breite von ca. 40 cm)

Vorbereitung

Ein Strichcode wird aus einer Papier- oder Kartonverpackung ausgeschnitten und mit einem Kopierer stark vergrößert (Breite: mindestens 40 cm). Die Kopie wird dann an einem Schirm befestigt.

Aufbau/Durchführung

Mit Hilfe von Stativmaterial wird eine Laser-Phototransistor-Einheit gebaut, deren Stativfuß fest auf eine Tischplatte gestellt wird. Der Laserpointer und der Phototransistor werden so ausgerichtet, daß bei Reflexion des Laserlichtbündels an einem Schirm in ca. 1 cm Entfernung maximale Intensität des reflektierten Strahls vom Phototransistor empfangen wird. Der Phototransistor selbst wird mit einem Widerstand (ca. 4,7 k Ω) in einem Stromkreis geschaltet. Die am Widerstand abfallende Spannung wird abgegriffen und an einen $x-t$ -Schreiber geführt. Nun wird der Schirm mit dem daran befestigten Strichcode möglichst mit konstanter Geschwindigkeit mit der Hand in ca. 1 cm Abstand an der Laser-Phototransistor-Einheit vorbeigezogen, so daß der Lichtstrahl am Barcode reflektiert wird. Der $x-t$ -Schreiber nimmt dabei die am Widerstand R abfallende Spannung in Abhängigkeit vom abgefahrenen Weg auf. Hinweis: Die besten Ergebnisse erhält man bei abgedunkeltem Raum, weil sonst die Zimmerbeleuchtung die geringe Intensität des Laserpointers überstrahlt. Es ist auch möglich, mit Hilfe einer Röhre aus schwarzem Bastelkarton vor dem Phototransistor, das Raumlicht auszublenden.

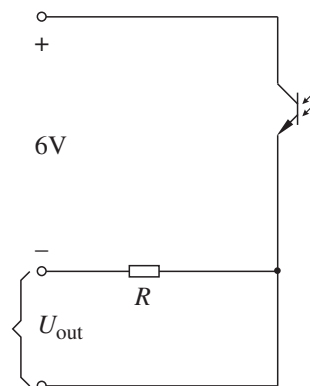


Abb. 1: Schaltskizze

Ergebnis/Fehlerbetrachtung

Vergleicht man das Spannungs-Weg-Diagramm des $x-t$ -Schreibers mit dem aufgenommenen Barcode (Originalgröße DIN A4 quer), so kann man den weißen und schwarzen Balken eindeutig Spannungsmaxima und -minima zuordnen (hier: maximale Differenz ca. 60 mV), die sich in der Breite unterscheiden. Allerdings ist beim manuellen Abfahren des Barcodes die Geschwindigkeit nicht ganz konstant, so daß Breiten von z. B. 2 und 3 Einheiten nicht genau zu unterscheiden sind. Hat man jedoch den entsprechenden Strichcode vor sich liegen, so ist die Zuordnung sehr einfach.

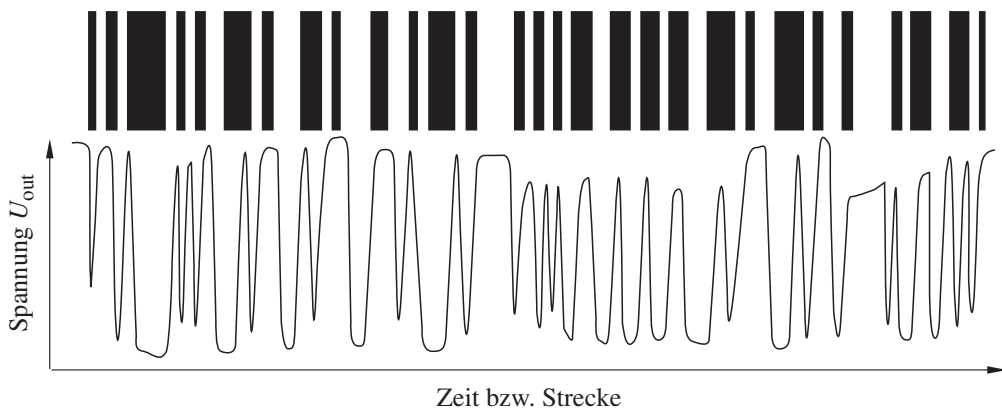


Abb. 2: Barcode (oben) und Spannungs-Weg-Diagramm (unten)

Variationen

Statt des Phototransistors ist auch die Verwendung eines Photoelements möglich. Als Thema für eine Facharbeit bietet sich beispielsweise an, die Streckenmessung als Spannungsmessung zu verwirklichen (z. B. mittels einer Drehspindel und eines Drehpotentiometers oder mittels eines Widerstandsdrahtes). Damit könnte ein Diagramm wie Abb. 2 präziser gemessen werden und mit Hilfe eines kleinen Computerprogrammes ausgewertet werden.

Abschätzung

Benutzt man anstelle des Phototransistors ein Photoelement, so kann anhand des gemessenen Photostroms (Kurzschlußstroms) und der bekannten Leistung des Laserpointers ($P = 4 \text{ mW}$) die Empfindlichkeit des verwendeten Photoelements für diese Wellenlänge abgeschätzt werden. (Es kann keine genaue Messung werden, weil wir die tatsächlich unbekannte Strahlungsleistung mit der bekannten elektrischen Leistung nähern). Dazu mißt man den Photostrom bei direkter Einstrahlung des Laserpointers auf das Photoelement (und nicht über Reflexion).

Für die Empfindlichkeit S gilt mit dem Photostrom I und der Strahlungsleistung P :

$$S = \frac{I}{P},$$

so daß wir erhalten:

$$S = \frac{26 \mu\text{A}}{4 \text{ mW}} = 0,0065 \frac{\text{A}}{\text{W}}.$$

Für Ganglienzellen in der Netzhaut des menschlichen Auges genügen Lichtblitze der Energie 10^{17}Ws , um Aktionspotentiale auszulösen¹. Wenn man annimmt, daß ein Lichtblitz 10^{-4} s dauert, dann hat er eine Strahlungsleistung von 10^{-13} W . Diese Strahlungsleistung würde im Photoelement einen Strom von $6,5 \cdot 10^{-16} \text{ A}$ generieren. Daran sieht man die weitaus größere Empfindlichkeit der Netzhautzellen in Relation zum Photoelement.

Methodische Hinweise

Dieses Experiment kann motivationsfördernd in der Optik oder Elektronik durchgeführt und auch fächerübergreifend eingesetzt werden.

Es eignet sich bedingt auch als Schüler- und Schülerinnenversuch, wobei die Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Lasern beachtet werden müssen. Insbesondere muß davor gewarnt werden, daß der Strahl ins Auge trifft.

¹ Linder Biologie, Metzler, Stuttgart 1977, 18. Aufl.