

Aufgabe

- Untersuche die Abhängigkeit zwischen Stromstärke und Spannung an einer Leuchtdiode in Durchlass- und in Sperrrichtung sowie die von der Diode aufgenommene elektrische Leistung.
- Erprobe die Eignung von Leuchtdioden zur Bestimmung der Stromart und der Polarität von Stromquellen.

- Netzgerät einschalten und Spannung von 0 V an stufenweise erhöhen; Messwerte für Stromstärke und Diodenspannung in Tabelle 1 eintragen
- Netzgerät ausschalten; LED mit entgegengesetzter Polung in die Schaltung einsetzen
- Netzgerät einschalten und in gleicher Weise Messwerte für Stromstärke und Spannung ermitteln; Werte in Tabelle 2 eintragen
- Netzgerät ausschalten

Material

Steckplatte	06033.00	1
Leitungsbaustein	39120.00	3
Widerstand 47 Ω	39104.62	1
Widerstand 100 Ω	39104.63	2
Leuchtdiode, rot	39154.50	1
Verbindungsleitung, 25 cm, rot	07313.01	2
Verbindungsleitung, 25 cm, blau	07313.04	2
Verbindungsleitung, 50 cm, rot	07314.01	1
Verbindungsleitung, 50 cm, blau	07314.04	1
Vielfachmessinstrument	07028.01	2
Netzgerät 0...12 V-, 6 V~, 12 V~	13505.93	1

2. Versuch

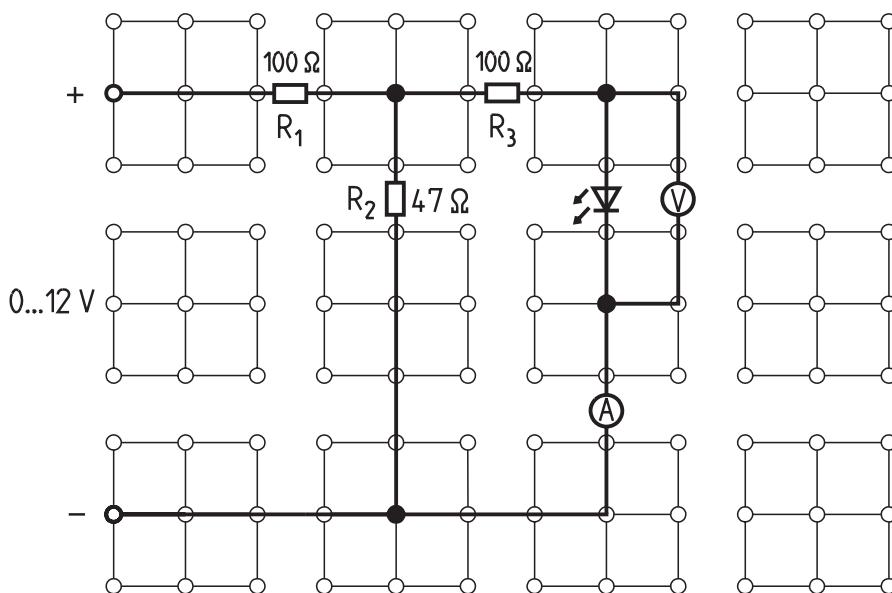
- Versuch nach Abb. 2 aufbauen; Netzgerät ist ausgeschaltet
- Gleichspannung 6 V einstellen und Netzgerät einschalten
- Leuchtdiode beobachten, dann um 180° gedreht aufstecken und wiederum beobachten; Beobachtungen notieren (1)
- Verbindungsleitungen am Netzgerät auf Wechselspannung 6 V umstecken
- Beobachtungen und Umstecken der Leuchtdiode wie bei Gleichspannung durchführen; Beobachtungen notieren (2)
- Netzgerät ausschalten

Aufbau und Durchführung

1. Versuch

- Versuch nach Abb. 1 aufbauen; Messbereiche 10 V- und 30 mA- einstellen

Abb. 1



Beobachtungen und Messergebnisse

Tabelle 1: LED in Durchlassrichtung

Spannungsstufe am Netzgerät U_N/V	0	2	4	6	8	10	12
Spannung an der LED U_D/V							
Stromstärke I_D/mA							

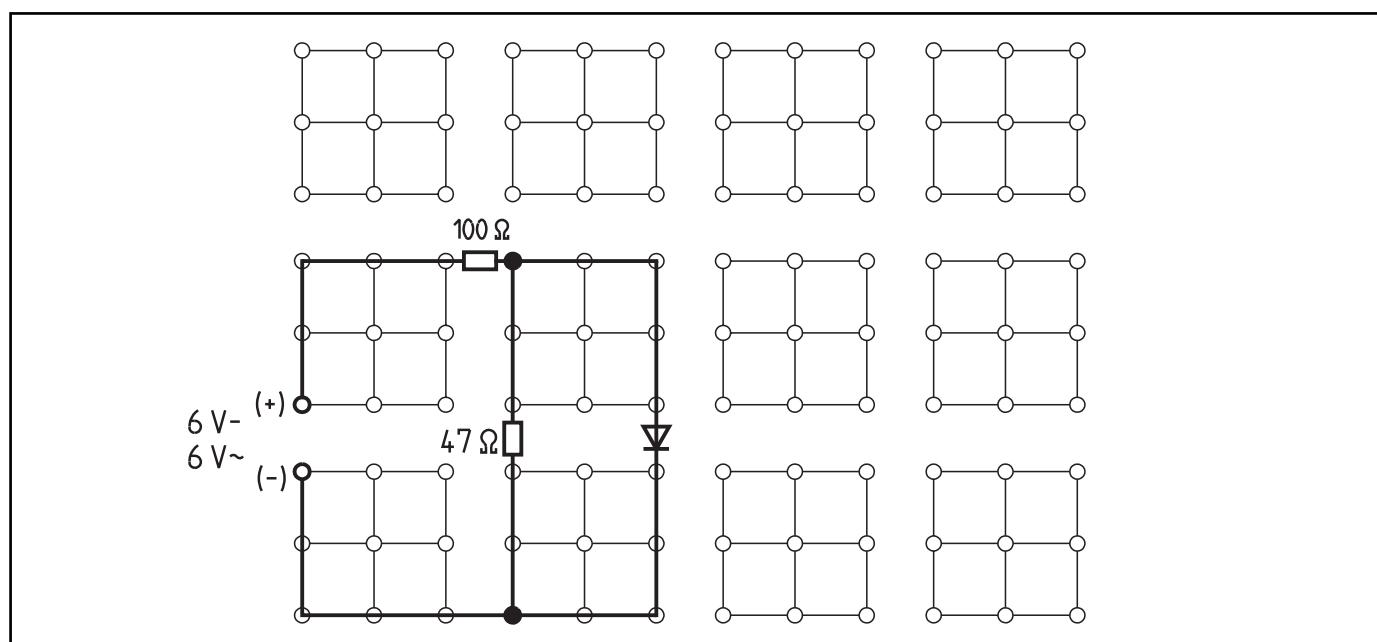
Tabelle 2: LED in Sperrrichtung

Spannungsstufe am Netzgerät U_N/V	0	2	4	6	8	10	12
Spannung an der LED U_{Sp}/V							
Stromstärke I_{Sp}/mA							

(1)

(2)

Abb. 2

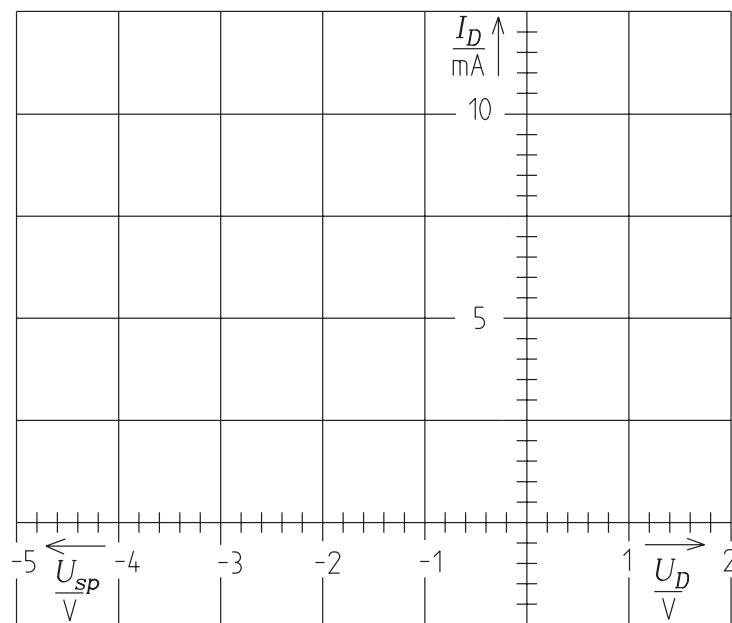


Auswertung

1. Stelle den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Spannung an der Leuchtdiode grafisch dar; trage dabei Spannungen und Stromstärken in Sperrrichtung negativ auf (Abb. 3).
2. Beschreibe den Verlauf der Kennlinie und ihren Zusammenhang mit dem Leuchten der Diode. Vergleiche die Kennlinie mit der einer normalen Siliziumdiode.

3. Wie hoch ist die von der Leuchtdiode maximal aufgenommene elektrische Leistung? Stelle einen Vergleich mit der elektrischen Leistung einer Glühlampe für Kleinspannungen an.

Abb. 3



4. Erkläre das Verhalten der Leuchtdiode bei Anschluss an Gleichspannung (Beobachtung (1)).

5. Wie kann die Beobachtung (2) erklärt werden?

6. Wie müsste man vorgehen, um mit einer Leuchtdiode die Art einer Spannung und im Falle von Gleichspannung zusätzlich deren Polarität zu erkennen?

(Welche Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten haben Leuchtdioden?)

Lichtemitterdioden (LED) sind pn-Übergänge aus GaAs oder GaP. Je nach der gewünschten Wellenlänge des Lichtes werden die Substrate mit unterschiedlichen Elementen dotiert. Werden die pn-Übergänge an eine Stromquelle in Durchlassrichtung angeschlossen, so überfluten Elektronen und Löcher die Grenzschicht und re kombinieren dort. Dabei wird die aufgewendete Energie in Form von sichtbarem oder infrarotem Licht frei. In Sperrrichtung betrieben, verhält sich eine Leuchtdiode wie eine gewöhnliche Diode. Allerdings ist die maximale Sperrspannung recht gering. Sie liegt z. T. unter 10 V.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Um eine bequeme Einstellmöglichkeit der Spannung im Bereich der Durchlassspannung zu ermöglichen, die bei etwa 1 V bis 2 V liegt, wird ein aus R_1 und R_2 gebildeter Spannungsteiler verwendet. Dadurch ist es möglich, die Spannung U_N am Netzgerät von 0 V bis 12 V zu variieren, ohne die Leuchtdiode in Durchlassrichtung zu überlasten oder in Sperrrichtung die maximale Sperrspannung zu überschreiten. Leuchtdioden dürfen nur mit einem Vorwiderstand betrieben werden. Er begrenzt die Durchlassstromstärke auf den zulässigen Wert, der bei dem verwendeten Diodentyp $I_{D, \max} = 20 \text{ mA}$ beträgt. Er lässt sich nach der folgenden Formel berechnen:

$$R_V = (U_N - U_D) / I_{D, \max}$$

Beobachtungen und Messergebnisse

siehe Tabelle 1 und Tabelle 2

- (1) Zunächst leuchtet die Diode, nach dem Umstecken leuchtet sie nicht.
- (2) Die Diode leuchtet unabhängig davon, wie sie aufgesteckt ist.

Tabelle 1: LED in Durchlassrichtung

Spannungsstufe am Netzgerät U_N/V	0	2	4	6	8	10	12
Spannung an der LED U_D/V	0	0,65	1,25	1,60	1,65	1,70	1,70
Stromstärke I_D/mA	0	0	0	1,2	4,0	7,2	10,5

Tabelle 2: LED in Sperrrichtung

Spannungsstufe am Netzgerät U_N/V	0	2	4	6	8	10	12
Spannung an der LED U_{Sp}/V	0	0,65	1,25	1,95	2,5	3,1	3,7
Stromstärke I_{Sp}/mA	0	0	0	0	0	0	0

Auswertung

1. Vergleiche Abb. 3.
2. Der Durchlassstrom setzt erst bei einer Spannung $U_D > 1,2 \text{ V}$ ein. Wenn ein Durchlassstrom fließt, erzeugt die Diode rotes Licht, dessen Intensität bei zunehmender Stromstärke steigt. In Sperrrichtung fließt bis zu einer Spannung von ca. 4 V kein Strom. Die Kennlinie einer Leuchtdiode ähnelt der einer Silizium-Diode; die Durchlassspannung liegt aber etwa bei dem doppelten Wert.
3. Die von der Leuchtdiode aufgenommene maximale Leistung beträgt

$$P_{\max} = U_{D, \max} \cdot I_{D, \max}$$

$$P_{\max} = 1,7 \text{ V} \cdot 10,5 \text{ mA} = 17,85 \text{ mW.}$$

Die im Experimentiersatz verwendeten Glühlampen haben eine Nennleistung von

$$P_1 = 12 \text{ V} \cdot 0,1 \text{ A} = 1,2 \text{ W}$$

bzw.

$$P_2 = 6 \text{ V} \cdot 0,5 \text{ A} = 3 \text{ W}$$

bzw.

$$P_3 = 4 \text{ V} \cdot 0,04 \text{ A} = 160 \text{ mW.}$$

Die Leuchtdioden benötigen wesentlich weniger elektrische Energie.

4. Die Diode leuchtet, wenn Strom durch sie fließt. Das ist nur der Fall, wenn sie in Durchlassrichtung geschaltet ist. Die Anode weist dann zum Pluspol der Stromquelle.

(Welche Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten haben Leuchtdioden?)

5. Wenn eine Wechselspannung angelegt wird, dann ist die Diode in schnellem Wechsel in Durchlass- oder in Sperrrichtung geschaltet, unabhängig davon, wie sie in die Schaltung eingebaut ist. Deshalb leuchtet sie in beiden Fällen.
6. Die Diode wird mit Vorwiderstand an die Stromquelle angeschlossen und dann um 180° gedreht erneut angeschlossen. Wenn sie in beiden Fällen leuchtet, dann handelt es sich um eine Wechselstromquelle. Leuchtet sie nur in einem Fall, dann ist es eine Gleichstromquelle und der Pluspol ist dort, wo die Anode der Diode hinweist, wenn sie leuchtet.

Anmerkung

Die Bestimmung der Art und Polarität einer Stromquelle kann in der beschriebenen Weise nur dann vorgenommen werden, wenn die Spannung mindestens so hoch ist, dass die Diode leuchtet, aber die zulässige Sperrspannung der Diode nicht überschritten wird. Ist die Spannung zu hoch, dann kann durch einen Spannungsteiler eine für die Diode ungefährliche Spannung eingestellt werden.

Abb. 3

