

Diodenkennlinien / Gleichrichterwirkung von Dioden

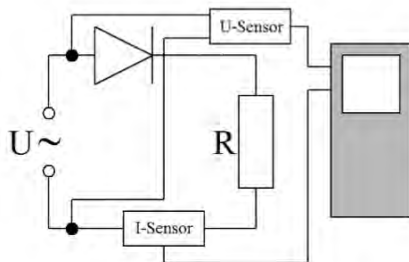
Dioden sind einfache Halbleiter-Bauelemente, die in einer großen Vielfalt im Einsatz sind. Exemplarisch sollen in diesem Versuch die Kennlinien einer Silizium-Diode, einer Germanium-Diode und einer (am besten blauen) Leuchtdiode aufgenommen und miteinander verglichen werden. Zusätzlich sollen die Auswirkungen der Charakteristiken auf die Verwendung als Gleichrichter verdeutlicht werden.

Material

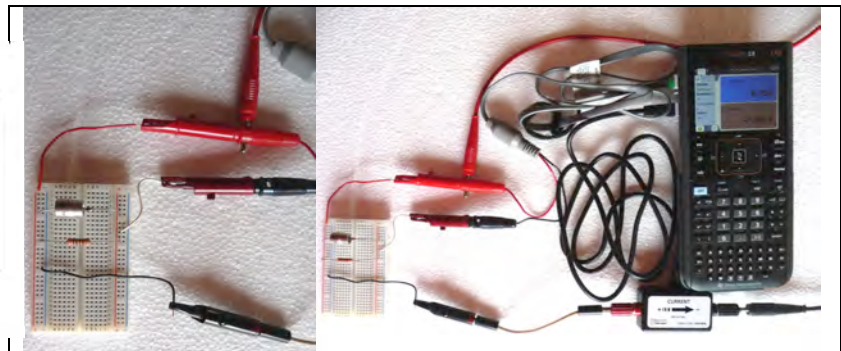
- Ge-Diode mit Vorwiderstand ca. 100 Ω
- Si-Diode und blaue LED mit Vorwiderstand ca. 200 Ω
- Wechselspannung ca. 4V (Netzteil, Schalttafel, Aufbautransformator)
- (Taschen-)Computer mit Messwerterfassung (hier TI-Nspire™ CX mit Lab Cradle™)
- 2 Spannungssensoren (z. B. Voltage Probe, VP-BTA)
- Stromsensor (z. B. DCP-BTA)

Versuch 1 – Diodenkennlinien

Versuchsaufbau



Schaltplan 1



Aufbau – Versuch 1

Um sowohl den Durchlassbereich als auch den Sperrbereich zu erfassen, wird Wechselspannung verwendet. Die Messung wird durch den Nulldurchgang der Wechselspannung ausgelöst (Triggerung) und dauert 0,02 s, also eine vollständige Periode.

Einstellungen

- Messmodus: Time Based (zeitbasiert)
- Messzeit: $1/50 \text{ s} = 0,02 \text{ s}$
- Messrate: 5000 Messungen pro Sekunde
- Start der Messung (Triggern): Spannungskanal, ansteigend (INCREASING), Schwellwert (THRESHOLD) 0 V
- Sensoren auf Null setzen, bevor das Netzgerät eingeschaltet wird

Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung

Zunächst werden Stromstärke- und Spannungsverlauf der Si-Diode erstellt. Die Daten sollten in die Applikation Lists & Spreadsheet übertragen werden (Abbildung 4), da sie in der Applikation Graphs besonders gut als Streudiagramm angezeigt werden können. Dabei erfolgt die Umbenennung in u1 und i1.

Anschließend werden ebenso die Kennlinien der Ge-Diode (run2; u2/i2) und der LED (run3; u3/i3) aufgenommen. Stellt man alle Kennlinien gemeinsam dar, so sind die unterschiedlichen Spannungen deutlich zu erkennen, ab denen die Dioden leitend werden (Schwellspannungen U_s): Si ca. 0,6 V, Ge ca. 0,25 und blaue LED ca. 2,5 V (Werte bauartabhängig). Letzteres entspricht einer Wellenlänge von ca. 596 nm und liegt damit am langwelligen Rand des blauen Bereiches. Ebenfalls gut zu sehen ist auch der unterschiedliche Anstieg der Kennlinien, insbesondere der flachere Verlauf bei der Ge-Diode, der auf einen höheren Innenwiderstand hinweist.

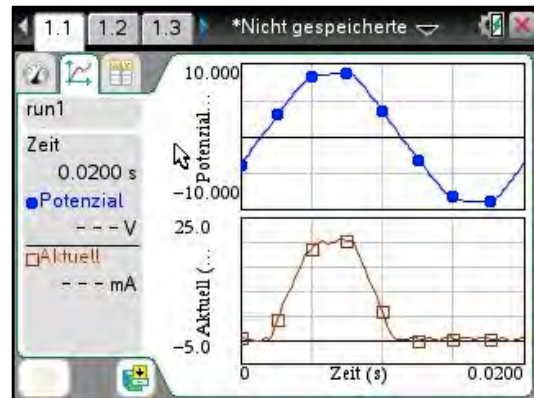
Ergänzungen

- Der Versuch kann auch mit mehreren andersfarbigen LEDs durchgeführt werden. Sind die Wellenlängen bekannt, kann man mithilfe der Schwellspannung die Planckkonstante bestimmen:

$$e \cdot U_s = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

- Die Zenerdiode hat einen sehr steilen Durchbruch im Sperrbereich. Diese Eigenschaft wird genutzt, um konstante Spannungen zu erzeugen, da sich diese sogenannte Zenerspannung in einem weiten Bereich bei der Fertigung der Diode einstellen lässt.

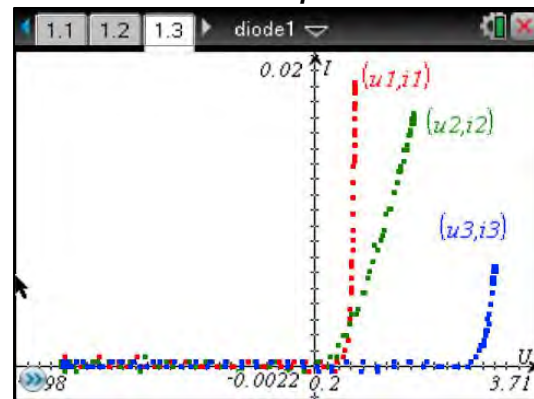
Vorbereitung und Durchführung: 45 Minuten



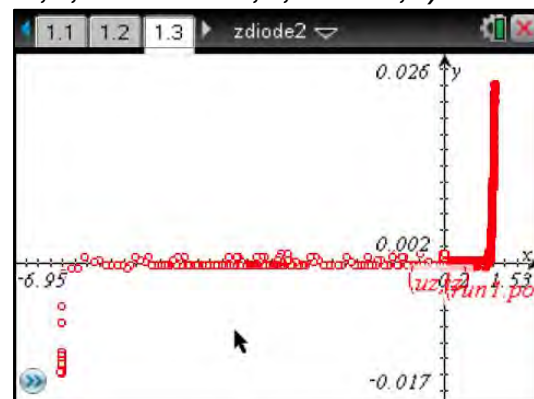
U(t)- und I(t)-Diagramm der Si-Diode

	u1	i1	u2	i2
1	-0.666959	0.000339	1.37627	0.012549
2	-0.425588	0.	1.42118	0.012888
3	-0.178604	0.000339	1.4717	0.013228
4	0.073993	0.000339	1.52222	0.013906
5	0.30975	-0.000339	1.56151	0.014923

Messdaten in Lists & Spreadsheet



Kennlinien der drei Dioden (Si-Diode: u1,i1; Ge-Diode: u2,i2; LED: u3,i3)

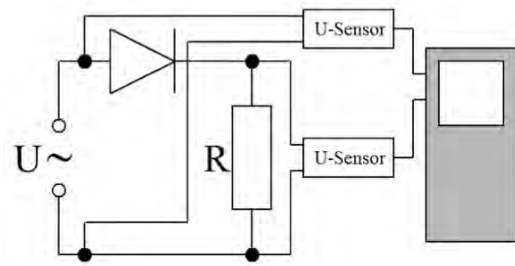


Kennlinie einer Zenerdiode

Versuch 2 – Gleichrichterwirkung von Dioden

Versuchsaufbau

Interessant ist die Gleichrichtung kleiner Wechselspannungen, da sich hier die Schwellspannung der Diode deutlich auswirkt. Mit der Schaltung 2 wird die Halbwellengleichrichtung untersucht. Dazu wird mit einem Spannungssensor die Wechselspannung erfasst, und statt des Stromsensors ist nun ein zweiter Spannungssensor parallel zum Widerstand für die Messung der pulsierenden Gleichspannung eingebaut. Zur besseren Sichtbarmachung der Gleichrichterwirkung wird diesmal über zwei Perioden der Wechselspannung hinweg gemessen.



Schaltplan 2

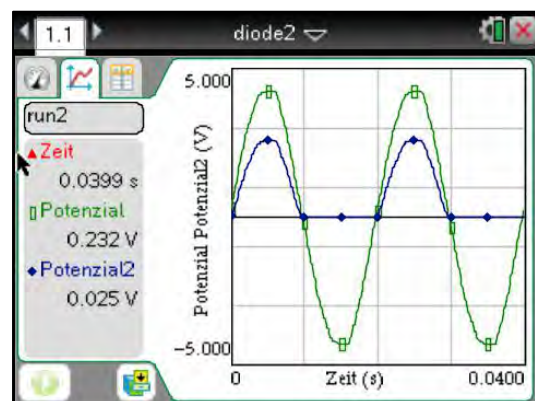
Einstellungen

- Messmodus: Time Based (zeitbasiert)
- Messzeit: $2/50 \text{ s} = 0,04 \text{ s}$
- Messrate: 10000 Messungen pro Sekunde
- Start der Messung (Triggern): Spannungskanal, ansteigend (INCREASING), Schwellwert (THRESHOLD) 0 V
- Sensoren auf Null setzen, bevor das Netzgerät eingeschaltet wird

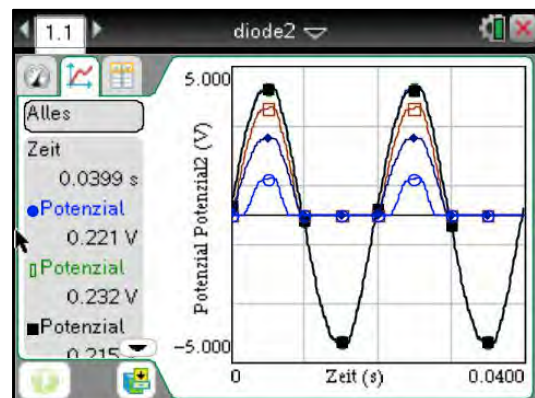
Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung

Wieder werden nacheinander die drei Dioden (Si, Ge, LED) in die Schaltung eingebaut, und es wird eine Messung durchgeführt, wie sie exemplarisch für die Ge-Diode dargestellt ist. Wegen der Triggerung sind die Graphen der Wechselspannung deckungsgleich, und man kann die pulsierenden Gleichspannungen gut miteinander vergleichen.

Die Darstellung lässt sich auch vergrößern, und nun ist deutlich der Einfluss der Schwellspannungen erkennbar, denn die Gleichrichtung beginnt bei der Ge-Diode fast unmittelbar nach dem Nulldurchgang, bei der Si-Diode etwas später und bei der LED mit einem sehr deutlichen Abstand. Der größere Innenwiderstand der Ge-Diode sorgt dann auch für einen insgesamt flacheren Verlauf. Die Si-Diode eignet sich also trotz der etwas größeren Schwellspannung gut für Gleichrichterzwecke.



Versuch 2 mit Ge-Diode

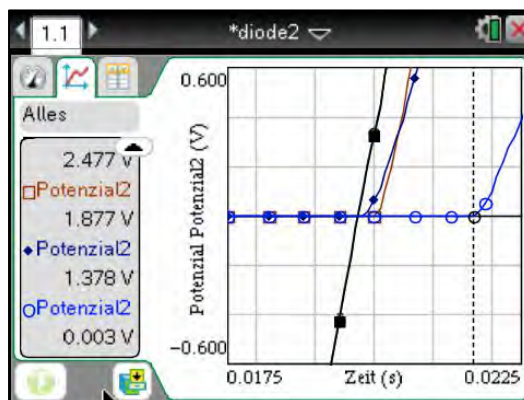


Versuch 2 mit verschiedenen Dioden

Ergänzungen

Die Schwellspannung lässt sich gut messen, indem man in die Graphik eine Markierung einfügt (senkrechte, gestrichelte Linie in der Abb.). Dazu bringt man den Cursor in das Graphikfenster und tippt das Touchpad an. Die Linie kann man mit den Cursortasten verschieben. Im Messwerte-Fenster werden dazu die passenden Messwerte aller Messreihen angezeigt. Auf dem Bild ist oben der aktuelle Spannungswert zu erkennen (2,477 V) sowie ganz unten die Teilspannung am Widerstand (0,003 V), also unmittelbar bevor die LED leitend wird. Die Schwellspannung beträgt also etwa 2,5 V.

Vorbereitung und Durchführung: 45 Minuten



**Vergrößerung der vorhergehenden Abb.:
Beginn der Gleichrichtung**