

E1 Kennlinien von Bauelementen

Grundlagen

Der elektrische Widerstand R eines Zweipols ist als Quotient zwischen anliegender Spannung U und dem dabei fließenden Strom I definiert.

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Für viele Materialien (z.B. Metalle bei konstanter Temperatur) ist der so definierte Widerstand praktisch eine Konstante, die Darstellung des Stromes über der anliegenden Spannung, die Kennlinie, linear.

Beim Stromtransport z.B. in Gasen oder in Halbleitern oder durch Grenzflächen (beispielsweise pn-Übergänge) oder wenn eine Eigenerwärmung des Materials durch den Stromfluss in Betracht gezogen wird, stellt der so definierte Widerstand keine Konstante dar und der Zusammenhang zwischen Spannung und Strom ist nichtlinear.

Für bestimmte Zwecke ist es in diesem Fall sinnvoll, den differentiellen Widerstand (Anstieg der Strom-Spannungskennlinie) bei konstanter Spannung zu definieren.

$$r = \frac{\partial U}{\partial I} \quad (2)$$

Die experimentelle Bestimmung der Kennlinie kann durch punktuelle Strom-Spannungsmessungen erfolgen, wobei ein verfälschender Einfluss der verwendeten Messgeräte durch einen geeigneten Schaltungsaufbau minimiert werden kann.

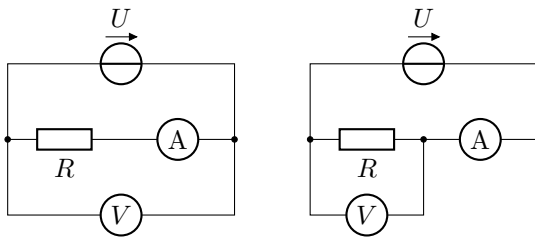


Abbildung 1: Strom- und spannungsrichtige Messschaltung

Bei der stromrichtigen Schaltung wird der Spannungsabfall über dem Amperemeter $I \cdot R_A$ mit gemessen. Sie ist demzufolge dann zu benutzen, wenn der Innenwiderstand des Amperemeters R_A vernachlässigbar gegenüber dem zu ermittelnden Widerstand ist.

Bei der spannungsrichtigen Schaltung wird der Fehlstrom U/R_V vom Amperemeter mit gemessen. Dieser ist dann vernachlässigbar, wenn der Innenwiderstand des Voltmeters R_V sehr viel größer als der zu ermittelnde Widerstand ist.

Wenn der Fehlstrom bzw. die Fehlspannung nicht vernachlässigbar ist, können die gemessenen Werte nachträglich korrigiert werden.

Die direkte Darstellung der gesamten Strom-Spannungskennlinie kann mit Hilfe eines Oszilloskops erfolgen. Dazu kann eine der beiden in Abb. 1 verwendeten Schaltungen benutzt werden. Anstelle der dort benutzten Gleichspannung wird jedoch eine periodisch linear ansteigende bzw. abfallende Wechselspannung (Sägezahn- oder Dreieckspannung) benutzt. Zur Darstellung der Kennlinie wird ein Oszilloskop im x-y-Betrieb benutzt. Das Voltmeter wird durch den x-Eingang des Oszilloskops ersetzt. Der Strom wird als Spannungsabfall über einem geeigneten Widerstand, welcher das Amperemeter ersetzt, am y-Eingang des Oszilloskops gemessen.

Versuchsvorbereitung

- Gesetzmäßigkeiten bei Reihen- und Parallelschaltung im Gleichstromkreis
- Aufbau und Innenwiderstände von Messgeräten
- Begründen Sie die Wahl von strom- bzw. spannungsrichtiger Schaltung bei der Bestimmung großer bzw. kleiner Widerstände!

Ermitteln Sie den systematischen Fehlers bei der Bestimmung eines Widerstandes mit $R = 100 \text{ k}\Omega$ bzw. $R = 10 \Omega$ für beide Schaltungsarten. Der Innenwiderstand des Voltmeters betrage $R_V = 100 \text{ k}\Omega$ des des Amperemeters $R_A = 10 \Omega$.

- Welche Schaltungsart sollte bei Durchlass- bzw. Sperrrichtung einer Diode Verwendung finden?
- Arbeit und Leistung im Gleichstromkreis, Kirchhoffsche Gesetze, Spannungs- und Stromteilerregel
- Kennlinien von Dioden, LEDs, Zenerdioden, Tunnelioden

Aufgaben

- Messen Sie die Innenwiderstände der verwendeten Messgeräte in den verschiedenen Messbereichen!
- Bestimmen Sie den Widerstandswert von verschiedenen Widerständen jeweils mittels der strom- und der spannungsrichtigen Messschaltung.
Korrigieren Sie die ermittelten Werte. Führen Sie eine Fehlerschätzung durch.
- Bestimmen Sie durch punktuelle Messung von Strom und Spannung die Kennlinien verschiedener Zweipole

(ohmsche Widerstände und verschiedene Dioden) und stellen Sie diese grafisch dar! ¹

- Bestimmen Sie den differentiellen Widerstand der Diode im Sperr- und Durchlassbereich!
- Erstellen Sie Oszillogramme der Kennlinien aller verwendeten Zweipole!

¹Beachten Sie die unterschiedliche Schaltungswahl in Durchlass- und Sperrrichtung einer Diode!