

Versuchsprotokoll Test

Florian Hirche

17. Dezember 2024

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Dieser Versuch befasst sich mit den grundlegenden Eigenschaften von Spannungsquellen und Widerständen sowie mit ihrer Analyse durch verschiedene Schaltungen. Ziel ist es, Konzepte wie Leerlaufspannung, Innenwiderstand und Klemmenspannung praktisch zu untersuchen.

Zudem wird die Funktionsweise von Spannungsteilern und die Messung von Widerständen mithilfe von Strom- und Spannungsmessgeräten sowie der Wheatstoneschen Brückenschaltung behandelt. Ein weiterer Fokus liegt auf der Untersuchung der Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands verschiedener Materialien.

2 Theorie

2.1 Spannungs- und Stromteiler

Ideale Spannungsquelle \Rightarrow keinen Innenwiderstand
reale Spannungsquelle, hat Innenwiderstand \Rightarrow Spannungsabfall in Stromquelle $U_i = R_i \cdot I$, also von I abhängig

Klemmspannung U = Spannung mit Spannungsabfall Leerlaufspannung U_0 = Spannung ohne Spannungsabfall, denn für $R_a \rightarrow \infty \Rightarrow U \rightarrow U_0$

Die Klemmenspannung U beträgt:

$$U = U_0 - U_i = U_0 R_i \cdot I = U_0 \cdot \frac{R_a}{R_a + R_i} \quad (232.1)$$

Sie ist lastabhängig. Für eine gegebene Spannungsquelle sind 0 und i.a. Konstanten. ist differentiell definiert: $U = U_0 - U_i$

232.1.2 Messgeräte Drehspulgalvanometer Drehspulgalvanometer, siehe Versuch 236

Ströme lassen sich mithilfe von Drehspulgalvanometern messen; wird die Spule von einem elektrischen Strom durchflossen, kommt es zu einer Auslenkung des Zeigerinstruments, die proportional zur Stromstärke ist. Durch das Nutzen bekannter Widerstände lässt sich der gemessene Strom in Spannung umrechnen.

Mavometer (Milliampere-Volt-Meter) Ein spezielles Drehspulgalvanometer, dass je nach Schaltung Strom oder Spannung messen kann

![[Abb.232.2 Aufbau Mavometer.png]]

* Shunt (parallel): kann zur Umleitung von Strom genutzt werden, damit man nur x^* Vorwiderstand (in Reihe): kann zur Verringerung der Spannung am Galvanometer benutzt werden 232.1.3 Spannungsteiler- und Potentiometerschaltung

![[Abb.232.3 Spannungsteiler Potentiometerschaltung.png]]

Häufig möchte man sich mit einer vorhandenen Spannungsquelle U_0 eine geeignete Klemmenspannung U_K herstellen. Dies kann man entweder durch eine Spannungsteilerschaltung (1 und 2 fest) oder durch eine Potentiometerschaltung, bei der sich der Gesamtwiderstand $= R_1 + R_2$ kontinuierlich teilen lässt (Abb. 232.3) realisieren. Einstellbare Spannungsteiler sind häufig so ausgebildet, dass man statt der Widerstandswerte (oder) dazu proportionale Größen wie z.B. eine Länge (beim Schiebewiderstand) oder Skalenteile (beim Helipot = helixförmig gewickeltes Langdrahtpotentiometer) abliest.

232.1.4 Kompensationsschaltung ![[Abb.232.4 Kompensationsschaltung nach Poggen-dorff.png]] Stromlos = Leerlaufspannung einer unbekannten Spannungsquelle (hier Batterie) kann ermittelt werden

Wir verstellen R_y durch das Potentiometer, so dass

$$U_{\text{unbekannt}} = U_y = R_y I$$

die Gleichheit der Spannungen kann man an dem Stromfluss am Amperemeter ablesen. Fließt kein Strom, so sind die Spannungen gleich (Durch R_y fließt Strom!)

Ist dieser Zustand erreicht, muss die angelegte Spannung gleich der unbekannten Spannung (hier: der Batterie) sein. Da die Messung der unbekannten Spannung durch diese Methode stromlos funktioniert (das Strommessgerät zeigt keinen Ausschlag mehr!) kann so vergleichsweise einfach die Leerlaufspannung einer Spannungsquelle gemessen werden. Das Weston-Element mit bekannter Spannung dient zur Kalibration des Spannungsteilers.

232.1.5 Wheatstonesche Brücke ![[Abb.232.5 Wheatstonesche Brücke.png]] Die „Wheatstonesche Brücke“ kann für jegliche Messungen von elektrischen Widerständen gebraucht werden. Dabei werden zwei Spannungsteiler parallel geschaltet und durch ein Strommessgerät miteinander „verbunden“ (Abb. 232.5). Ist das Verhältnis der Widerstände der Spannungsteiler gleich groß, herrscht auf beiden Seiten das gleiche Potential und es fließt kein Strom zwischen ihnen. Aus den Verhältnissen können nun beliebige (die Widerstände betreffende) Größen berechnet werden (z.B. die Größe eines unbekannten Widerstands oder relative Widerstandsänderungen). Die Wheatstonesche Brückenschaltung wird bspw. oft

wird der Widerstand wegen $\sigma = 1/\rho$ angesetzt zu: $\rho = 0 \cdot e \cdot G^{-2}$. (232.7) Um einen Eindruck von der Größenordnung der Gap-Energien G zu bekommen, hier ein paar Beispiele: Die meisten PTC-Widerstände bestehen aus dotierten polykristallinen Keramiken. Die Keramiken weisen einen hohen elektrischen Widerstand auf, durch die Dotierung bekommen die Materialien jedoch gewisse Halbleitereigenschaften. Unterhalb und oberhalb der sog. materialspezifischen Curie-Temperatur sind die elektrischen Eigenschaften stark verschieden. Bei kleinen Temperaturen zeigen PTC-Widerstände ein NTC-Verhalten. Nach Durchschreiten eines minimalen Widerstandswertes, kommt es jedoch wieder zu einem Anstieg. Nähert man sich der Curie-Temperatur, kommt es durch den Phasenübergang zu einem rasanten Anstieg des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur. Nach Erreichen eines Maximalwertes stellt sich schließlich wieder NTC-artiges Verhalten ein. Insgesamt ergibt sich also ein hochgradig nichtlineares Verhalten.