**Aufgabe:** Ermittle die Widerstandswerte ohmscher Widerstände mit Hilfe der Wheatstone’schen Brückenschaltung!

**Vorbetrachtungen:**

1. Zwei Widerstände R1 und R2 werden **a) in Reihe** und **b) parallel** zu einer Spannungsquelle UQ geschalten. Zeichne die zugehörigen Schaltpläne mit Strom- und Spannungsmessgeräten und gib jeweils die Gleichung zur Berechnung des Ersatzwiderstandes Rers an!
2. Gib für Aufgabe 1 die Größe aller Ströme, Spannungen und die jeweiligen Ersatzwiderstände an, wenn folgende Größen gegeben sind: UQ = 10,0 V, R1 = 50,0 Ω; R2 = 80,0 Ω.
3. Lies dir den Anhang zur Wheatstone’schen Brückenschaltung durch. Leite die Gleichungen [1] und [2] her, begründe dabei die jeweiligen Schritte durch Angabe von physikalischen Gesetzmäßigkeiten und mathematischen Regeln! Stelle [2] so um, dass Rx berechnet werden kann!
4. Eine Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit der Wheatstone’schen Brückenschaltung ist die richtige Wahl des bekannten Widerstandes R. Ermittle den Fehler in Prozent, der sich für 1,0 mm Ableseungenauigkeit der Länge l1 (l2 = l0 - l1) bei einem Draht der Länge l0 = 100,0 cm ergibt, für die Fälle:

**I.** Rx = ¼ R **II.** Rx = 2/3 R **III.** Rx = R **IV.** Rx = 3/2 R  **V.** Rx = 4 R.

Welche Schlussfolgerung ergibt sich für die Wahl des bekannten Widerstandes R?

**Geräte und Hilfsmittel**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. 1 Netzgerät 2. Konstantandraht (d = 0,20 mm, l = 1,00 m) 3. 2 unbekannte Widerstände Rx1 und Rx2 4. 4 Hirschmannstecker | 1. 2 Steckwiderstände   (R = ...Ω)   1. Rasterplatte 2. Strommesser (analog) | 1. 1 Krokodilklemme, Kabel 2. Maßstab 3. 2 Tischklemmen 4. 2 Isolierstäbe |

**Merke:**

**Wer durch unsachgemäße Behandlung oder wegen schlechter Vorbereitung ein Gerät schlachtet, zahlt einen vom Lehrer festzulegenden Betrag in eine Gemeinschaftskasse. Eine Sicherung kostet 0,50 DM.**

**Hinweise zur Versuchsdurchführung:**

1. Baue die Wheatstone’sche Brückenschaltung nach Abb. 2 im Anhang auf. Verwende vorerst als Widerstände Rx und R zwei bekannte Widerstände unterschiedlicher Größe. Verbinde die Punkte C und D mit dem Stromstärkemessgerät und stelle das Messgerät auf Nullpunkt-Mittelpunktslage. Achte dabei darauf, dass der Zeiger vor Beginn der Messung wirklich auf Null steht. Ist dies nicht der Fall, so lässt sich die Zeigerlage mit der Stellschraube rechts korrigieren. Lege eine Spannung UQ = 2,00 V an.
2. Verschiebe nun den Abgriff G am Widerstandsdraht so lange, bis das Messgerät keinen Strom mehr anzeigt. Bestimme die Lage des Abgriffs durch Messung von l1 und l2. Welche Beziehung ergibt sich zwischen den Leiterlängen l1 und l2 und den verwendeten Widerständen Rx und R? Vergleiche dazu mit den Vorbetrachtungen.
3. Ermittle nun die Widerstandswerte unbekannter Widerstände. Führe dazu analog zu 1. entsprechende Messungen durch, indem du den Widerstand Rx durch unbekannte Widerstände ersetzt. Miss so folgende Widerstände und fertige eine Tabelle an!

**a)** Widerstand Rx1 **b)** Widerstand Rx2 **c)** Reihenschaltung von Rx1 und Rx2 **d)** Parallelschaltung von Rx1 und Rx2

Um Messfehler auszuschließen, führe die Messung für jeden Widerstand dreimal hintereinander aus und bilde den Mittelwert! Weichen die gemessenen Werte stark voneinander ab, so ist eine erneute Messung angebracht!

* 1. Miss die Widerstände Rx1 und Rx2 mit Hilfe eines Widerstandsmessgeräts und gib den prozentualen Fehler zu den mit der Brückenschaltung gemessenen Werten an!

**Auswertung der Ergebnisse:**

1. Die Ergebnisse der Widerstandsmessungen von **2.1. c)** und **d)** sind mit Hilfe der Kirchhoff’schen Gesetze aus den Ergebnissen von **2.1. a)** und **2.1.b)** zu berechnen und zu vergleichen.
2. Nenne mögliche Ursachen für Abweichungen der Widerstandswerte.
3. Welche Vorteile besitzt die Brückenschaltung bei der Messung von Widerständen gegenüber einer Strom- und Spannungsmessung und anschließender Berechnung von R durch R = U/I? In welchen Fällen versagt die Wheatstone’sche Brücke?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Datum: |  | Bearbeiter: |
| Klasse: |  | Mitarbeiter: |

**Aufgabe:**

**Antworten zu den Vorbetrachtungen:**

**zu 2:**

**a) Reihenschaltung:**

Rers = 130 Ω, I = UQ/Rers = 0,0769 A, U1 = 3,845 V, U2 = 6,155 V

**b) Parallelschaltung:**

Rers = 30,8 Ω, Iges = 0,325 A, I1 = 0,200 A, I2 = 0,125 A, U = UQ = 10,0 V

**zu 4:**

**I.** 0,6 % **II:** 0,4 % **III:** 0,4 % **IV:**  0,4 % **V:** 0,6 %

**Geräte und Hilfsmittel:**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**Messwerte:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Messung** | **l1 in mm** | **l2 in mm** | **R in Ω** | **Rx in Ω (Brücke)** | **Rx in Ω (Vergleichswert)** | **Abweichung in %** |
| **Rx1** |  |  |  |  |  |  |
| **Rx2** |  |  |  |  |  |  |
| **Reihe** |  |  |  |  |  |  |
| **Parallel** |  |  |  |  |  |  |

**Die Wheatstone’sche Brückenschaltung**

Die Wheatstone’sche Brückenschaltung ist eine sehr wichtige Methode zur genauen Bestimmung eines unbekannten Widerstandes Rx. Hierbei wird der unbekannte Widerstand Rx mit anderen bekannten Widerständen verglichen.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| **Abb. 1:** Prinzip einer Wheatstone-Brücke zur Be-  stimmung des unbekannten Widerstandes Rx  R2 ... verstellbarer Widerstand | **Abb. 2:** Analoge Methode mit einem Draht,  da der Widerstand entlang des Drahtes  proportional zur Länge ist. |

Der unbekannte Widerstand Rx wird mit einem genau bekannten Widerstand R in Reihe geschaltet. Parallel dazu liegt eine zweite Kombination R1 und R2. An die beiden Zweige wird eine Spannungsquelle UQ gelegt, so dass ein Strom I fließen kann, der sich nach dem 1.Kirchhoff’schen Gesetz in zwei Zweigströme IA und IB aufteilt. Die Punkte C und D werden überbrückt und der Strom in der Verbindung gemessen. Man ändert nun das Verhältnis R1 : R2 so lange, bis kein Strom mehr zwischen C und D fließt, da bei korrektem Abgleich der Widerstände keine Spannung mehr zwischen diesen Punkten anliegt. (Man kann die Schaltung als zwei von derselben Spannungsquelle UQ gespeiste Spannungsteilerschaltungen (Potentiometerschaltungen) auffassen. Es gilt dann: UAC = UAD und UBC = UBD).

Nach dem 2. Kirchhoff’schen Gesetz gilt nun:



Ersetzt man nun nach Abb. 2 die Widerstände R1 und R2 durch einen gleichmäßig dicken Draht, auf dem sich ein Schleifkontakt befindet, dann gilt wegen R ~ l aus :

. [2]

Der in der Schaltung verwendete Strommesser wird als Nullinstrument bezeichnet, da der Nullpunkt in der Mitte der Skala liegt, so dass der Zeiger nach beiden Seiten ausschlagen kann. In dieser Nulllage ist das Gerät besonders empfindlich, die Teilstriche der Skala sind dort weit auseinandergezogen. Daher ist die Anzeige für kleinste Ströme sehr genau.

**Anwendungen der Wheatstone-Brücke:**

* Widerstandsmessung
* Messung von Spannungsänderungen in einem Regelkreis
* In Dehnungsmessstreifen wird die Widerstandsänderung durch die Deformation des Widerstandes zur Kraftmessung benutzt. Dies wird beispielsweise in sogenannten walk pads zur Bestimmung der Kraftverteilung eines Fußabdrucks ausgenutzt.