



Versuch 4

Messen nichtelektrischer Größen und kleinster Widerstände

Gruppe:

Tisch:

Versuchsdatum:

____ . ____ . ____

Teilnehmer:

Korrekturen:

Testat:



Lernziel

Ziel ist die Auseinandersetzung mit der messtechnischen Bedeutung der Wheatstone-Brücke. Dabei soll die Brückenschaltung in ihren beiden prinzipiellen Betriebsarten verstanden werden nämlich als

- Abgleichbrücke und
- Anzeigebrücke.

In der Brückenschaltung kommen beispielhaft zwei Widerstandssensoren zum Einsatz:

- temperaturabhängige Widerstände (Metall (Pt) und NTC)
- kraftsensitive Dehnungsmessstreifen-Widerstände (DMS).

Ziel des Versuchs ist es, das theoretische Wissen um die unterschiedlichen physikalischen Abhängigkeiten dieser Sensoren in anwendungsorientierten Versuchen nachzuvollziehen und zu festigen. Hierbei soll auch verstanden werden, warum zur Erhöhung der Empfindlichkeit die Sensoren in einer Wheatstone-Brücke verschaltet werden.

Vorzubereitende Themen

- Dehnungsmessstreifen (DMS)
- temperaturabhängigkeit des Widerstandes von Metallen und NTC-Materialien
- Messung von Widerständen in einer Brückenschaltung, Anzeigebetrieb und Brückenabgleich, Vollbrücke
- Messung sehr kleiner Widerstände mit der Vierleiter-Anschluss technik

Vorausberechnungen

Berechnen Sie unter Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit eines Pt-100 Widerstandes

$R(\vartheta) = R_0 \cdot [1 + \alpha \cdot \vartheta + \beta \cdot \vartheta^2]$ die Temperatur ϑ bei $R(\vartheta) = 115,0\Omega$, $130,0\Omega$ und $160,0\Omega$

($\alpha = 3,90802 \cdot 10^{-3}/^\circ\text{C}$, $\beta = -0,580195 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}^2$, $R_0 = 100,0\Omega$).

Stellen Sie $R(\vartheta)$ für den obigen Bereich - im DIN A4 Format - grafisch dar!

Regeln zur Versuchsdurchführung und Protokollerstellung

⇒ siehe Durchführungshinweise zum Praktikum !



1. Waage mit vier DMS in Vollbrückenschaltung

Ziel: Waage für den Messbereich: $0\text{g} \leq m \leq 200\text{g}$

Messaufbau: Biegestab mit vier DMS-Widerständen ($R \approx 600\Omega$; $I_{\max} = 20\text{mA}$) als Vollbrücke, Betriebsspannung $U_B < 10\text{V}$, U_{ab} ist die Brückenspannung.
Parallel zu einem DMS wird eine Widerstandsdekade geschaltet (für Nullabgleich).

Kalibrieren der Brücke und Messung:

1. Aufgrund geringer Unterschiede in den Widerstandswerten der DMS sowie der Vorspannung des Biegestabes durch sein Eigengewicht ist die Brückenspannung im unbelasteten Zustand nicht exakt 0V. Mit Hilfe des Dekadenwiderstandes muss die *unbelastete* Brücke daher zunächst auf 0V abgeleichen werden.

Überlegen Sie, zu welchem DMS die Dekade parallel zu schalten ist und in welcher Größenordnung der Widerstandswert etwa liegen könnte.

2. Im Anschluss daran muss die Betriebsspannung der Brücke so eingestellt werden, dass sie die gewünschte Empfindlichkeit von 10mV/kg hat (Kalibrierung).
Wie groß ist dann die Betriebsspannung U_B ?
3. Die Kennlinie $U_{ab}(m)$ ist grafisch darzustellen.
4. Ermitteln Sie die (relative) Verstimmung r bei $m = 200\text{g}$.

2. Temperaturmessungen

Teil A: Messung

Die Brückenschaltung ist gemäß Abb.1 aufzubauen:

Es gilt: U_B ca. 6,0V

R_x : Pt-100 des Messobjekts,

R_2 : Widerstandsdekade,

$R_3 = 100,0 \Omega$ und $R_4 = 1000,0 \Omega$ (Präzisionswiderst.)

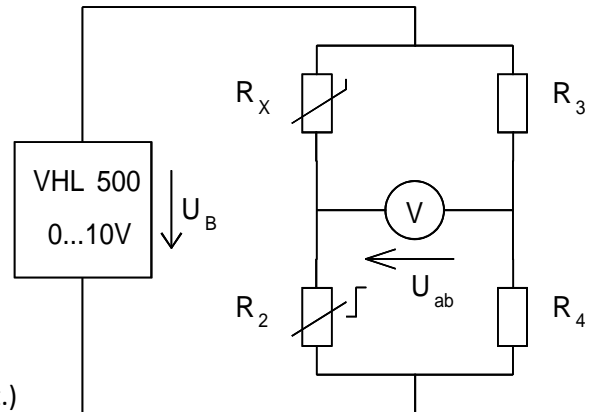


Abb. 1

An jeder Messposition sind – **möglichst zeitgleich** – folgende Messwerte aufzunehmen und in einer Tabelle festzuhalten:

- Widerstandswert des Pt-100 durch Brückenabgleich,
- Widerstandswert des NTC durch direkte Widerstandsmessung (Ohmmeter),
- Temperaturmessung direkt mit einer Pt-Sonde und dem MetraHit 18S (Temperaturmessbereich).

Teil B: Auswertung (alle Ergebnisse sind in eine Tabelle einzutragen)

zu a) Pt-100 (Messbrücke):

Berechnen Sie aus dem gemessenen R_x die zugehörigen Temperaturen ϑ_x .

Stellen Sie die Messergebnisse in einer Tabelle **und gleichzeitig in der vorausberechneten Kennlinie $R_x = f(\vartheta_x)$** dar.

zu b) NTC:

Stellen Sie unter Verwendung der unter Teil A gemessenen Temperaturen die 5 Widerstandswerte $R(T)$ grafisch dar:

Ordinate: $R(T)/\Omega$ in logarithmischer Teilung,
Abszisse: Temperatur T.

zu c) Pt- Sonde als Referenz (Direktmessung mit MetraHit 18S):

Vergleichen Sie die Temperaturen aus a) mit denen der Pt- Sonde.

Welche Zeit braucht die Sonde etwa, um sich auf einen stationären Endwert einzustellen?



3. Messung sehr kleiner Widerstände

Mit Hilfe der nebenstehenden Schaltung soll der Widerstand einer **Drahtprobe** R_x ohne Verfälschung durch Kontaktwiderstände aus der Messung der Spannungen U_N und U_x ermittelt werden. Benutzen Sie dazu einen Normalwiderstand $R_N = 1,0\Omega (\pm 0,02\%)$.

Der Strom ist durch einen Vorwiderstand R_v auf $I_{\max} = 100\text{mA}$ zu begrenzen. Der Spannungsmesser soll mit einem 2-poligen Umschalter an U_N bzw. U_x angeschlossen werden.

- Bestimmen Sie R_x .
Skizzieren Sie den **genauen Messaufbau**, aus dem die Vierleiteranschluss-Technik hervorgeht.
Geben Sie R_x mit rel. Messunsicherheit an.
- Überprüfen Sie den unter a) gemessenen Wert von R_x mit einem Milliohmometer.
- Berechnen Sie daraus den spezifischen elektrischen Leitwert σ aus der Drahtlänge und dem Durchmesser (Einheit: $\text{m}/\Omega \text{ mm}^2$).

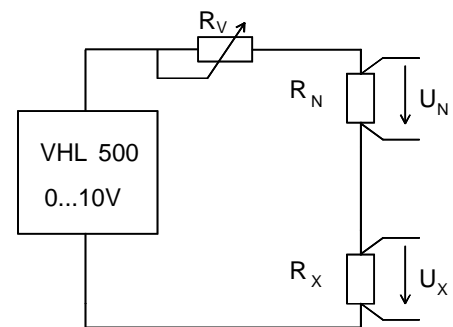


Abb. 2

Geben Sie σ an.

Um welches Material könnte es sich handeln?