


Department Informations- und Elektrotechnik	Labor für Grundlagen der Elektrotechnik	 Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg Hamburg University of Applied Sciences
Studiengruppe:	<b>EE1- ETP1 Labor 3</b>	Protokollführer (Name, Vorname):
Übungstag:		Weitere Übungsteilnehmer:
Professor:	Testat:	
<b>Brückenschaltungen</b>		

BRM 09/10, KPL 04/12, DHL 11/13

## 1. Einführung

In diesem Versuch soll eine Wägeeinrichtung mit Hilfe der Wheatstone'schen Brückenschaltung entworfen und untersucht werden. Dieser Versuch soll verdeutlichen, unter welchen Bedingungen die Empfindlichkeit der Brückenschaltung erhöht werden kann.

## 2. Bestimmung des Widerstands eines Dehnungsmessstreifens

In diesem Versuch ist der Widerstandswert  $R_1$  eines der 4 Dehnungsmessstreifen-Widerstände auf dem zunächst unbelasteten Biegebalken mit dem Digitalmultimeter METRAHit TECH oder alternativ dem METRAHit 18S zu messen.

Der Biegebalken ist jetzt mit einer Masse von  $m = 200 \text{ g}$  zu belasten. Der Widerstand  $R_1$  des Dehnungsmessstreifens ist erneut mit dem Digitalmultimeter METRAHit zu messen.

Die aufgetretene Widerstandsänderung (unbelastet / belastet) ist zu bestimmen und zu begründen.

### 3. Bestimmung des Widerstands eines Dehnungsmesstreifens nach dem Abgleichverfahren mit einer Wheatstone'schen Messbrücke

Es ist eine Brückenschaltung gemäß der Abb. 1 aufzubauen und abzugleichen. Als Widerstand  $R_1$  wird der Widerstand  $R_1$  der 4 Dehnungsmesstreifen-Widerstände des unbelasteten Biegebalkens verwendet.

Das Ziel dieser Messung ist, den Widerstand  $R_1$  unter der Abgleichbedingung und der Kenntnis der 3 Widerstände  $R_2$ ,  $R_3$  und  $R_4$  zu bestimmen.

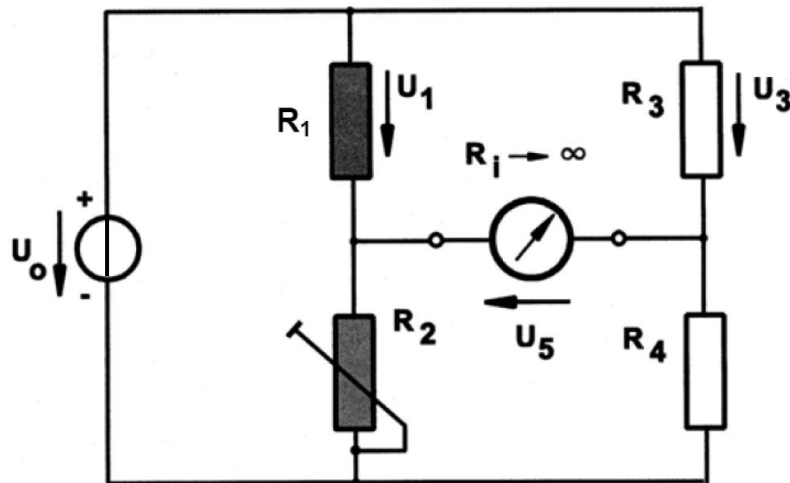


Abb. 1: Messschaltung zur Bestimmung von  $R_1$

Der Widerstand  $R_2$  wird mit Hilfe einer Präzisions-Widerstandsdekade Typ 4107 aufgebaut. Die Referenzwiderstände  $R_3$  und  $R_4$  sind Präzisionswiderstände mit  $1\text{ k}\Omega$  (0,02% Toleranz) aus dem hps Board. Die Versorgungsspannung beträgt  $U_0 = 6\text{ V}$ . Die Spannung  $U_5$  wird mit dem Digitalmultimeter gemessen.

Führen Sie jetzt den Abgleich der Brückenspannung  $U_5$  auf 0 V durch, in dem Sie den Widerstand  $R_2$  der Präzisions-Widerstandsdekade verändern.

Wie groß ist der unbekannte Widerstand  $R_1$  des Dehnungsmesstreifens?

## 4. Ermittlung der Übertragungsfunktion der Wheatstone'schen Messbrücke

Es ist eine Brückenschaltung gemäß der Abb. 2 aufzubauen und zu untersuchen. Die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  werden mit 2 Präzisions-Widerstandsdekaden Typ 4107 aufgebaut. Die Referenzwiderstände  $R_3$  und  $R_4$  sind Präzisionswiderstände mit 0,02% Toleranz aus dem hps Board. Die Versorgungsspannung beträgt  $U_0 = 6\text{ V}$ . Die Spannung  $U_5$  wird mit dem Digitalmultimeter METRAHit gemessen.

Das Ziel dieser Messung ist, die Empfindlichkeit und den Linearitätsfehler der Brückenschaltung bei unterschiedlichem Widerstandsverhältnis  $R_4/R_3$  zu bestimmen.

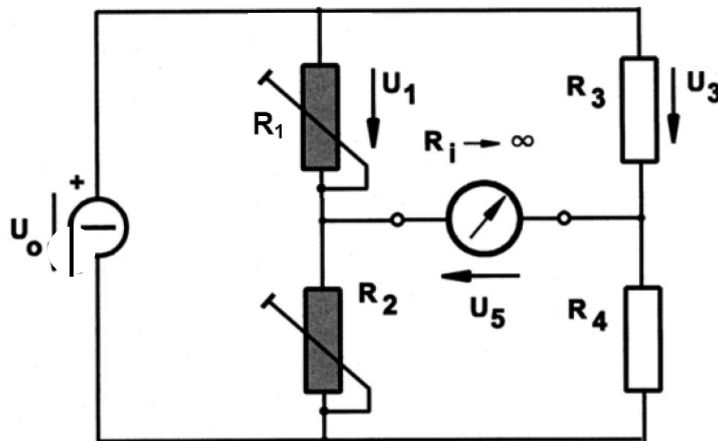


Abb. 2: Messschaltung zur Bestimmung der Übertragungsfunktion

- a) Wählen Sie das Widerstandsverhältnis  $R_4/R_3 = 1\text{ k}\Omega / 1\text{ k}\Omega$ . Stellen Sie die Widerstandsdekade von  $R_1$  auf  $700\ \Omega$  ein und verändern Sie  $R_2$  so lange, bis die Brücke abgeglichen ist ( $U_5$  möglichst nahe an  $0\text{V}$ ).  $R_2$  wird danach nicht mehr verändert. Variieren Sie jetzt  $R_1$  zwischen  $400\ \Omega$  und  $1,3\text{ k}\Omega$  in  $100\ \Omega$ -Schritten und messen Sie die sich einstellende Brückenspannung  $U_5$ .

Tragen Sie  $U_5 = f(R_1)$  in ein Diagramm ein.

- b) Wählen Sie das Widerstandsverhältnis  $R_4/R_3 = 100\ \Omega / 1\text{ k}\Omega$ . Stellen Sie die Widerstandsdekade von  $R_1$  auf  $700\ \Omega$  ein und verändern Sie  $R_2$  so lange, bis die Brücke abgeglichen ist ( $U_5$  möglichst nahe an  $0\text{V}$ ).  $R_2$  wird danach nicht mehr verändert. Variieren Sie jetzt  $R_1$  zwischen  $400\ \Omega$  und  $1,3\text{ k}\Omega$  in  $100\ \Omega$ -Schritten und messen Sie die sich einstellende Brückenspannung  $U_5$ .

Tragen Sie  $U_5 = f(R_1)$  mit in das gleiche Diagramm aus Aufgabenteil a) ein.

- c) Berechnen Sie theoretisch die Spannung  $U_5$  bei  $R_1 = 400\ \Omega$  und  $R_1 = 1,3\text{ k}\Omega$  für die beiden Fälle  $R_4/R_3 = 1\text{ k}\Omega / 1\text{ k}\Omega$  sowie  $R_4/R_3 = 100\ \Omega / 1\text{ k}\Omega$  und vergleichen Sie das Ergebnis mit den gemessenen Werten.
- d) **Empfindlichkeit und Linearitätsfehler**  
Ermitteln Sie für a) und b) die Brückenempfindlichkeit bei  $R_1 = 700\ \Omega$ , in dem Sie in diesem Punkt eine Tangente an die Kurve legen. Kennzeichnen Sie für den Fall a) den Bereich des Linearitätsfehlers in Ihrem Diagramm.

Die Ergebnisse sind zu diskutieren.

## 5. Aufbau einer Wägeeinrichtung mit dem Biegestab (Viertelbrücke)

Es ist eine Wägeeinrichtung mit Brückenschaltung gemäß der Abb. 3 aufzubauen und zu untersuchen. Als Widerstand  $R_1$  wird der Widerstand  $R_1$  der 4 Dehnungsmesstreifen-Widerstände des Biegebalkens verwendet. Die Widerstände  $R_3$  und  $R_4$  sind Präzisionswiderstände mit  $R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$  (0,02% Toleranz) aus dem hps Board. Die Versorgungsspannung beträgt  $U_0 = 6 \text{ V}$ . Die Brückenspannung  $U_5$  wird mit dem Digitalmultimeter METRAHit gemessen.

Die Brückenspannung ist ohne Belastung des Biegebalkens durch Variation von  $R_2$  zunächst so gut wie möglich auf  $U_5 = 0 \text{ V}$  abzugleichen.

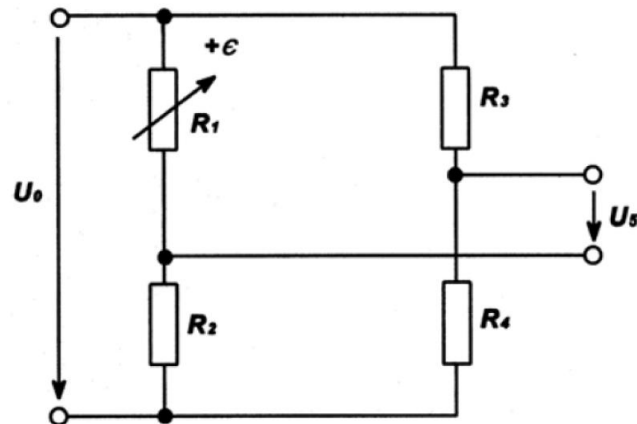


Abb. 3: Messschaltung der Viertelbrücke

Messen Sie die Brückenspannung  $U_5$  bei Belastung des Biegebalkens mit einer Masse  $m = 0\text{g}, 100\text{g}, 200\text{g}, 300\text{g}, 400\text{g}, 500\text{g}$ .

Bestimmen Sie die Empfindlichkeit der Anordnung für  $m = 500 \text{ g}$ .

## 6. Aufbau einer Wägeeinrichtung mit dem Biegestab (Vollbrücke)

Bauen Sie mit den 4 Dehnungsmesstreifen DMS1 ( $R_1$ ) bis DMS4 ( $R_4$ ) eine Wägeeinrichtung als Vollbrücke gemäß der Abb. 4 auf.

Wheatstone'sche Brückenschaltungen, die im Ausschlagverfahren betrieben werden, weisen meist einen Nullpunktfehler, bedingt durch die Toleranzen der Widerstände, auf. Zum exakten Nullabgleich ist daher ein Zusatzwiderstand nötig, der den Fehlableich kompensiert.

Schalten Sie daher bei einer Masse von  $m = 0 \text{ g}$ , wie in der Abb. 4 gezeigt, mit Hilfe einer Präzisionswiderstandsdekade einen Widerstand  $R_a$  parallel zu einem der übrigen Widerstände, um so die Abgleichbedingung  $U_5 = 0 \text{ V}$  der Brückenschaltung einzustellen und den Nullpunktfehler zu beseitigen. Die Anordnung des Widerstands  $R_a$  ist durch Rechnung oder durch Probieren zu ermitteln. Beim Probieren überprüft man, ob die Anzeige beim Parallelschalten einen kleineren Ausschlag oder einen Polaritätswechsel mit Nulldurchgang ausführt. In diesem Fall ist der richtige Brückenwiderstand ausgewählt worden. Vergrößert sich die Anzeige, ist ein anderer Widerstand auszuwählen.

Die Versorgungsspannung beträgt  $U_0 = 6 \text{ V}$ . Die Brückenspannung  $U_5$  wird mit dem Digitalmultimeter METRAHit gemessen.

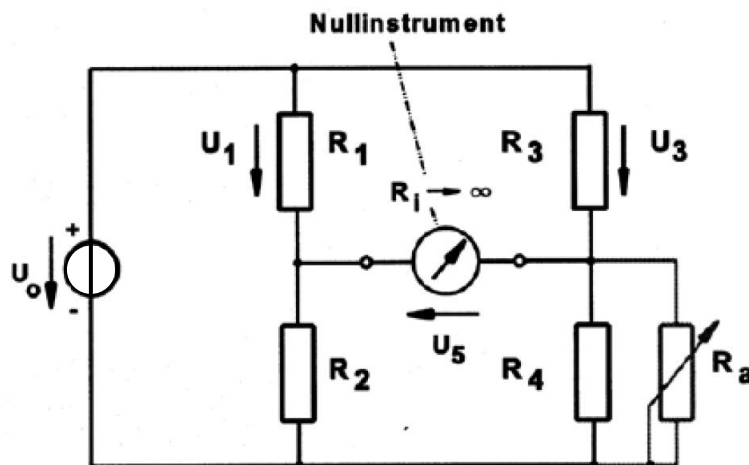


Abb. 4: Messschaltung der Vollbrücke

- a) Messen Sie die Brückenspannung  $U_5$  bei Belastung des Biegebalkens mit einer Masse  $m = 0 \text{ g}$ ,  $100 \text{ g}$ ,  $200 \text{ g}$ ,  $300 \text{ g}$ ,  $400 \text{ g}$ ,  $500 \text{ g}$ .

Bestimmen Sie die Empfindlichkeit der Anordnung für  $m = 500 \text{ g}$ .

- b) Wie groß muss die Versorgungsspannung  $U_0$  gewählt werden, damit bei der Belastung des Biegebalkens mit den Massen  $m = 100 \text{ g}$ ,  $200 \text{ g}$ ,  $300 \text{ g}$ ,  $400 \text{ g}$  und  $500 \text{ g}$  die Brückenspannung die dementsprechenden Werte  $U_5 = 1 \text{ mV}$  für  $100 \text{ g}$ ,  $U_5 = 2 \text{ mV}$  für  $200 \text{ g}$ ,  $U_5 = 3 \text{ mV}$  für  $300 \text{ g}$ ,  $U_5 = 4 \text{ mV}$  für  $400 \text{ g}$  und  $U_5 = 5 \text{ mV}$  für  $500 \text{ g}$  annimmt?

Vergleichen Sie die Empfindlichkeit der Vollbrücke mit der der Viertelbrücke.