

# Grundlagen der Elektrotechnik 2

## Praktikum - Laborversuch 1

26.10.2015

### Gruppe 2 – Tisch 4

Cao Thi Huyen, Robert Rösler, Nico Grimm

# 1. Spannungsmessung

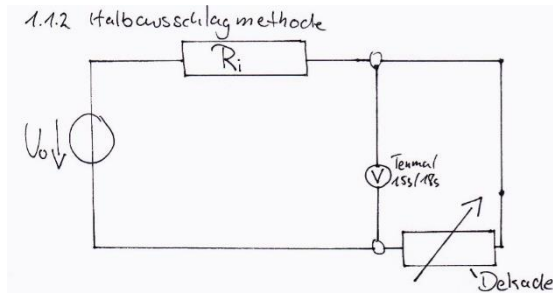
## 1.1 Ausmessen einer unbekannten Spannungsquelle

### 1.1.1 Leerlaufspannung / Klemmspannung

In diesem Versuch messen wir die Klemmspannung an einer unbekannten Spannungsquelle  $V$  mit drei unterschiedlichen Spannungsmessern.

Wir haben die drei folgenden Spannungsmesser benutzt:

- Tenma 72-2050
- METRAHit 15S
- METRAHit 18S



Messgerät	Messwert [V]	nominale Messunsicherheit	Berechnete Unsicherheit
Tenma 72-2050	2,960	0,8% + 1D	~0,025
Metrahit 15s	2,962	0,25% + 1D	~0,008
Metrahit 18s	2,967	0,05% + 3D	~0,004

Die berechnete Unsicherheit wurde mit folgender Formel berechnet:

$$\Delta x = \frac{G_{VM}}{100} * x + nD, \text{ wobei:}$$

- $G_{VM}$ : Unsicherheit in % vom Messwert
- $x$ : Messwert
- $nD$ : Unsicherheit an Hand der Digits

Frage: Ist die Klemmspannung gleich Leerlaufspannung?

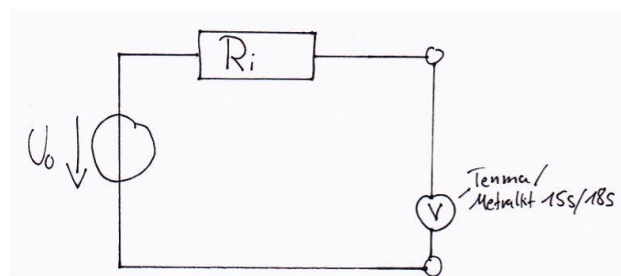
Die Klemmspannung ist nicht gleich der Leerlaufspannung, da es in den Spannungsmessern Innenwiderstände gibt.

### 1.1.2 Innenwiderstand

In diesem Versuch bestimmen wir den Innenwiderstand einer unbekannten Spannungsquelle mit Hilfe der „Halbausschlag-Methode“. Um mit dieser Methode den Innenwiderstand bestimmen zu können, belasten wir unsere unbekannte Spannungsquelle mit einer Widerstandsdekade und stellen diese so ein, dass die Klemmspannung genau auf den halben Wert der Leerlaufspannung fällt. Ist die Klemmspannung nun auf der Hälfte der Leerlaufspannung gefallen können wir den Wert des Innenwiderstands an der Widerstandsdekade ablesen.

In diesem Versuch haben wir das MetraHit 18S zur Spannungsmessung benutzt.

Der somit bestimmte Innenwiderstand  $R_i$  beträgt 103,1 $\Omega$ .



Die Unsicherheit bei der Innenwiderstandsmessung beträgt  $\sim 0,02\Omega$ . Diese berechnet sich wie folgt:

$$\Delta x = \frac{0,02\%}{100} * 100 + \frac{0,1\%}{100} * 3 + \frac{0,5\%}{100} * 0,1 = 0,0235$$

*Frage: Muss hierbei der Innenwiderstand des Spannungsmessers berücksichtigt werden?*

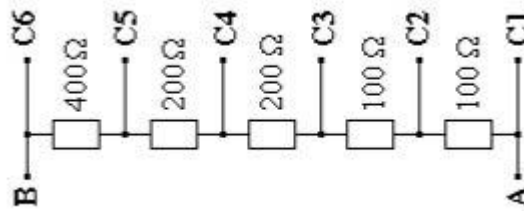
Der Innenwiderstand des Spannungsmessers muss hierbei nicht berücksichtigt werden, da die Leerlaufspannung mit demselben Spannungsmesser gemessen wird und diese mit Hilfe der Widerstandsdekade nur halbiert wird.

*Frage: Ist die Halbausschlag-Methode immer anwendbar oder gibt es Einschränkungen?*

Die Halbausschlag-Methode ist nur bei Spannungsquellen mit einem ausreichend großen Innenwiderstand anzuwenden, da man der Spannungsquelle sonst Schaden zufügen würde.

## 1.2 Messung am Spannungsteiler

In diesem Versuch messen wir an einem Spannungsteiler, zwischen verschiedenen Klemmen, die jeweilige Spannung. An die Eingangsklemmen des Spannungsteilers legen wir eine Spannung von 8,0V. Die zu messenden Spannungen berechnen wir im Voraus und vergleichen unsere Messwerte mit den theoretischen Werten.



	C1 – C2	C2 – C3	C3 – C4	C4 – C5	C5 – C6
berechnet	0,8000V	0,8000V	1,6000V	1,6000V	03,200V
nomin. Uns.	0,05% + 3D	0,05% + 3D	0,05% + 3D	0,05% + 3D	0,05% + 3D
Uns. durch D	0,3mV	0,3mV	0,3mV	0,3mV	3mV
Uns. durch %vM	0,4mV	0,4mV	0,8mV	0,8mV	1,6mV
Gesamtuns.	0,0007V	0,0007V	0,0011V	0,0011V	~0,005V
gemessen	0,8051V	0,8014V	1,5991V	1,6009V	3,200V
	C1 – C3	C2 – C4	C3 – C5	C4 – C6	
berechnet	1,6000V	2,4000V	03,200V	04,800V	
nomin. Uns.	0,05% + 3D	0,05% + 3D	0,05% + 3D	0,05% + 3D	
Uns. durch D	0,3mV	0,3mV	3mV	3mV	
Uns. durch %vM	0,8mV	1,2mV	1,6mV	2,4mV	
Gesamtuns.	0,0011V	0,0015V	~0,005V	~0,005V	
gemessen	1,6066V	2,4000V	3,198V	4,802V	
	C1 – C4	C2 – C5	C3 – C6		
berechnet	03,200V	04,000V	06,400V		
nomin. Uns.	0,05% + 3D	0,05% + 3D	0,05% + 3D		
Uns. durch D	3mV	3mV	3mV		
Uns. durch %vM	1,6mV	2mV	3,2mV		
Gesamtuns.	~0,005V	0,005V	~0,006V		
gemessen	3,205V	4,001V	6,400V		

	C1 – C5	C2 – C6
berechnet	04,800V	07,200V
nomin. Uns.	0,05% + 3D	0,05% + 3D
Uns. durch D	3mV	3mV
Uns. durch %vM	2,4mV	3,6mV
Gesamtuns.	~0,005V	~0,007V
gemessen	4,807V	7,202V

*Frage: Wodurch werden die Abweichungen verursacht? Überprüfen Sie ihre Theorie.*

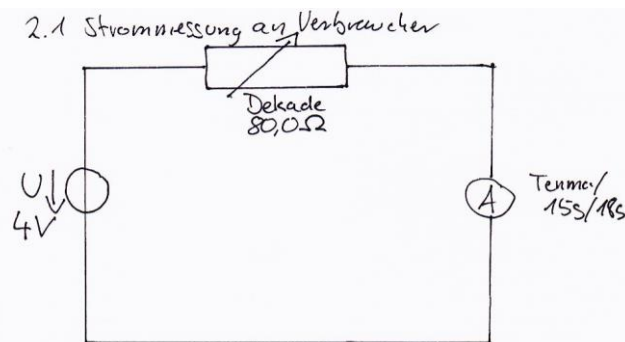
Die Abweichungen kommen zum einen durch Messunsicherheiten zu Stande und zum anderen wird mit idealen Werten bzw. Zuständen gerechnet, welche in der Realität nicht immer gegeben sind.

## 2. Strommessung

### 2.1 Strommessung an einem Verbraucher

In diesem Versuch stellen wir eine Widerstandsdekade auf  $80,0\Omega$  und eine Universalspannungsquelle auf  $4,0V$  ein. Zu messen ist der Belastungsstrom und gleichzeitig den Spannungsabfall über dem Strommesser.

Hier benutzen wir die drei Messgeräte Tenma 72-2050, MetraHit 15S und das MetraHit 18S.



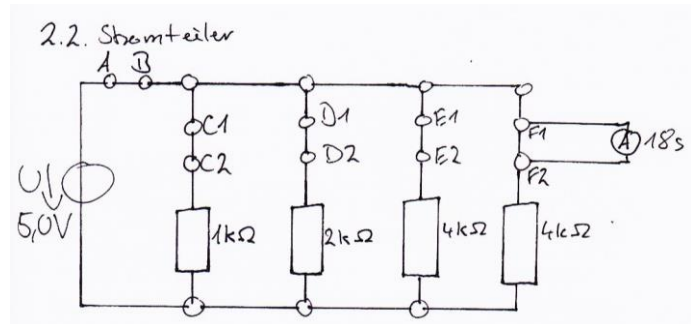
Messgerät	Berechneter Strom	Nominale Messunsicherheit	Berechnete Unsicherheit	Gemessener Strom	Spannungsabfall über Strommesser
Tenma 72-2050	50mA	2,0% + 1D	~0,94mA	46,40mA	0,279V
MetraHit 15S	50mA	1,5% + 2D	~0,63mA	40,90mA	0,728V
MetraHit 18S	50mA	0,2% + 10D	~0,20mA	49,40mA	0,044V

Der berechnete Strom und der gemessene Strom unterscheiden sich, da mit idealen Werten gerechnet wird und beim Messen noch die Unsicherheiten der Bauteile hinzukommen. Ebenso spielen die unterschiedlichen Innenwiderstände der Messgeräte eine Rolle.

## 2.2 Messung an einem Stromteiler

In diesem Versuch legen wir an die Eingangsklemmen des Stromteilers eine Spannung von 5,0V. Nun messen wir an unterschiedlichen Klemmen die Ströme die fließen.

Wir haben bei diesem Versuchsaufbau das Messgerät MetraHit 18S verwendet.



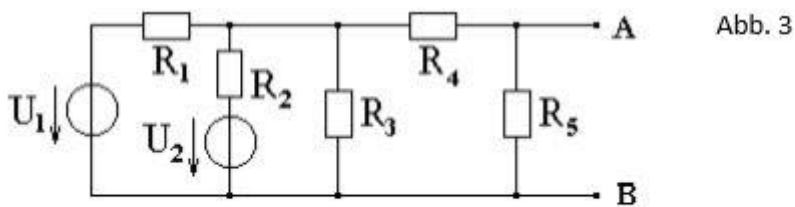
	A1 – A2	C1 – C2	D1 – D2	E1 – E2	F1 – F2
berechneter Strom	10mA	5mA	2,5mA	1,25mA	1,25mA
nominale Unsicherheit	0,05% + 10D	0,05% + 10D	0,2% + 10D	0,2% + 10D	0,2% + 10D
berechnete Unsicherheit	0,015mA	~0,013mA	0,0051mA	0,0026mA	0,0026mA
gemessen	10,036mA	5,023mA	2,4590mA	1,2399mA	1,2395mA

Die minimalen Unterschiede zwischen berechnetem und gemessenem Strom können sich dadurch erklären, dass beim messen Unsicherheiten dazu kommen, wie z.B. die Temperatur oder auch Unsicherheiten der Bauteile.

### 3. Ersatzspannungsquelle eines linearen Netzwerks (U, R)

#### 3.1 Bestimmung der Ersatzspannungsquellen-Parameter

In diesem Versuch bestimmen wir die Leerlaufspannung und den Innenwiderstand eines linearen Netzwerks, welches in folgender Abbildung zu sehen ist.



$$U_1 = 4,5V$$

$$R_1 = 3,0k\Omega$$

$$U_2 = 3,0V$$

$$R_2 = 2,0k\Omega$$

$$R_3 = 1,2k\Omega$$

$$R_4 = 0,6k\Omega$$

$$R_5 = 1,2k\Omega$$

Als Vorbereitung haben wir die Leerlaufspannung und den Innenwiderstand berechnet.

*Berechnung des Innenwiderstands  $R_i$ :*

$$R_i = R_5 \parallel (R_4 + (R_1 \parallel R_2 \parallel R_3))$$

$$R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 : \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_1 \cdot R_2 + R_3 \cdot (R_1 + R_2)} = 0,6k\Omega$$

$$R_4 + (R_1 \parallel R_2 \parallel R_3) : R_4 + 0,6k\Omega = 1,2k\Omega$$

$$R_i = \frac{R_5 \cdot 1,2k\Omega}{R_5 + 1,2k\Omega} = 0,6k\Omega$$

*Berechnung der Leerlaufspannung und Kurzschlussstrom: Hemholtzverfahren*

Nur U1: Schaltung  $\rightarrow R_1 + (R_2 \parallel R_3 \parallel R_4)$

$$R_{234} = 1/3$$

$$R_{g5} = R_1 + R_{234} = 10/3 k\Omega$$

$$I_{234} = I_{g5} = U/R_{g5} = 1,35mA$$

$$U_{234} = U_4 \Leftrightarrow I_{234} \cdot R_{234} = I_4 \cdot R_4 \rightarrow I_4 = 0,75mA \rightarrow I_k' = I_4 = 0,75mA$$

Nur U2: Schaltung  $\rightarrow R_2 + (R_1 \parallel R_3 \parallel R_4)$

$$R_{134} = 6/17$$

$$R_{g5} = R_2 + R_{134} = 40/17 k\Omega$$

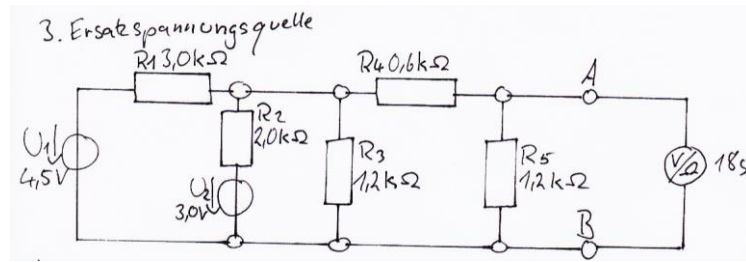
$$I_{134} = I_{g5} = U_2/R_{g5} = 51/40mA$$

$$U_{134} = U_4 \Leftrightarrow I_{134} \cdot R_{134} = I_4 \cdot R_4 \rightarrow I_4 = 0,75mA \rightarrow I_k'' = I_4 = 0,75mA$$

$$\rightarrow I_k = I_k' + I_k'' = 1,5mA \rightarrow U_o = I_k \cdot R_i = 0,9V$$

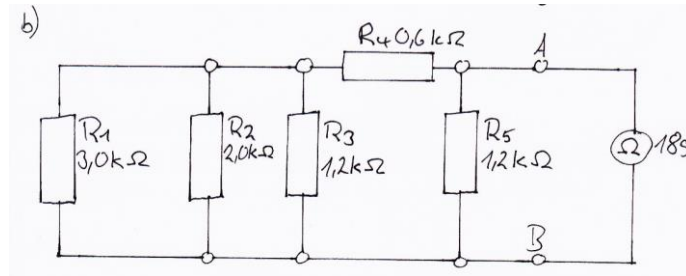
- a) Messung der Leerlaufspannung  $U_0$  und des Innenwiderstand  $R_i$  (Halbausschlag-Methode)

$$U_0 = 0,8847V \quad R_i = 590\Omega$$



- b) Messung des Innenwiderstands  $R_i$  mit Hilfe eines Ohmmeters. Die Spannungsquellen werden durch eine Drahtbrücke ersetzt, jedoch nicht kurzgeschlossen.

$$R_i = 592,9\Omega$$



### 3.2 Vergleich eines linearen Netzwerks mit seiner Ersatzspannungsquelle

In diesem Versuch bauen wir eine Ersatzspannungsquelle mit den gefundenen Parameter aus Aufgabe 3.1 auf und messen jeweils am linearen Netzwerk und an der Ersatzspannungsquelle den Strom durch drei verschiedene Belastungswiderstände.

Belastungswiderstand	Strom am linearen Netzwerk	Strom an der Ersatzspannungsquelle
1,0k $\Omega$	0,5459mA	0,5396mA
1,8k $\Omega$	0,3666mA	0,3622mA
3,3k $\Omega$	226,18 $\mu$ A	222,54 $\mu$ A

Die Messwerte vom linearen Netzwerk und von der Ersatzspannungsquelle unterscheiden sich nur sehr minimal. Dies ist durch Messunsicherheiten zu erklären.