



**Lernziel**

In diesem Versuch geht es darum, die Vielfachmessgeräte des Labors kennen zu lernen. In mehreren Aufgaben sollen Spannungen, Ströme und Widerstände gemessen werden und dabei die vorzubereitete Theorie durch Messungen verifiziert werden.

**Vorzubereitende Themen**

- Lineare Spannungs- und Stromquellen
- Messung des Innenwiderstands mit der Halbausschlagmethode
- Spannungsteiler und Stromteiler
- Ersatzspannungsquelle
- Zufällige (gerätebedingte) Messabweichungen

**Vorausberechnungen**

Versuch 1.2 → Tabelle vorausberechnen (die nominalen Messunsicherheiten des Metra Hit 18S können der Geräteliste entnommen werden)

Versuch 2.2 → Tabelle vorausberechnen

Versuch 3.1 → Berechnung der Leerlaufspannung und des Innenwiderstandes des lin. Netzwerks bezüglich der Klemmen A und B (Ersatzspannungsquelle).

**Regeln zur Versuchsdurchführung und Protokollerstellung**

⇒ siehe Durchführungshinweise zum Praktikum !



# 1. Spannungsmessung

## 1.1 Ausmessen einer unbekannten Spannungsquelle

### 1.1.1 Leerlaufspannung / Klemmenspannung

Messen Sie die Klemmenspannung an einer unbekannten Spannungsquelle V mit den zur Verfügung stehenden Spannungsmessern (15s, 18s, Tenma) und tragen Sie die Messwerte mit der richtigen Stellenzahl und den max. möglichen Abweichungen in eine Tabelle ein.

Hinweis zum Tabellenaufbau: *Messgerät,  
Messwert,  
nominale Messunsicherheit laut Datenblatt,  
berechnete Unsicherheit.*

Frage: Ist die Klemmenspannung gleich der Leerlaufspannung?

### 1.1.2 Innenwiderstand

Bestimmen Sie den Innenwiderstand der unbekannten Spannungsquelle mit Hilfe der „**Halbausschlag-Methode**“. Hierzu belasten Sie die unbekannte Quelle mit einer Widerstandsdekade. Stellen Sie den Widerstandswert so ein, daß die Klemmenspannung genau auf den halben Wert der Leerlaufspannung absinkt. Verwenden Sie für die Spannungsmessung das Metra Hit 18S.

Jetzt können Sie den Wert des Innenwiderstands an der Dekade ablesen. Geben Sie auch die Unsicherheit der Innenwiderstandsmessung an.

Fragen:

- Muss hierbei der Innenwiderstand des Spannungsmessers berücksichtigt werden?
- Ist die Halbausschlagmethode immer anwendbar oder gibt es Einschränkungen?

Hintergrund:

Bei der Messung eines Widerstandes mit einem Ohmmeter (Multimeter in der Betriebsart „*Widerstandsmessung*“) muss der zu messende Widerstand immer spannungsfrei sein! Daher können Innenwiderstände von elektrischen Quellen nicht mit dem Ohmmeter gemessen werden.



## 1.2 Messungen am Spannungsteiler

Verwenden Sie für die folgenden Spannungsmessungen nur noch das Metra Hit 18S.

Legen Sie an die Eingangsklemmen A und B des Spannungsteilers X3 eine Spannung von 8,0V.  
Messen Sie die Spannungen zwischen folgenden Klemmen und vergleichen Sie die Messwerte mit den theoretischen Werten:

	C1-C2	C2-C3	C3-C4	C4-C5	C5-C6
berechnet	0,8000 V	0,8000 V	1,6000 V	1,6000 V	03,200 V
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. d. %vM	0.4mV	0.4mV	0.8mV	0.8mV	1.6mV
Gesamtuns.	0,0007 V	0,0007 V	0,0011 V	0,0011 V	~0,005 V
gemessen					
	C1-C3	C2-C4	C3-C5	C4-C6	
berechnet	1,6000 V	2,4000 V	03,200 V	05,800 V	
nomin. Uns.	0,05%+3D	0,05%+3D	0,05%+3D	0,05%+3D	
Uns. durch D	0.3mV	0.3mV	3mV	3mV	
Uns. d. %vM	0.8mV	1.2mV	1.6mV	2.9mV	
Gesamtuns.	0,0011 V	0,0015 V	~0,005 V	~0,006 V	
gemessen					
	C1-C4	C2-C5	C3-C6		
berechnet	03,200 V	04,000 V	06,400 V		
nomin. Uns.	0,05%+3D	0,05%+3D	0,05%+3D		
Uns. durch D	3mV	3mV	3mV		
Uns. d. %vM	1.6mV	2.0mV	3.2mV		
Gesamtuns.	~0,005 V	~0,005 V	~0,006 V		
gemessen					
	C1-C5	C2-C6			
berechnet	04,800 V	07,200 V			
nomin. Uns.	0,05%+3D	0,05%+3D			
Uns. durch D	3mV	3mV			
Uns. d. %vM	2.4mV	3.6mV			
Gesamtuns.	~0,005V	~0,007V			
gemessen					

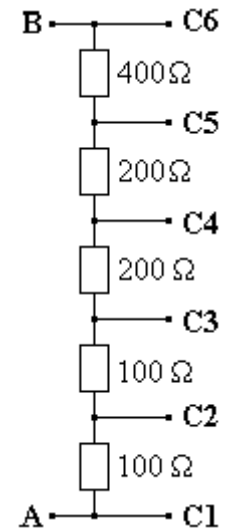


Abb: 1

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



## 2. Strommessung

### 2.1 Strommessung an einem Verbraucher

Stellen Sie die Widerstandsdekade auf  $80.0\Omega$  ein und die Universalspannungsquelle möglichst genau auf  $4,0V$ . Messen Sie den Belastungsstrom mit allen zur Verfügung stehenden Multimetern und tragen Sie die Messwerte mit der richtigen Stellenzahl und den max. Unsicherheiten in eine Tabelle ein. Messen Sie gleichzeitig den Spannungsabfall über dem Strommesser.

Hinweis zum Tabellenaufbau: *Messgerät,*  
*berechneter Strom,*  
*nominale Messunsicherheit laut Datenblatt,*  
*berechnete Unsicherheit,*  
*gemessener Strom,*  
*Spannungsabfall über dem Strommesser.*

Erklären Sie die Abweichungen zwischen Messung und Berechnung.

### 2.2 Messung an einem Stromteiler

Verwenden Sie für die folgenden Strommessungen nur noch das Metra Hit 18S.

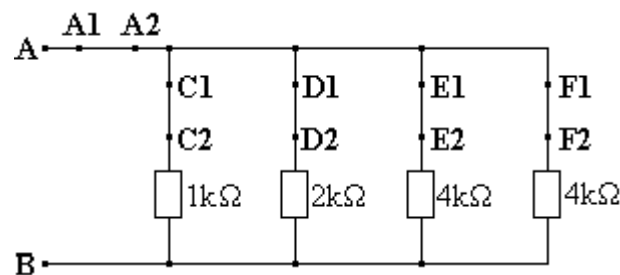


Abb.2

Legen Sie an die Eingangsklemmen A und B des Stromteilers X4 eine Spannung von  $5,0V$ . Messen Sie die Ströme zwischen den Klemmen **A1-A2**, C1-C2, D1-D2, E1-E2 und F1-F2.

	A1 – A2	C1 – C2	D1 – D2	E1 – E2	F1 – F2
berechneter Strom	10.000 mA	5,000 mA	2,5000mA	1,2500mA	1,2500mA
nominale Unsicherheit	0,001mA	0,001mA	0,0010mA	0,0010mA	0,0010mA
berechnete Unsicherheit	0,005mA	~0,003mA	~0,0013mA	~0,0006mA	~0,0006mA
gemessen					

Versuchen Sie die Abweichungen zwischen Berechnung und Messung zu erklären?

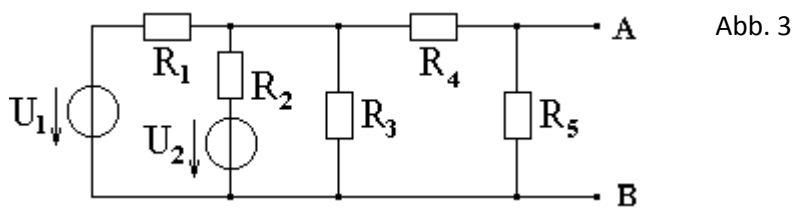


### 3. Ersatzspannungsquelle eines lin. Netzwerks (U, R)

#### 3.1 Bestimmung der Ersatzspannungsquellen-Parameter

Verwenden Sie für die folgenden Strom- und Spannungsmessungen an der „Doppelspannungsquelle“ X5 nur noch das Metra Hit 18S.

**Vorbereitung:** Berechnen Sie die Leerlaufspannung und den Innenwiderstand des abgebildeten lin. Netzwerks bezüglich der Klemmen A und B (Tipp: Helmholtz, Kurzschlussstrom).



$$\begin{array}{lllll} U_1=4,5\text{V} & U_2=3,0\text{V} & & & \\ R_1=3,0\text{k}\Omega & R_2=2,0\text{k}\Omega & R_3=1,2\text{k}\Omega & R_4=0,6\text{k}\Omega & R_5=1,2\text{k}\Omega \end{array}$$

- Schalten Sie die Spannungsquellen 1 und 2 der *Doppelspannungsquelle* mit 2 Drahtbrücken ein. Messen Sie
  - die Leerlaufspannung  $U_0$  und
  - den Innenwiderstand  $R_i$  (Halbausschlagmethode).
- Ändern Sie jetzt die Schaltung so ab, dass die Spannungsquellen 1 und 2 durch eine Drahtbrücke ersetzt werden. Die Spannungsquellen sollen dabei nicht kurzgeschlossen sein. Messen Sie den Innenwiderstand der Schaltung nun direkt mit einem Ohmmeter.

#### 3.2 Vergleich eines lin. Netzwerks mit seiner Ersatzspannungsquelle

Bauen Sie eine Ersatzspannungsquelle mit den in 3.1 gefundenen Parametern auf, d.h.

- stellen Sie die gemessene Leerlaufspannung  $U_0$  an der Universalspannungsquelle ein und
- den gemessenen Innenwiderstand  $R_i$  an der Widerstandsdekade.

Messen Sie jetzt

- am linearen Netzwerk und
- an der Ersatzspannungsquelle

den Strom durch drei unterschiedliche Belastungswiderstände von ca.  $1\text{k}\Omega$ ,  $1,8\text{k}\Omega$  und  $3,3\text{k}\Omega$ .

Stellen Sie eine Tabelle auf und vergleichen Sie die Ergebnisse.