

# Protokoll zur ersten Laborübung

## Messtechnik Labor 376.091

DINC Atilla (11917652)

19. Dezember 2023

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Messungen mit dem Digitalmultimeter</b>	<b>2</b>
2.1	Spannungsmessung . . . . .	2
2.1.1	Messaufbau und Messdurchführung . . . . .	2
2.1.2	Messergebnisse . . . . .	3
2.2	Strommessung . . . . .	4
2.2.1	Messaufbau und Messdurchführung . . . . .	4
2.2.2	Messergebnisse . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Messungen mit dem Oszilloskop</b>	<b>5</b>
3.1	Tastkopf . . . . .	5
3.2	AC-Spannungsmessung . . . . .	5
3.3	RMS im Detail . . . . .	5
3.4	Amplitudenauflösung . . . . .	5
3.5	Dynamik . . . . .	5

Geräteliste				
Bezeichnung	Gerätebeschreibung	Messgrößen	Inventarnummer	Bemerkungen
MM0	Agilent Digitalmultimeter True RMS	-	U1232A	-
MM1	Digitalmultimeter	-	#11	-
MM2	Digitalmultimeter	-	#7	-
NG1	Netzgerät 2-Channel $\pm 10$ mV	-	CD0404-6	-
FG1	Funktionsgenerator	-	SDG1025	-

Zubehörliste				
Bezeichnung	Zubehörbeschreibung	Messgrößen	Inventarnummer	Bemerkungen
K1	Tastkopf (10:1) 100 MHz 10 M $\Omega$ 15 pf	-	-	rot
K2	Tastkopf (10:1) 150 MHz 10 M $\Omega$ 15 pf	-	-	grau
K3	Tastkopf (10:1) 150 MHz 10 M $\Omega$ 15 pf	-	-	rosa

# 1 Einleitung

## 2 Messungen mit dem Digitalmultimeter

### 2.1 Spannungsmessung

Zur Spannungsmessung wird der Spannungseingang des Multimeters parallel zur Messgröße geschaltet, daher ist ein möglichst hoher Innenwiderstand  $R_i$  erwünscht. Zur Bestimmung dieses Innenwiderstands  $R_i$  sollte eine Serienschaltung mit einem relativ hochohmigen bekannten Widerstand aufgebaut und der Spannungsabfall am Multimeter von diesem abgelesen werden.

Weiters sollte der Einfluss des Multimeters auf die Schaltung gemessen werden, indem der Spannungseingang eines Multimeters des gleichen Modells parallel zum Multimeter angeschlossen wird. Zuletzt sollte eine Messbereichserweiterung durchgeführt werden, indem ein Serienwiderstand bekannter Größe in den Strompfad verbaut und der Spannungsabfall gemessen wird gemessen wird.

#### 2.1.1 Messaufbau und Messdurchführung

##### Bestimmung des Innenwiderstands

Die eingestellte Spannung des Netzgerätes FG1 wurde mit dem Multimeter MM0 geprüft bevor sie mit der Schaltung belastet wurde. Der Serienwiderstand  $R_1$  wurde mit dem Multimeter MM0 bestimmt. Im Anschluss wurde die Schaltung wie in Abb. 1 angeschlossen. Die angezeigte Spannung am Multimeter MM1 wurde abgelesen und die Eingangsspannung wurde erneut gemessen. Weder die Eingangsspannung, noch die Spannung am Multimeter MM1 haben sich geändert. Somit wurde sichergestellt, dass sowohl Innenwiderstand des Netzgerätes, als auch jegliche Kontaktwiderstände in der Schaltung vernachlässigbar klein für unsere Messungen waren.

Der Kontrollprozess wurde vor allen folgenden Messungen durchgeführt, um die Eingangsspannung möglichst genau zu bestimmen.

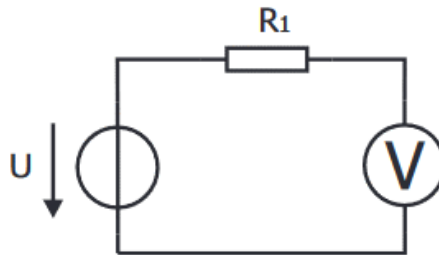


Abbildung 1: Schaltung zur Bestimmung des Multimeter-Innenwiderstands

##### Bestimmung des Einflusses

Für diese Messung wurde die Eingangsspannung  $U_q$  wie zuvor gemessen. Als Widerstand  $R_M$  wurde der gleiche Widerstand wie zuvor verwendet und auch und auch das Multimeter MM1 wurde nicht gewechselt, somit konnte die vorherige Schaltung beibehalten und wie in Abbildung 2 erweitert werden. Die Spannungen an den Multimetern wurden zunächst mit nur einem Multimeter MM1 und danach mit beiden Multimetern MM1 und MM2 abgelesen.

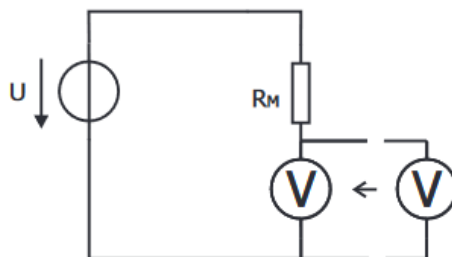


Abbildung 2: Schaltung zur Bestimmung des Einflusses

### Messbereichserweiterung

Zur Messbereichserweiterung wurde die Schaltung wie in Abb. 3 aufgebaut. Dabei wurde der Widerstand  $R_M$  aus der vorherigen Schaltung und zur Messbereichserweiterung verwendet. Die zu messenden Spannungen in dieser Schaltung ist die Eingangsspannung  $U_q$  und sie soll in etwa halbiert werden, indem die Widerstände mit  $R_M \approx R_V$  auch in etwa gleich groß gewählt werden.

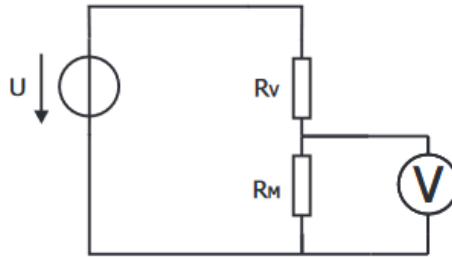


Abbildung 3: Schaltung zur Messbereichserweiterung eines Voltmeters

#### 2.1.2 Messergebnisse

##### Bestimmung des Innenwiderstands

Die Schaltung wurde mit einer gemessenen Eingangsspannung  $U_q = 9,92\text{ V}$  und einem gemessenen Widerstand  $R_1 = 98,9\text{ k}\Omega$  aufgebaut. Weiters wurde am Multimeter MM2 die Spannung  $U_V = 9,84\text{ V}$  gemessen. Mithilfe der Formel für den Spannungsteiler kann die Gleichung

$$U_V = U_q \frac{R_i}{R_1 + R_i} = U_q \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_i}}$$

aufgestellt werden, woraus sich direkt durch Umformung

$$R_i = \frac{R_1}{\frac{U_q}{U_V} - 1} \approx 12,1647\text{ M}\Omega$$

ergibt.

##### Bestimmung des Einflusses

Auch bei dieser Messung wurde mit dem Handmultimeter MM0 eine Eingangsspannung  $U_q = 9,92\text{ V}$  verifiziert. Der Widerstand wurde wieder zu  $R_1 = 98,9\text{ k}\Omega$  gemessen. Damit wurden die Messergebnisse wie in Tabelle 1 aufgenommen. Der Einfluss ergibt sich zur relativen Abweichung

$$\Delta u_{\text{MM1}[\%]} = \frac{9,73\text{ V} - 9,84\text{ V}}{9,84\text{ V}} \cdot 100 \approx -1,12\%.$$

Tabelle 1: Messergebnisse zum Einfluss eines Voltmeters

	$U_{\text{MM1}}$	$U_{\text{MM2}}$
vorher	9,84 V	—
nachher	9,73 V	9,71 V

### Messbereichserweiterung

Auch hier wurden die Eingangsspannung  $U_q = 9,92\text{ V}$  sowie der Widerstand  $R_M = 98,9\text{ k}\Omega$  gemessen. Weiters wurde der Widerstand  $R_V = 99,5\text{ k}\Omega$  gemessen. Mit dem gemessenen Spannungsabfall  $U_M = 4,93\text{ V}$  kann die Eingangsspannung  $U_q$  über das messbereichserweiterte Multimeter gemessen werden. Aus der Maschengleichung folgt direkt

$$U_q = R_V I + U_M = R_V \left( \frac{U_M}{R_M} + \frac{U_M}{R_i} \right) + U_M$$

$$\Rightarrow U_q = U_M \left( 1 + \frac{R_V}{R_M} + \frac{R_V}{R_i} \right) \approx 9,93 \text{ V}$$

$$\Rightarrow f_{ME} = \frac{U_q}{U_M} \approx 2,0142$$

## 2.2 Strommessung

Ähnlich zur Messung mit einem Voltmeter wird auch bei einer Strommessung die Schaltung durch das Amperemeter belastet. Da ein Amperemeter seriell zum stromdurchflossenen Bauteil verschaltet wird, muss der Innenwiderstand möglichst klein sein, um einen möglichst kleinen Spannungsabfall zu verursachen. Weiters kann der Messbereich eines Amperemeters erweitert werden, indem der "überschüssige" Strom über einen parallelen Widerstand abgeführt wird.

In diesem Abschnitt sollten analoge Schritte wie bei der Spannungsmessung durchgeführt werden: der Innenwiderstand  $R_i$  und der Einfluss auf die Schaltung sollen bestimmt und eine Messbereichserweiterung sollte durchgeführt werden.

### 2.2.1 Messaufbau und Messdurchführung

#### Bestimmung des Innenwiderstands

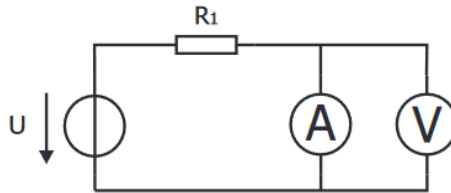


Abbildung 4: Schaltung zur Bestimmung des Innenwiderstands

#### Bestimmung des Einflusses

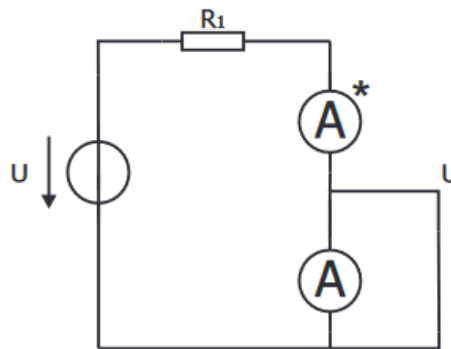


Abbildung 5: Schaltung zur Bestimmung des Einflusses

#### Messbereichserweiterung

### 2.2.2 Messergebnisse

#### Bestimmung des Innenwiderstands

Die tatsächliche Größe des Vorwiderstands wurde mit dem Handmultimeter vermessen und betrug  $R_1 = 4,68 \text{ k}\Omega$ . Nachdem ein Anzeigestrom am Amperemeter von  $I_A = 500 \text{ A}$  eingestellt wurde, stellten sich eine Gesamtspannung  $U_q = 2,382 \text{ mV}$  und eine Spannung am Amperemeter  $U_A = 50,5 \text{ mV}$  ein.

Es lässt sich direkt der Innenwiderstand berechnen zu

$$R_i = \frac{U_A}{I_A} = 101 \Omega,$$

dieses Ergebnis ist für den niedrigen Strombereich des Multimeters sinnvoll.

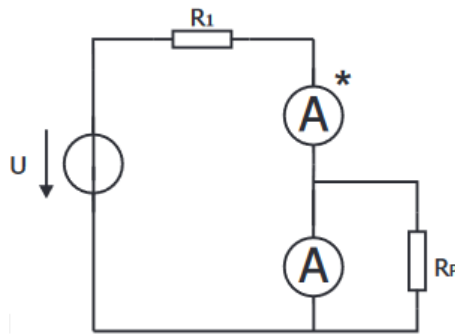


Abbildung 6: Schaltung zur Messbereichserweiterung

**Bestimmung des Einflusses**

Wie auch zuvor wurden Vorwiderstand  $R_1 = 4,68\text{ V}$  sowie Gesamtspannung  $U_q = 2,413\text{ V}$  vermessen. Nach der Messung wurden die Messergebnisse aus Tabelle 2 aufgenommen.

$$f_A = \frac{490\text{ }\mu\text{A}}{500\text{ }\mu\text{A}} = 0,98$$

Tabelle 2: Messergebnisse zum Einfluss des Amperemeters

	$I_A$	$I_{A*}$
vorher	-	$500\text{ }\mu\text{A}$
nachher	$495\text{ }\mu\text{A}$	$490\text{ }\mu\text{A}$

**Messbereichserweiterung**

Der gemessene Parallelwiderstand betrug  $R_P = 9,9\text{ k}\Omega$ . Mit diesem Widerstand wurde die Zweigströme  $I_{A*} = 500\text{ }\mu\text{A}$  und  $I_A = 499\text{ }\mu\text{A}$  gemessen.

$$\Rightarrow f_{ME} = \frac{I_{A*}}{I_A} \approx 1,002$$

Diese Werte haben sich bei einer Versorgungsspannung  $U_q = 2,458\text{ V}$  eingestellt.

**3 Messungen mit dem Oszilloskop****3.1 Tastkopf****3.2 AC-Spannungsmessung****3.3 RMS im Detail****3.4 Amplitudenauflösung****3.5 Dynamik**