

GRUNDLAGENLABOR

CLASSIC

GLEICHSTROMMESSGERÄTE

Inhalt:

1. Einleitung und Zielsetzung.....	2
2. Theoretische Aufgaben – Vorbereitung	2
3. Praktische Messaufgaben	5
Anhang: Sammlung von Symbolen (kein Prüfungsstoff).....	6

Filename: Gleichstrommessgeräte_1_0.doc	Version: 1.0	Author: S. Wicki
Created: 06.05.2009	Last modified: 27.07.2009 22:17	Page: 1 / 6

1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Gleichstrommessgeräte dienen dazu, Gleichströme und Gleichspannungen zu messen. Früher waren diese Messgeräte als Zeigerinstrumente ausgeführt. Heute sind fast alle als digitale Messgeräte ausgeführt.

Da man mit solchen Geräten meistens Strom und Spannung (Gleich- und Wechselgrößen) und auch Widerstände (bei den neusten Geräten auch Temperatur, Kapazitäten und Frequenz) messen kann, nennt man diese Multimeter.

Während man sich früher den Kopf über die Ablesegenauigkeit der Zeigerinstrumente zerbrochen hatte, betrachtet man heute die digital angezeigte Messgrösse als Gesetz – es wird vernachlässigt wie Genau das Messgerät selber ist und wie das Messgerät den Messaufbau verändert.

Mit diesem Versuch soll die Genauigkeit von Messungen aber auch die Beeinflussung durch Messgeräte quantitativ erfasst werden.

Dieser Versuch hat folgende Zielsetzungen:

- Kennenlernen der vorhandenen Messgeräte
- Bedienen von Messgeräten in der Gleichstromlehre
- Bestimmung und Messung der Innenwiderstände der Messgeräte
- Abschätzung und Berechnung von Beeinflussungen durch Messgeräte
- Kennenlernen von Strom- und Spannungsfehlerschaltung und 4-Leiter Messung

2. THEORETISCHE AUFGABEN – VORBEREITUNG

Studieren Sie die Theoretischen Grundlagen (Kap. 2.1) und lösen Sie Aufgaben dazu (Kap. 2.2).

2.1 Theoretische Grundlagen

2.1.1 Das ohmsche Gesetz

Das ohmsche Gesetz beschreibt den Zusammenhang von Strom und Spannung bei einem ohmschen Widerstand.

$$R = \frac{U}{I} \quad (2-1)$$

R : ohmscher Widerstand [$V/A=\Omega$]

U : Spannung [V]

I : Strom [A]

2.1.2 Leistung im Gleichstromkreis

Bei Gleichspannung gilt: ¹

$$P = U \cdot I \tag{2-2}$$

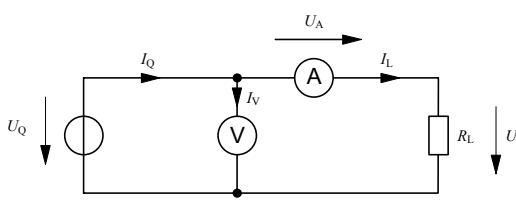
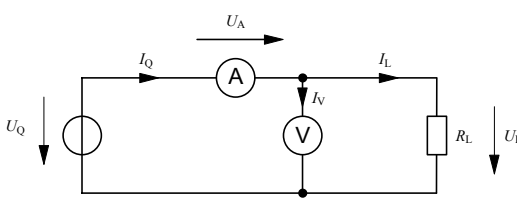
P: Leistung [W]

Setzt man in diese Formel das ohmsche Gesetz ein, folgt daraus:

$$P = I^2 \cdot R \quad \text{resp.} \quad P = \frac{U^2}{R} \tag{2-3}$$

Merke: Bei einem Widerstand von 1Ω fließt bei einer Spannung von 1Volt ein Strom von 1Ampere. Dabei entsteht eine Leistung von 1Watt.

2.1.3 Gegenüberstellung der Spannungsfehlerschaltung zur Stromfehlerschaltung

Name:	Spannungsfehlerschaltung:	Stromfehlerschaltung:
Schema:		
Legende: (gilt für beide)	U_Q : Speisespannung (Quelle) U_A : Spannungsabfall über dem Amperemeter U_L : Spannung an der Last	I_Q : Speisestrom I_V : Strom durch das Voltmeter I_L : Strom durch die Last R_L : Lastwiderstand
Fehler durch:	U_A	I_V
Anwendung:	bei hochohmigen Lastwiderständen ($R_L > 1M\Omega$)	bei niederohmigen Lastwiderständen ($1\Omega < R_L < 1M\Omega$)
Bemerkung:	Diese Widerstandsangaben sind nicht als allgemein gültige Naturkonstanten anzusehen, sondern sind Richtwerte, die sich für modernere Messgeräte eignen (digitale Voltmeter mit einem Innenwiderstand von $\approx 20M\Omega$; Amperemeter mit einem Widerstand von einigen $100m\Omega$).	

¹ Die allgemeine Definition der Leistung ist:

$$P = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T p(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u(t) \cdot i(t) \cdot dt$$

2.1.4 4-Leiter Messung

Bei sehr niederohmigen Widerstandsmessungen bevorzugt man die 4-Leiter Messung. Die 4-Leiter Messung ist eine Erweiterung der Stromfehlerschaltung. Die Spannung wird aber direkt über der Last gemessen. So wird der Spannungsabfall über den Zuleitungen nicht mitgemessen.

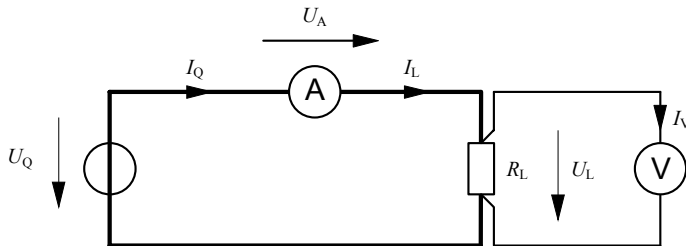


Fig. 2-1 Zeigt das Prinzip der 4-Leiter Messung

2.2 Aufgaben

- Die vielfach verwendeten bedrahteten Widerstände (Metallfilmwiderstände) haben eine maximale Belastbarkeit von 0.6 Watt.
Berechnen sie die maximalen Ströme für einen 1Ω , $1k\Omega$ und einen $10k\Omega$ Widerstand aus.
- Berechnen Sie für die gleichen Widerstände, wie in obiger Aufgabe die maximal zulässige Spannung.
Kann es für einen Widerstand andere Einschränkungen für die maximale Spannung geben, als die maximal zulässige Leistung?
- Leiten Sie die Formel (2-3) her.
- Sie bestimmen einen elektrischen Widerstand durch Strom- und Spannungsmessung mit der Stromfehlerschaltung. Der Lastwiderstand beträgt ungefähr $1M\Omega$, der Innenwiderstand des Voltmeters ca. $20M\Omega$.
 - Schätzen sie den Fehler ab, wenn Sie davon ausgehen, dass die Messgeräte selber keinen Fehler aufweisen.
 - Berechnen Sie den Fehler genau.

3. PRAKTISCHE MESSAUFGABEN

3.1 Genauigkeit von Messgeräten

- a) Versuchen Sie mit Hilfe der Betriebshandbücher der einzelnen Messgeräte, die im Labor vorhanden sind, herauszufinden, wie genau diese sind. Erstellen Sie eine summarische Tabelle mit den Genauigkeiten für:
- Spannungsmessung DC / AC (evtl. für verschiedene Messbereiche)
 - Strommessung DC / AC (evtl. für verschiedene Messbereiche)
 - Widerstandmessung
- b) Messen Sie die DC-Genauigkeit der Messgeräte, indem Sie mehrere Geräte
- *parallel* schalten, um die *Spannungsmessungen* zu vergleichen (Quelle: Netzgerät im Spannungsmodus; das genaueste Messgerät bildet die Referenz).
Vergleichen Sie auch die Genauigkeit der Spannungsmessung von einem KO.
 - *in Serie* schalten, um die *Strommessungen* zu vergleichen (Quelle: Netzgerät im Strommodus oder Netzgerät im Spannungsmodus mit Widerstand in Serie; das genaueste Messgerät bildet die Referenz).
- c) Angenommen Sie haben ein digitales Multimeter, das beliebig genau misst und eine Spannung von 5.00V anzeigt.
- Wie genau kann diese Spannung angezeigt werden (absolut und in Prozent)?
 - Was kann man für eine generelle Aussage bezüglich Anzeigegenauigkeiten von digitalen Messgeräten treffen?

3.2 Beeinflussung der Schaltung durch Messgeräte

- a) Überlegen Sie sich Messschaltungen zur Bestimmung der Innenwiderstände der Messgeräte.
Bestimmen Sie die Innenwiderstände der Messgeräte und erstellen Sie eine summarische Tabelle mit den Innenwiderständen für:
- Spannungsmessung DC (evtl. für verschiedene Messbereiche)
 - Strommessung DC (evtl. für verschiedene Messbereiche)
- b) Bilden Sie die Aufgabe 2.2 d) nach.

ANHANG: SAMMLUNG VON SYMBOLEN (KEIN PRÜFUNGSSTOFF)

Beschreibung:	Symbol:
<i>Quellen:</i>	
Spannungsquelle:	
Stromquelle:	
Masse / Ground (GND):	

<i>Messgeräte:</i>	
Amperemeter:	
Voltmeter:	
Ohmmeter:	

<i>passive Bauelemente:</i>	
Widerstand:	
Kondensator:	
Spule:	
Potentiometer (Poti):	

<i>passive Halbleiter:</i>	
Diode:	
Leuchtdiode (LED):	
Zenerdiode (Z-Diode):	
Schottkydiode:	
Vollbrücken-Gleichrichter:	

Beschreibung:	Symbol:
<i>aktive Bauelemente:</i>	
NPN-Transistor:	
PNP-Transistor:	
Darlington NPN-Transistor:	
Darlington PNP-Transistor:	
Schottky NPN-Transistor:	
Sperrschicht-FET N-Kanal:	
Sperrschicht-FET P-Kanal:	
MOS-FET Verarmungstyp N-Kanal:	
MOS-FET Verarmungstyp P-Kanal:	
MOS-FET Anreicherungstyp N-Kanal:	
MOS-FET Anreicherungstyp P-Kanal:	
Operationsverstärker (OP):	