

Multimeter

Verwendung eines Drehspulinstruments zur Messung von Spannung und Strom

Versuchsvorbereitung

... bedeutet, sich vor dem Labortermin mit Begriffen und Funktionsprinzipien vertraut zu machen. Gute Vorbereitung heißt, diese jemand anderem erklären zu können !

- 1.) Informieren Sie sich über folgende Begriffe :
Strom; Spannung; Leistung
- 2.) Erarbeiten Sie für sich die Wirkungsweise folgender Anordnungen :
Drehspulinstrument; Multimeter
- 3.) Leiten Sie sich die nachstehend verwendeten Beziehungen (1) und (2) her

Literatur :

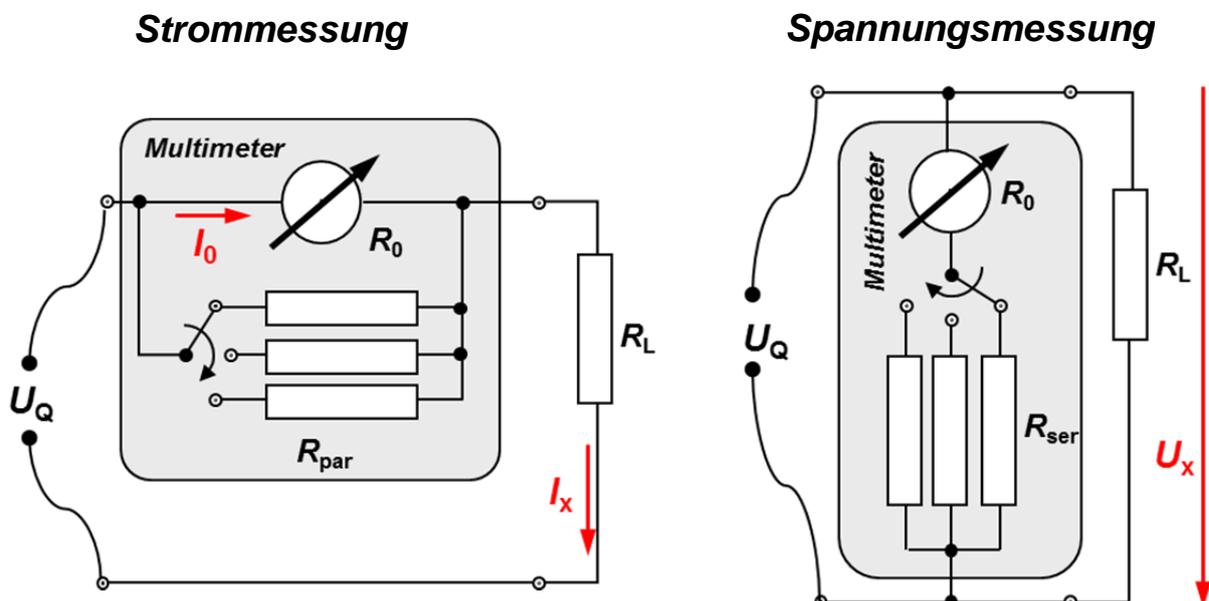
Hering, Martin, Stohrer : Physik für Ingenieure, 9. Auflage (2004), Springer

Nerretter: Grundlagen der Elektrotechnik, (2006), fv Leipzig - Hanser

Einführung

Zur einfachen und schnellen Messung der elektrischen Größen Strom und Spannung werden üblicherweise Vielfachmessinstrumente verwendet. Meist bezeichnet man sie kurz als „Multimeter“. Sie bestehen im Wesentlichen aus einem empfindlichen Anzeigeinstrument, das bereits bei relativ geringem Stromdurchfluss Vollausschlag zeigt, sowie einer Reihe zuschaltbarer Widerstände.

Das Anzeigeinstrument des Multimeters besitze den Innenwiderstand R_0 und zeige für den durchfließenden Strom I_0 Vollausschlag. Dann liegt die Spannung $U_0 = R_0 \cdot I_0$ am Anzeigeinstrument an. In klassischen Multimetern erfolgt die Anzeige über ein analoges Drehspulinstrument, moderne Geräte verwenden eine digitale Anzeigeeinheit. Das Funktionsprinzip ist in beiden Fällen selbstverständlich gleich.



Zur Messung eines großen Stroms I_x ($I_x \gg I_0$) durch einen Lastwiderstand R_L muss das Multimeter im Stromkreis liegen, also in Serie mit der Last (Hauptschluss). Je nach gewünschtem Messbereich wird dem eigentlichen Anzeigeelement dabei ein geeigneter Widerstand R_{par} (Shunt) parallel geschaltet, um den Hauptteil des Stroms daran vorbei zu führen.

Strommessung: Ein Vollausschlag des Multimeters bei dem Stromfluss I_x ergibt sich für folgenden internen Parallelwiderstand R_{par} :

$$R_{par} = R_0 \frac{I_0}{I_x - I_0} \quad (1)$$

Zur Ermittlung einer an einem Lastwiderstand R_L abfallenden großen Spannung U_x ($U_x \gg U_0$) liegt das Multimeter dagegen parallel zur Last (Nebenschluss). Dem Anzeigeelement werden hier zur Messbereichserweiterung geeignete Serienwiderstände R_{ser} vorgeschaltet. Hierdurch wird die am Anzeigeelement selbst abfallende Spannung auf einen Bruchteil von U_x reduziert.

Spannungsmessung: Ein Vollausschlag des Multimeters bei der Spannung U_x ergibt sich für folgenden internen Serienwiderstand R_{ser} :

$$R_{ser} = \frac{U_x - U_0}{I_0} = \frac{U_x}{I_0} - R_0 \quad (2)$$

Geräte

- Drehspulinstrument im Kunststoffgehäuse, Vollausschlag 1 mA
- Multimeter „Voltcraft“, zur Messung von Spannung, Strom und Widerstand
- Netzteil „Voltcraft“, 0-30 V / 0 – 1,5 A
- Steckplatte (Leybold) mit Widerstandsdekade 0 – 11,1 k Ω und Kleinteilen, darunter ein Hochleistungswiderstand von 220 Ω
- Kombinationswiderstand 5 – 150 Ω auf Kunststoffplatte

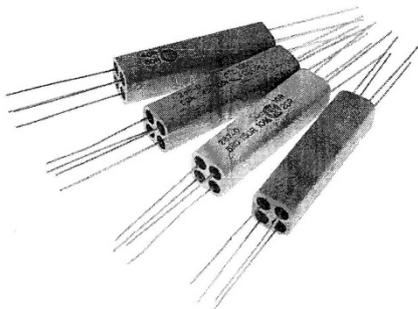
Der Kombinationswiderstand „Vitrohm Type 287-0 (MR2)“ im Keramikkörper enthält vier einzelne, elektrisch voneinander unabhängige Widerstände von 10, 20, 40 und 80 Ω . Diese können mittels Parallel- und Serienschaltung kombiniert werden. Dabei ergeben sich Widerstandswerte zwischen 5 und 150 Ω . Verschaltungsvarianten und die sich daraus ergebenden Widerstandswerte sind nachstehend zusammengefasst (siehe auch das Datenblatt am Versuchspult).

Die Nomenklatur der Tabelle ist sehr abgekürzt. „R“ bedeutet „Ohm“ und markiert gleichzeitig die Position des Kommas.

Als Beispiele seien angeführt: „10R“ = 10 Ω und „9R1“ = 9,1 Ω

Auszug aus dem Datenblatt des Experimentierwiderstands „Vitrohm“

Mehrfach-Hochlastwiderstände



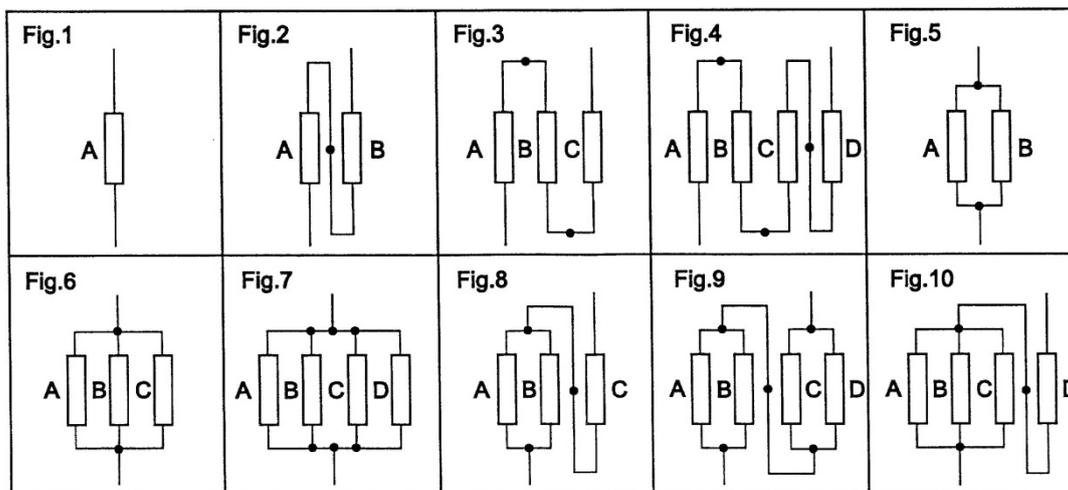
Typen	286-0	288-0	Serie MR
	287-0	289-0	

MEHRFACH-HOCHLASTWIDERSTÄNDE SERIE MR

Technische Daten:		Widerstandswerte			
Typ					
286-0	1R	2R	4R	8R	
287-0	10R	20R	40R	80R	
288-0	100R	200R	400R	800R	
289-0	1K	2K	4K	8K	

Nennbelastbarkeit: Insgesamt 10 W bei $\theta_a = 70^\circ \text{C}$
Es ist gleichgültig, wie sich diese Last auf die vier Elemente eines Typs verteilt.

Temperaturkoeffizient: $-70 \frac{10^{-6}}{\text{K}} \dots +260 \frac{10^{-6}}{\text{K}}$ (wertabhängig)



Typ 287-0

Bereich 5R0 bis 150R
Elemente: 10R, 20R, 40R, 80R
10 Watt - 47 Werte

Wert	Fig.	A	B	C	D	Wert	Fig.	A	B	C	D
5R0	7	10	20	40	80	30R	2	10	20	-	-
5R6	6	10	20	40	-	33R	9	10	20	40	80
6R2	6	10	20	80	-	36R	8	40	80	10	-
6R8	5	10	20	-	-	39R	1	40	-	-	-
7R5	6	10	40	80	-	40R	1	40	-	-	-
8R0	5	10	40	-	-	45R	10	10	20	80	-
8R2	5	10	40	-	-	46R	8	40	80	20	-
9R0	5	10	80	-	-	47R	8	10	20	40	-
9R1	5	10	80	-	-	48R	8	10	20	40	-
10R	1	10	-	-	-	50R	2	10	40	-	-
11R	6	20	40	80	-	56R	8	20	80	40	-
12R	6	20	40	80	-	60R	2	20	40	-	-
13R	5	20	40	-	-	70R	3	10	20	40	-
15R	5	20	80	-	-	80R	1	80	-	-	-
16R	5	20	80	-	-	82R	1	80	-	-	-
20R	1	20	-	-	-	90R	2	10	80	-	-
22R	9	10	80	20	40	91R	8	20	40	80	-
24R	9	10	40	20	80	100R	2	20	80	-	-
25R	8	20	80	10	-	110R	3	10	20	80	-
26R	8	20	80	10	-	120R	2	40	80	-	-
27R	5	40	80	-	-	130R	3	10	40	80	-
27R5	10	10	40	80	20	140R	3	20	40	80	-
28R	8	10	40	20	-	150R	4	10	20	40	80
29R	8	10	80	20	-	-	-	-	-	-	-

Fehler im Datenblatt !!

Aufgaben

Antworten auf nachfolgendem Formblatt eintragen und nach dem Versuch abgeben.

Erster Versuchsteil: Charakterisierung des **Anzeigeeinstruments**

- Bestimmen Sie den Innenwiderstand R_0 des Drehspulinstruments
- Berechnen Sie den Spannungsabfall U_0 am Drehspulinstrument bei Vollausschlag

Zweiter Versuchsteil: Messbereichserweiterung für **Strommessungen**

- Berechnen Sie die drei für eine Messbereichserweiterung auf 10 mA, 100 mA und 1 A notwendigen Parallelwiderstände
- Bauen Sie eine Schaltung zur Messung von Strömen bis 100 mA auf. Verwenden Sie dazu als Parallelwiderstand den geeignet verschalteten Kombinationswiderstand.

Achtung: Die Widerstandsdekade darf nicht für diesen Zweck verwendet werden, da sie nur Ströme unter 20 mA verträgt !!

- Zeichnen Sie das vollständige Schaltbild Ihres Aufbaus zur Strommessung, insbesondere die Verschaltung der vier Einzelwiderstände
- Testen Sie Ihre Schaltung zur Messung von Strömen bis 100 mA mit Hilfe von Netzgerät, Multimeter „Voltcraft“ und dem 220Ω Lastwiderstand.

Achtung: Der maximal zulässige Stromfluss durch das Drehspulinstrument beträgt 1 mA. Bei fehlerhafter Schaltung oder zu hoher Spannung am Netzgerät kann es durchbrennen. Die Kosten für den Ersatz fahrlässig zerstörter Instrumente sind von den Praktikanten zu tragen !!

Erhöhen Sie langsam die Ausgangsspannung des Netzgeräts (Start bei 0 V !!, Strombegrenzung auf $\sim 1/3$ der Endstellung) und beobachten Sie das Anwachsen des Stroms bis zum Maximalausschlag. Notieren Sie zum Vergleich den von Netzgerät und Multimeter „Voltcraft“ angezeigten maximalen Stromwert.

- Berechnen Sie die in der Last in Wärme umgewandelte elektrische Leistung

Dritter Versuchsteil: Messbereichserweiterung für **Spannungsmessungen**

- Berechnen Sie die für Messbereichserweiterungen auf 1V, 10 V und 30 V benötigten Serienwiderstände
- Bauen Sie eine Schaltung zur Messung von Spannungen bis 10 V auf. Verwenden Sie dazu als Serienwiderstand die entsprechend eingestellte Widerstandsdekade.
- Zeichnen Sie das Schaltbild Ihres Aufbaus zur Spannungsmessung
- Testen Sie Ihre Schaltung mit Hilfe von Netzgerät, Multimeter „Voltcraft“ und Lastwiderstand. Erhöhen Sie dazu langsam die Spannung des Netzgeräts (Start bei 0 V !!) und beobachten Sie die Veränderung der Anzeige des Drehspulinstruments bis zum Maximalausschlag. Notieren Sie zum Vergleich die von Netzgerät und Multimeter „Voltcraft“ angezeigten Maximalspannungen.

Theoretische **Grundlagen**

- Leiten Sie die Formeln (1) und (2) auf nachvollziehbare Weise her

Multimeter		
Gruppe		Datum
Name, Vorname		
Charakterisierung des Anzeigeelements		
Innenwiderstand R_0 des Anzeigeelements:		
=> Spannungsabfall U_0 bei Vollausschlag:		
Messbereichserweiterung zur Strommessung		
Berechnung der Parallelwiderstände für verschiedene Strommessbereiche		
10 mA		
100 mA		
1 A		
Vollständiges Schaltbild des Aufbaus zur Strommessung, Messbereich 100 mA		
Stromfluss I_x durch die Last ($R_L = 220 \Omega$) bei Vollausschlag des Drehspulinstruments		
	<i>Ablesewert</i>	<i>Messwert mit Fehlerangabe</i>
Anzeige I_x Multimeter		
Anzeige I_x Netzgerät		
Berechnung der in der Last R_L in Wärme verwandelten elektrischen Leistung		

Messbereichserweiterung zur Spannungsmessung

Berechnung der Serienwiderstände für verschiedene Spannungsmessbereiche :

1 V	
10 V	
30 V	

Vollständiges Schaltbild des Aufbaus zur Spannungsmessung, **Messbereich 10 V**

Spannungsabfall U_x an der Last (220Ω) bei Vollausschlag des Drehspulinstruments:

	<i>Ablesewert</i>	<i>Messwert mit Fehlerangabe</i>
Anzeige U_x Multimeter		
Anzeige U_x Netzgerät		

Theoretische Grundlagen

Nachvollziehbare Herleitung der Beziehungen (1) und (2)