

# Innenwiderstand einer Spannungsquelle Potentiometer- und Kompensationschaltung

## 1 Vorbereitung

- 1.1 Allgemeine Vorbereitung für die Versuche zur Elektrizitätslehre.  
Besonders Potentiometerschaltung (Walcher 5.0.2.4).  
Für die Schaltung nach Abb. 2 ist  $U_x$  als Funktion von  $U$ ,  $R$ ,  $R_x$  und  $R'$  zu berechnen. Der Innenwiderstand des Voltmeters ist als unendlich groß anzunehmen.
- 1.2 Spannungsquellen, Klemmenspannung, EMK, Innenwiderstand  
Lit.: Walcher 5.2.0, 5.2.1
- 1.3 Zur Erläuterung der Versuchsdurchführung  
Lit.: Eichler Kapitel 19 und 20
- 1.4 Kondensatorentladung  
Lit.: Frauenfelder-Huber Bd. II 8.4.1, 8.4.2a

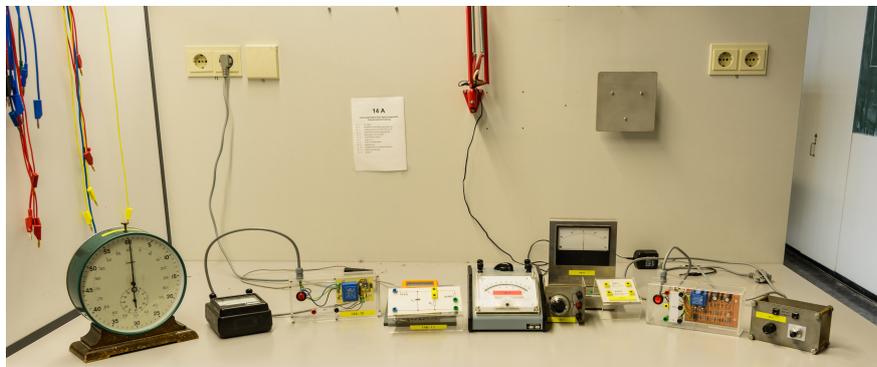


Abbildung 1: Aufbau zu Versuch 14

## 2 Aufgaben

Das Netzgerät liefert folgende Spannungen:

$U$	Spannung zur Versorgung des Potentiometerwiderstandes
$U_x$	unbekannte Spannung für Kompensationsmethode
$E, R_j$	Spannung für Messung 2.4

### 2.1 Messung an einer Potentiometerschaltung

**Untersuchung des Potentiometers als variable Spannungsquelle bei unterschiedlichen Lastwiderständen. Vergleich der experimentellen Daten mit der theoretischen Erwartung.**

Man messe an einer Schaltung nach Abb. 2 die Spannung  $U_x$  in Abhängigkeit von  $R_x$  und zwar zunächst ohne Lastwiderstand  $R'$  und anschließend mit zwei verschiedenen Lastwiderständen. Als Potentiometerwiderstand  $R$  ( $= 1000 \Omega$ ) wird ein Wendepotentiometer (Helipot) benutzt.

Der Widerstand ist hierbei schraubenförmig aufgewickelt und wird von einem Schleifer abgetastet. Die Stellung des Schleifers ist an der Potentiometerskala abzulesen. Für  $R_x$  wähle man:

$$R_x = \frac{n}{10} \cdot R \quad \text{mit } n = 1, 2, \dots, 10.$$

Für den Lastwiderstand mit dem kleineren Widerstandswert messe man zusätzlich für  $n = 0.2, 0.4, 0.5$  und beachte, wie die Extrapolation der gemessenen Kurve für  $R_x/R \rightarrow 0$  ohne und mit den zusätzlich gemessenen Punkten aussieht. Für den kleineren dieser Widerstände berechne man  $U_x(R, R_x, R', U)$ .

Die gemessenen und berechneten  $U_x$  werden graphisch dargestellt. Dabei sollte zweckmäßigerweise  $U_x/U$  als Funktion von  $R_x/R$  aufgetragen werden. An die Kurven schreibe man den Parameter  $R'/R$ . Die Darstellung wird auf diese Weise unabhängig von den speziellen Größen  $U$ ,  $R$  und  $R'$  der verwendeten Schaltung. Die Spannung  $U_x$  wird mit dem Messgerät Metrix MX 202 B gemessen.

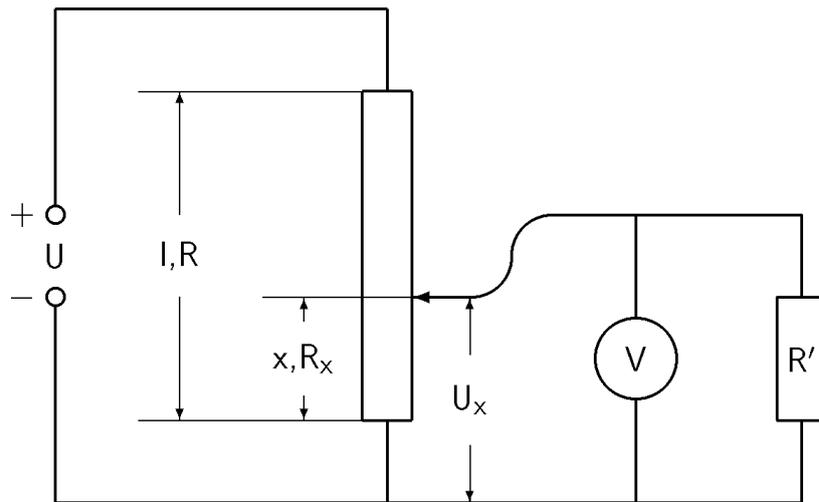


Abbildung 2: Potentiometerschaltung

## 2.2 Messung einer Spannung nach der Kompensationsmethode

### Messung von Spannungen mit unterschiedlichen Messmethoden (Innenwiderstand des Messgerätes). Einfluss des Messgerätes auf die gemessene Spannung.

Die Kompensationsmethode wird benutzt, um die Spannung von Spannungsquellen mit sehr hohem Widerstand zu messen, oder von Quellen, die nicht belastet werden dürfen.

An einer Schaltung nach Abb. 3 wird die Spannung  $U_x$  gemessen. Die Meßmethode ist bei WALTCHER 5.0.3.1.3 beschrieben.

Die Abhängigkeit des Messergebnisses von der Belastung der Spannungsquelle wird deutlich, wenn man anschließend die Spannung  $U_x$  direkt einmal mit dem Instrument Metrix MX 202 B (Innenwiderstand  $40 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ) und dann mit dem Mavometer ohne Shunt (Innenwiderstand  $1 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ) misst (protokollieren!).

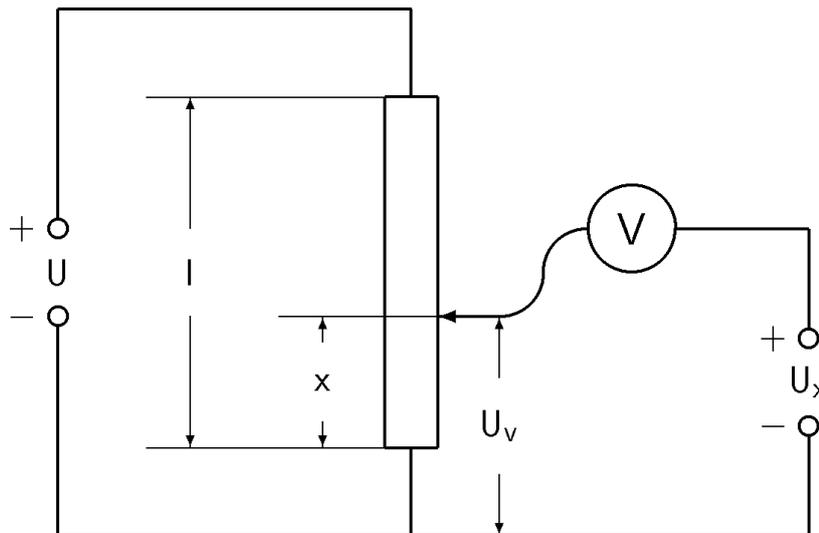


Abbildung 3: Kompensationsschaltung

### 2.3 Kondensatorentladung

**Messung von Kondensatorladungen. Bestimmung der Entladezeit  $\tau$ , der Kapazität und des Innenwiderstandes eines Kondensators.**

In der Schaltung nach Abb. 4 ist der Widerstand  $R_x$  und die Kapazität des Kondensators  $C_x$  zu messen. Zur Spannungsmessung wird das Digital-Multimeter Voltcraft VC150 verwendet.

Zunächst wird der Widerstand  $R_x$  mit dem Multimeter gemessen. Die Kapazität wird mit Hilfe einer Kondensatorentladung bestimmt. Damit die Entladung nur durch den Widerstand  $R_x$  geschieht und nicht zusätzlich durch den Vorwiderstand, muss der Vorwiderstand groß gegen den Entladewiderstand sein. Dies erreicht man durch Vorschalten eines Widerstandes von  $90\text{ M}\Omega$ . Damit zeigt das Voltmeter durch Spannungsteilung nur  $1/10$  der Kondensatorspannung an.

Zunächst werden die Buchsen A und B mit einem Kurzschlussstecker verbunden. Der Kondensator soll nach Abb. 4 aufgeladen werden. Wenn die Anzeige zur Ruhe gekommen ist, notiere man die Kondensatorspannung  $U_C$ , ziehe den Stecker am Ladewiderstand ( $22\text{ k}\Omega$ ) und starte gleichzeitig die Stoppuhr. Man lese während die Uhr weiterläuft, alle  $30\text{ s}$  die Spannung  $U_C$  ab, bis sie unter  $0,1\text{ V}$  (Anzeige) gesunken ist.

Man trage  $U_C$  auf halblogarithmischem Papier gegen die Zeit  $t$  auf, und lege eine Gerade durch die Messpunkte und lese die Zeitkonstante  $\tau$  ab. Mit Hilfe von  $R_x$ , dem Innenwiderstand des Volt-

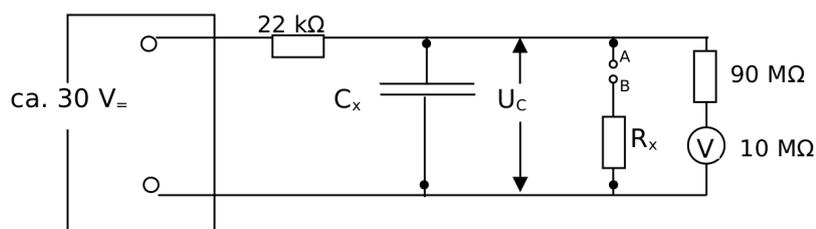


Abbildung 4: Messung einer Kondensatorentladung

meters und des Vorwiderstandes (Parallelschaltung!) sowie der Zeitkonstante berechne man  $C_x$ . Man gebe den Fehler von  $C_x$  an.

Man lade den Kondensator dann nochmals auf, trenne ihn vom Netzgerät und lasse ihn während der Durchführung von Versuch 2.4 ohne jede Belastung (auch Instrument-Stecker ziehen). Es darf kein Spannungsverlust eintreten, sonst wäre der Isolationswiderstand (Innenwiderstand) des Kondensators nicht hinreichend groß gegen die Entladewiderstände.

## 2.4 Messung des Innenwiderstandes einer Spannungsquelle

**Bestimmung des Innenwiderstandes, der Quellspannung und der Kurzschlussstromstärke einer Spannungsquelle. Bestimmung der Leistungsabgabe einer Spannungsquelle in Abhängigkeit des Lastwiderstandes (Klemmenspannung). Vergleich der experimentellen Daten mit der theoretischen Erwartung.**

Zur Messung des Innenwiderstandes einer Spannungsquelle wird eine Schaltung nach Abb. 5 aufgebaut. Die Spannung wird mit dem Messgerät Metrix MX 202 B gemessen, da dieses Gerät wegen seines hohen Innenwiderstandes eine sehr kleine Stromaufnahme hat. Die Messung und Auswertung erfolgt nach WALCHER 5.2.1.1.

Man trage  $U_K(I)$  graphisch auf, lege durch die Messpunkte eine mittlere Gerade und berechne  $R_i$  nach WALCHER Gl. 5.88.

Aus der graphischen Darstellung ist durch Extrapolation die Quellenspannung (Leerlaufspannung) und der Kurzschlussstrom abzulesen und anzugeben.

Man berechne die von der Spannungsquelle abgegebene Leistung als Funktion der Klemmenspannung und stelle diese graphisch dar. Zeichnen Sie zusätzlich in den Graph die erwartete theoretische Abhängigkeit ein. Ferner berechne man das Verhältnis der von der Spannungsquelle abgegebenen Leistung zur insgesamt erzeugten Leistung (= Leistung am Innenwiderstand + abgegebene Leistung) als Funktion der Klemmenspannung und stelle dies ebenfalls graphisch dar.

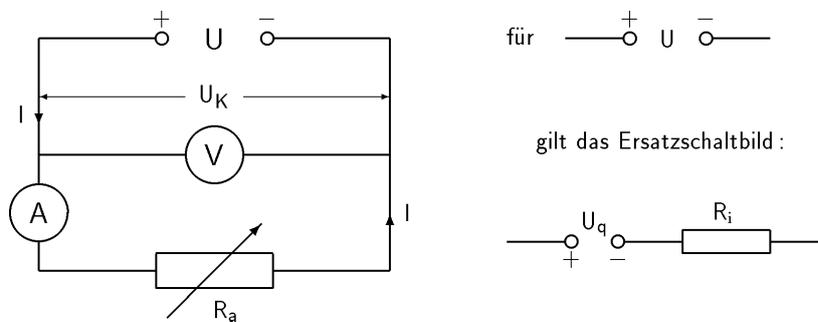


Abbildung 5: Schaltung zur Messung des Innenwiderstandes einer Spannungsquelle