

Versuchsanleitungen
zum
Praktikum
Grundlagen der Elektrotechnik

Versuch Nr.:3

Urspannung (EMK) und innerer Widerstand eines galvanischen Elementes



Fachhochschule Fulda
Fachbereich Elektrotechnik
Pf/ Stand: 2/01

Gruppe Nr: _____

Namen: _____ (Protokollant)

Urspannung (EMK) und innerer Widerstand eines galvanischen Elementes

Unter der Urspannung eines galvanischen Elementes, (auch elektromotorische Kraft, EMK, genannt), versteht man die Potenzialdifferenz, die zwischen den beiden Polen besteht, wenn dem Element kein Strom entnommen wird. Diese Potenzialdifferenz, die sich mit Hilfe der Spannungsreihe deuten läßt, ist nur mit Kompensationsmethode meßbar, da die Batterien einen inneren Widerstand besitzen.

Zwei Spannungsquellen haben gleiche Spannung, wenn bei Parallelschaltung in den Verbindungsleitungen kein Strom fließt. Bei der Kompensationsmethode wird also die Urspannung des Elementes durch eine andere, bekannte Spannung kompensiert, wenn durch das Galvanometer G (s. Abb.1) kein Strom fließt.

Entnimmt man einer Stromquelle den Strom I, so mißt man an ihren Klemmen nicht mehr die Urspannung U, sondern einen niedrigeren Wert U'. Dieser Rückgang der Spannung ist darauf zurückzuführen, daß der entnommene Strom den inneren Widerstand R_i der Batterie durchfließen muß, wobei ein Spannungsabfall

$$\Delta U = U - U' = I \cdot R_i$$

auftritt. Zum inneren Widerstand tragen Elektrolyt und Elektroden mit ihrem jeweiligen Widerstand bei. Mißt man also U, U', und I, so kann man daraus R_i berechnen. In der Praxis wird dies jedoch dadurch erschwert, daß sich bei Stromentnahme eine Polarisationsspannung U_p im Element ausbildet, die der Urspannung entgegengerichtet ist und die Spannung an den Klemmen noch weiter verringert. Polarisation und Depolarisation sind zeitlich ausgedehnte Vorgänge, die Polarisationsspannung hängt von Dauer und Stärke des entnommenen Stromes ab. Demnach gilt für die Spannung an den Klemmen des galvanischen Elementes:

$$U' = U - U_p(t) - I \cdot R_i$$

Man kann bei der Messung direkt beobachten, wie sich die Polarisationsspannung langsam aufbaut und nach dem Abschalten des Belastungsstromes langsam wieder gegen Null geht. Deshalb ist es wichtig, bei der Bestimmung der Urspannung und des inneren Widerstands das Element nur kurzzeitig und in Abständen zu belasten.

Aufgaben:

1. Man bestimme die Urspannungen der dem Versuch beigegebenen galvanischen Elemente.
2. Es soll der innere Widerstand der Batterien bei mindestens 5 verschiedenen Belastungsstromstärken bestimmt werden.
3. Durch längere Belastung (3 Min.) soll die Polarisationsspannung bei einer der oben benutzten Belastungsstromstärken gemessen werden.

Durchführung:

Aufgabe 1: Zunächst soll die Urspannung U_x des Elementes E_x bestimmt werden. Den Schaltplan zeigt Abb. 1.

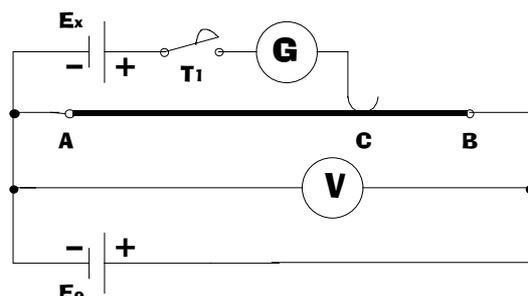


Abb. 1:

E _o	-	Referenzspannungsquelle
E _x	-	zu messendes Element
ACB	-	Schleifdrahtbrücke mit Mittelabgriff
T ₁	-	Taster
G	-	Galvanometer
V	-	Digitalvoltmeter

An den Enden eines Widerstandsdrahtes AB (Schleifdrahtbrücke) wird die Referenzspannungsquelle E_0 angeschlossen, deren Spannung mit dem Digitalmultimeter V gemessen wird. Das Element E_x wird mit einem Pol an den gleichnamigen Pol der Spannungsquelle, mit dem anderen über den Taster T_1 und das Galvanometer an den Mittelabgriff C der Meßbrücke angeschlossen. Die Brücke verhält sich wie ein Spannungsteiler. Durch Verschieben des Schleifers läßt sich ein Punkt finden, für den die Potenzialdifferenz AC der des Elementes entspricht. Aus den Streckenverhältnissen AB/AC ergibt sich die zu messende Ursprungsspannung.

zu Aufgabe 2: Die Schaltung wird gemäß Abb. 2 erweitert. Zunächst wird mit dem Widerstand R ein fester Laststrom ($I_{\max} = 50 \text{ mA}$) eingestellt, dann die Messung wie oben vorgenommen. Aus der Spannungsdifferenz ermittelt man den inneren Widerstand.

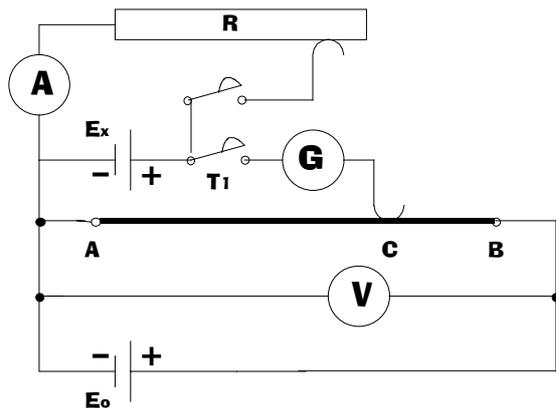


Abb. 2:

E_0	-	Referenzspannungsquelle
E_x	-	zu messendes Element
ACB	-	Schleifdrahtbrücke mit Mittelabgriff
T_1	-	Taster
G	-	Galvanometer
V	-	Digitalvoltmeter
A	-	Amperemeter
R	-	regelbarer Widerstand

zu Aufgabe 3: mit der Schaltung aus Aufgabe 2 wird die Batterie mit einem Strom, für den ihr Innenwiderstand bekannt ist, für etwa 3 Minuten belastet und dann eine erneute Messung vorgenommen. Aus dem Vergleich mit dem Ergebnis der Messung zur Bestimmung des Innenwiderstands ergibt sich die Polarisationsspannung.

Man soll sich die Entwicklung der Polarisationsspannung auch mit dem x/t-Schreiber anschauen. Hierzu wird der Mittelabgriff C der Meßbrücke so eingestellt, daß die Ursprungsspannung der verwendeten Batterie genau kompensiert wird, und dann der Schreiber anstelle des Galvanometers in den Meßkreis geschlossen. Man mißt nun mit dem Schreiber die Spannungsdifferenz zwischen der Batterie und der Strecke AC. Wird die Batterie nun belastet, so zeigt der Schreiber den Spannungsabfall am inneren Widerstand und weiterhin die sich langsam aufbauende Polarisationsspannung. Nach Abschalten des Laststromes erkennt man die langsame Depolarisation. Es sind einige Ein- und Ausschaltvorgänge bei einem Laststrom von 50 mA aufzunehmen und das Ergebnis mit dem oben gewonnenen zu vergleichen.