

Lösung meßtechnischer Probleme mit einfachen Mitteln

D. SCHMEGEL

Hin und wieder steht der Amateur schwierigen meßtechnischen Problemen gegenüber, zumal das Vorhandensein von hochwertigen Meßinstrumenten nicht immer gegeben ist. Im folgenden soll gezeigt werden, daß auch mit Hilfe von einfachen Instrumenten brauchbare Ergebnisse erzielt werden können.

Der dafür zu zahlende Preis ist ein gewisser Rechenaufwand, der jedoch unerheblich ist, wenn ein Taschenrechner zur Verfügung steht.

Spannungsmessung an einer Quelle mit hohem Innenwiderstand

Gerade bei Röhrengeräten kommt es oft vor, daß eine bestimmte Spannung, durch hochohmige Widerstände in der Schaltung bedingt, nur mit Hilfe von sehr hochohmigen elektronischen Meßgeräten genau gemessen werden kann. Daß es zur Not auch mit einfachen Vielfachmeßinstrumenten geht, soll nun gezeigt werden: Das hier vorgestellte Prinzip beruht darauf, daß die unterschiedliche Belastung einer hochohmigen Spannungsquelle während der Messung mit dem Auftreten unterschiedlicher gemessener Spannungen verbunden ist. Aus dem Absinken der gemessenen Spannung bei höherer

Belastung können Rückschlüsse auf den inneren Widerstand der Quelle (R_x) und damit auf die Ursprungspannung E , die ja bestimmt werden soll, gezogen werden. Werden lineare Verhältnisse vorausgesetzt, benötigt man zwei Meßwerte.

Messung 1 (Schalter geöffnet)

Die gemessene Spannung ergibt sich zu:

$$U_1 = E \frac{R_M}{R_M + R_x} \quad (1)$$

Messung 2 (Schalter geschlossen)

Wir setzen:

$$R'_M = R_M \parallel R_B \quad (2)$$

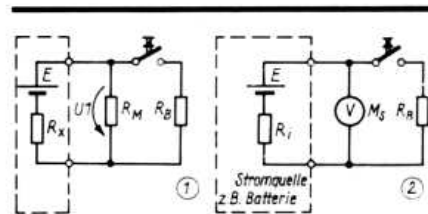


Bild 1: Meßanordnung zur Bestimmung der Ursprungspannung E

Bild 2: Meßanordnung zur Bestimmung des Kurzschlußstromes einer Stromquelle

Es wird folgende Spannung gemessen:

$$U_2 = E \frac{R'_M}{R'_M + R_x} \quad (3)$$

R_x ergibt sich dann aus Gl. (1) und Gl. (3) zu:

$$R_x = \frac{U_1 - U_2}{\frac{U_2}{R'_M} - \frac{U_1}{R_M}} \quad (4)$$

Die Ursprungspannung E ist dann

$$E = U_1 + \frac{U_1 - U_2}{\frac{U_2}{R'_M} - \frac{U_1}{R_M}} \quad (5)$$

Beispiel 1

Mit einem Instrument ($1 \text{ k}\Omega/\text{V}$) soll an einem Fernsehgerät eine bestimmte Spannung gemessen werden. Meßbereich 300 V

Messung 1:

$R_M = 1 \text{ k}\Omega/\text{V} \cdot 300 \text{ V} = 300 \text{ k}\Omega$
Meßwert: $U_1 = 193 \text{ V}$

Messung 2:

$R'_M = 300 \text{ k}\Omega$ (ausgewählt) nach Gl. (2) ist $R'_M = 150 \text{ k}\Omega$
Meßwert: $U_2 = 141 \text{ V}$

180

FUNKAMATEUR Nr. 4 · 1980

181

Werden die gewonnenen Werte in Gl. (5) eingesetzt ergibt sich:
 $E = 305 \text{ V}$

Messung des Kurzschlußstromes bei Spannungsquellen mit kleinem Innenwiderstand

Um bei dieser Meßaufgabe einigermaßen genaue Ergebnisse erzielen zu können, bedarf es Instrumenten mit sehr kleinen Innenwiderständen.

Die im folgenden vorgestellte Methode gestattet es auf andere Weise zu recht genauen Ergebnissen zu gelangen und hat zusätzlich den Vorteil, daß bei ihrer Anwendung eine Überlastung der Stromquelle nicht auftritt. Das Prinzip ist dem im Punkt 1 vorgestellten annähernd identisch.

Messung 1 (Schalter offen)

Da R_i klein ist, zeigt das Instrument den Wert der Ursprungspannung E an.

Messung 2 (Schalter geschlossen)

Durch Schließen des Schalters wird die Stromquelle durch den Widerstand R_B , dessen für die Anzeige günstigster Wert durch Probieren schnell gefunden ist, belastet, wobei über R_i ein Spannungsabfall auftritt. M_S zeigt dann die Spannung U an, wobei gilt:

$$U = E \frac{R_B}{R_i + R_B} \quad (6)$$

Gl. (6) nach R_i aufgelöst ergibt:

$$R_i = R_B \left(\frac{E}{U} - 1 \right) \quad (7)$$

Der gesuchte Kurzschlußstrom ist dann:

$$I_K = \frac{E}{R_i} \quad (8)$$

also:

$$I_K = \frac{1}{R_B \left(\frac{1}{U} - \frac{1}{E} \right)} \quad (9)$$

Beispiel 2

Gesucht ist I_K einer 4,5-V-Flachbatterie. Es steht ein Voltmeter mit 5 V Endausschlag zur Verfügung. Für R_B wird ein gerade vorhandener Drahtwiderstand von 4Ω verwendet.

Messung 1 Messung 2 ($R_B = 4 \Omega$)
 $E = 4,5 \text{ V}$ $U = 3,6 \text{ V}$

Das Einsetzen der Meßergebnisse in Gl. (9) ergibt: $I_K = 4,5 \text{ V}$.

Schlußbemerkung

Die hier vorgestellten Beispiele sollen eine Anregung für die Lösungsfindung bei schwierigen meßtechnischen Aufgaben sein. Die Genauigkeit der Meßergebnisse nach dieser Methode hängt jedoch von der Klassengenauigkeit des Meßinstruments, von der Genauigkeit des Widerstands R_B und von der Linearität der Kennlinie von R_x im Punkt 1 ab.