

Messungen an elektrischen Uhrenanlagen

Von G. Schönberg

(Fortsetzung zu Seite 585)

10. Widerstandsmessungen

Da man aus zwei Grundeinheiten des elektrotechnischen Maßsystems immer die dritte berechnen kann und wir die Spannung mit dem Voltmeter, die Stromstärke mit dem Amperemeter direkt messen können, sind wir auch über den Widerstand eines Stromkreises ohne weiteres unterrichtet. Es ist deshalb nicht unbedingt erforderlich, sich für Widerstandsmessungen ein besonderes Meßinstrument anzuschaffen. Allerdings ist für den Uhrmacher, der sich sehr eingehend mit elektrischen Uhren oder überhaupt mit Elektrotechnik befassen will, ein Widerstandsmeßgerät (Meßbrücke) sehr wichtig. Indessen, solch ein Instrument kostet Geld, und da es bei den Messungen, die der Uhrmacher an elektrischen Uhren und deren Anlagen vorzunehmen hat, nicht auf sehr große Genauigkeit ankommt, kann er auf die direkte Widerstandsmessung ganz gut verzichten und sich mit der indirekten Methode begnügen.

Will man z. B. den Widerstand einer Nebenuhr messen, so verfährt man auf folgende Weise. Man schaltet einfach die Nebenuhr an eine Batterie und legt das Voltmeter an die Klemmen der Batterie, das Amperemeter in den Stromkreis nach Bild 12. Das Voltmeter zeigt z. B.

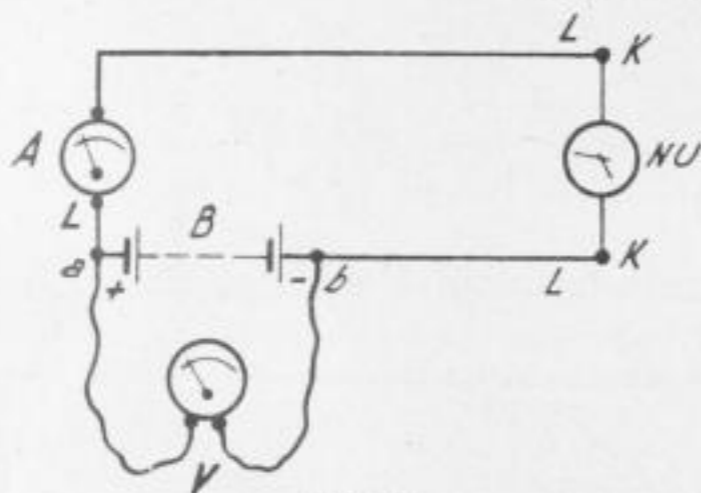


Bild 12

eine Spannung von 5,4 Volt an, das Amperemeter eine Stromstärke von 18 Milliampere. Der Widerstand $(5,4 \text{ Volt} : \frac{18 \text{ Amp.}}{1000}) = 300 \text{ Ohm}$.

Ganz genau ist die Messung natürlich nicht, denn die 300 Ohm stellen den Gesamtwiderstand des Stromkreises dar. Es ist darin der Widerstand der Leitung L und der Widerstand des Amperemeters A enthalten. Beide Widerstände sind aber so niedrig, daß sie völlig vernachlässigt werden können. Nun kann man das Voltmeter auch an

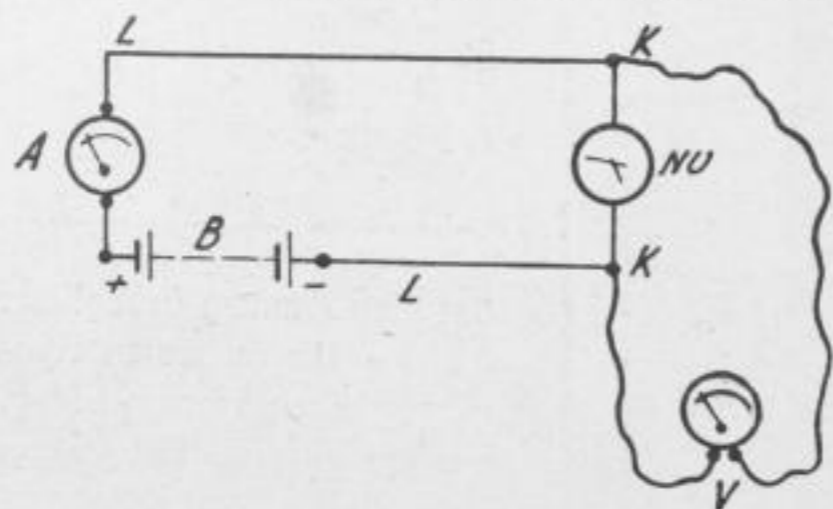


Bild 13

die Klemmen KK der Nebenuhr legen (Bild 13). Auch diese Messung ist nicht ganz genau, denn jetzt ist das Voltmeter parallel zu der Nebenuhr geschaltet, und das Amperemeter zeigt den Strom an, der durch die Nebenuhr und das Voltmeter fließt. Da aber der Widerstand des Voltmeters sehr groß ist, wird der Gesamtwiderstand nur sehr wenig verringert, und auch diese Differenz kann unberücksichtigt bleiben.

600 Die Uhrmacher-Woche · Nr. 48, 1937

Besteht eine Anlage aus vier Nebenuhren (Bild 11), von denen jede 300 Ohm Widerstand hat, und beträgt die Klemmenspannung an den Nebenuhren 6 Volt, so fließt durch jede Nebenuhr eine Stromstärke von $(6 \text{ Volt} : 300 \text{ Ohm}) = 0,020 \text{ Ampere}$. Die Stromstärke, die das Amperemeter A anzeigt, beträgt demnach 0,080 Ampere. Das Voltmeter zeigt 6 Volt, wir rechnen $6 : 0,080 = 75 \text{ Ohm}$. Der Gesamtwiderstand ist also 75 Ohm. Schalten wir noch mehr Uhren dazu, so steigt die Stromstärke immer um 20 Milliampere pro Uhr. Bei zehn Uhren würde sie schon $10 \cdot 20 = 200 \text{ Milliampere}$, also 0,2 Ampere betragen und der Gesamtwiderstand ist $(6 \text{ Volt} : 0,2 \text{ Ampere}) = 30 \text{ Ohm}$. Bei parallel geschalteten Widerständen verringert sich der Gesamtwiderstand mit jedem weiter hinzugeschalteten Widerstand.

Eine gestörte Uhrenanlage besteht z. B. aus zwanzig Nebenuhren, die mit einer Klemmenspannung von 6 Volt betrieben werden. Jede Nebenuhr hat einen Widerstand von 300 Ohm, der Gesamtwiderstand beträgt demnach $300 : 20 = 15 \text{ Ohm}$. Zeigt das Voltmeter 8 Volt, so muß das Amperemeter $8 : 15 = 0,533 \text{ Ampere}$ anzeigen. Zeigt es weniger an, so läßt sich daraus schließen, daß eine Anzahl Nebenuhren abgetrennt sind, die Leitung also unterbrochen ist, zeigt es mehr an, so ist ein Nebenschluß vorhanden, auf alle Fälle noch ein Stromverbraucher.

Schaltet man ein Volt- oder ein Amperemeter richtig ein, so darf man sich nicht einfach damit begnügen, die Spannung oder die Stromstärke abzulesen und zur Kenntnis zu nehmen, sondern man muß sich immer fragen, ob die angegebenen Werte der Anlage entsprechen; mit anderen Worten, man muß den Widerstand der Anlage nicht nur messen, sondern auch zur Kontrolle berechnen oder schätzen.

Den Gesamtwert des Widerstandes aller angeschlossenen Stromverbraucher, z. B. von zehn Nebenuhren, zu berechnen ist sehr leicht, wenn sie alle den gleichen Widerstand besitzen und dieser bekannt ist. Haben die Uhren 300 Ohm Widerstand, so haben zehn parallel geschaltete Uhren $300 : 10 = 30 \text{ Ohm}$, 20 Uhren haben

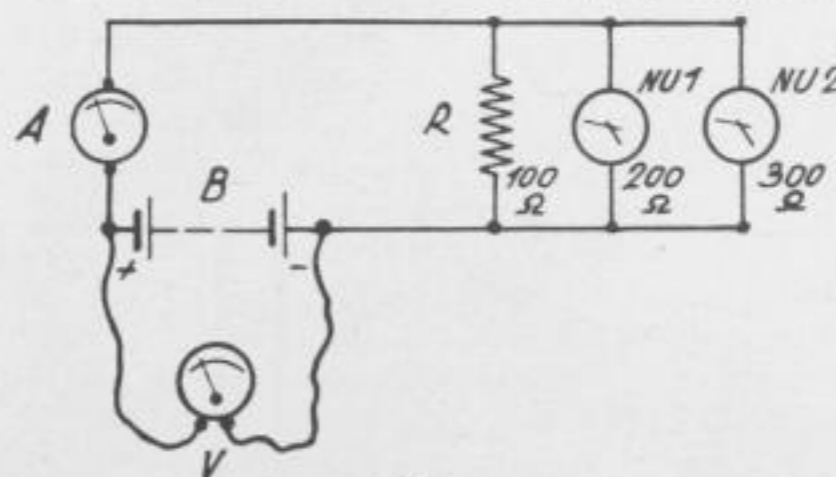


Bild 14

15 Ohm Gesamtwiderstand. Etwas schwieriger wird die Sache, wenn die eingeschalteten Widerstände verschieden sind. In diesem Falle ist der Gesamtwiderstand, der Kombinationswiderstand, stets niedriger als der kleinste Einzelwiderstand.

In Bild 14 hat die Nebenuhr NU1 einen Widerstand von 200 Ohm, NU2 einen Widerstand von 300 Ohm. Außerdem ist noch ein Nebenschlußwiderstand R von 100 Ohm eingeschaltet. Der Kombinationswiderstand muß auf alle Fälle niedriger sein als 100 Ohm. Man kann ihn leicht nach folgender Formel ausrechnen:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$

Ich weiß, daß derartige Formeln unbeliebt sind; man kann auch auf folgende Weise verfahren, etwas umständlicher zwar, aber leicht verständlich. Man nimmt eine beliebige Spannung, am besten gleich die Betriebsspan-