

stärke und  $W$  den Widerstand bedeutet. — Die Spannung ist zu 110 Volt und die Stromstärke zu 0,3 Ampere bekannt, folglich muß der Gesamtwiderstand werden

$$\frac{110}{0,3} = 366,6 \Omega.$$

Da der Apparat selbst einen Widerstand von  $9 \Omega$  hat, so wird der Vorschaltwiderstand  $W$   $366,6 - 9 = 357,6 \Omega$  sein.

Die Spannung eines Stromes verteilt sich in einem Stromkreise gemäß den Kirchhoffschen Gesetzen proportional den Widerständen. Die beiden stromverbrauchenden Apparate unseres Stromkreises, der Schwachstromapparat und die Spule  $W$ , sind hintereinandergeschaltet. Die Stromstärke ist aus diesem Grunde in beiden die gleiche. Nach dem Ohmschen Gesetz, wonach

$$E = J \cdot W$$

ist, wird demzufolge, die Leitungen als widerstandslos angesehen, in der Spule  $W$  eine Spannung auftreten von

$$0,3 \cdot 357,6 = 107,3 \text{ Volt}$$

und in dem Apparat

$$0,3 \cdot 9 = 2,7 \text{ Volt.}$$

Die volle Netzspannung von 110 Volt ist somit verbraucht und der Apparat erhält auch, wie vorstehend berechnet, die erforderliche Spannung.

Nach dieser kleinen Abschweifung wollen wir unser Thema weiterverfolgen und die Funkenbildung untersuchen, wie sie im Moment der Kontaktöffnung in dem Stromkreise nach Abbildung 1 auftritt.

Infolge des passend berechneten Widerstandes der Spule  $W$  ist die Stromstärke von 0,3 Ampere nicht höher oder niedriger, als wenn der Schwachstromapparat durch eine passende Batterie betrieben würde. Demzufolge ist sowohl die Elektrizitätsmenge als auch die EMK der Selbstinduktion, die im Moment der Kontaktunterbrechung entsteht, im Starkstrombetriebe ebenso groß als bei Batteriebetrieb. Der sich bildende Unterbrechungsfunke müßte also auch in beiden Fällen gleich sein.

In Wirklichkeit entsteht nun aber bei der Verwendung von Starkstrom stets ein Lichtbogen während der Trennung der Kontakteile. Man kann diesen Vorgang sehr leicht beobachten, wenn man z. B. eine Glühlampe mittels zweier Drähte an eine Lichtleitung legt. Sobald die Drähte voneinander entfernt werden, und sei es mit noch so großer Geschwindigkeit, so wird stets ein äußerst kräftiger Funke entstehen. Trennt man die Drähte langsam, so entsteht ein langer Lichtbogen, der intensiv genug ist, um einen verhältnismäßig großen Luftraum dauernd zu überwinden, so daß er nicht abreißt. Von der Selbstinduktion der Lampe kann es nicht kommen, denn eine Glühlampe ist induktionsfrei. Wie erklärt sich nun die Entstehung dieses Lichtbogens bzw. des kräftigen Funkens?

Zur Beantwortung der Frage wollen wir in Gedanken den Vorgang der Kontaktunterbrechung wieder in die vier Stadien zerlegen, die wir bei der Beurteilung der Schwachstromunterbrechung in Anwendung brachten.

Lesen wir die betreffenden Stellen nach, so werden wir uns überzeugen, daß die Stadien 1 und 4 auch hier unter den gleichen Umständen eintreten wie bei dem Schwachstrom. Dagegen werden die Momente 2 und 3 ein verändertes Bild geben. In dem Augenblicke, nämlich, wenn die Stromstärke infolge des erhöhten Kontaktübergangswiderstandes anfängt zu sinken, steigt in dem gleichen Verhältnis die abgedrosselte Spannung. Eine einfache Überlegung auf Grund des Ohmschen Gesetzes wird dies bestätigen. Der Vorschaltwiderstand  $W$  hat, wie wir bereits berechneten, bei einem Stromverbrauch von 0,3 Ampere einen Spannungsabfall von 107,3 Volt. Sinkt aber die Stromstärke auf beispielsweise 0,1 Ampere, so beträgt der Spannungsabfall nur noch

$$0,1 \cdot 357,6 = 35,7 \text{ Volt,}$$

so daß alsdann in dem Stromkreise eine Spannung herrscht von

$$110 - (35,7 + 2,7) = 71,6 \text{ Volt.}$$

Hieraus geht hervor, daß in dem Augenblicke, wenn die Stromstärke auf Null gesunken ist, die Spannung die volle Höhe von 110 Volt erreicht hat.

Mit der Erkenntnis, daß durch die Abnahme der Stromstärke die gedrosselte Spannung steigen muß, haben wir auch gleichzeitig die Ursache der starken Funkenbildung in Starkstromnetzen gefunden. Im Moment des von uns fixierten dritten Stadiums der Kontaktunterbrechung ist die Stromstärke bereits erheblich gesunken und demzufolge die Spannung eine hohe geworden. Diese treibt nun, anfangs noch unterstützt durch den Öffnungsstrom, den primären Strom durch den Kontaktwiderstand und bildet somit den bekannten Lichtbogen.

Es geht aus den vorstehenden Ausführungen hervor, daß der Betrieb von Schwachstromapparaten in Gleichstromnetzen gemäß der Einschaltung nach Abbildung 1 die Bildung eines Lichtbogens oder zum mindesten eines kräftigen Funkens zur Folge hat. Je schneller sich der Kontaktarm bewegt und je plötzlicher die Ausschaltung erfolgt, desto rascher wird der Lichtbogen abgerissen.

Es ist nun die Frage interessant, welche Apparate sich wohl zu dem vorgenannten Betrieb eignen möchten.

Hierzu wäre zu bemerken, daß

1. der Kontaktschluß nicht zu oft erfolgen darf,
2. der Antrieb des beweglichen Kontaktteiles ein sehr energischer sein muß,
3. der Kontakt als Schleifkontakt ausgebildet, unter kräftigem Druck stehen und der Einschaltungspunkt 4—5 mm von der Unterbrechungstelle entfernt sein muß.

Punkt 1 ist dahin zu präzisieren, daß, wenn der Kontaktschluß öfter als allminütlich stattfindet, auf einen gesicherten Dauerbetrieb wohl kaum mehr zu rechnen ist. Aus dem Grunde sind elektrische Klingeln mit Selbstunterbrechung durchaus ungeeignet für diesen Betrieb; der Kontakt würde sehr bald unbrauchbar sein.

Die Bedingung nach Punkt 2 verlangt im allgemeinen einen elektromagnetischen Antrieb des Kontaktes. Der bekannte Stromwechselkontakt unserer Hauptuhren scheidet also aus, da die Bewegung des Exzentrers eine zu langsame ist.

Unter Berücksichtigung der nach Punkt 3 an den Kontakt zu stellenden Ansprüche kämen für den Betrieb nur noch elektrische Einzeluhren mit Selbstaufzug in Betracht. Von diesen sind jedoch auch viele Konstruktionen unbrauchbar, da die Kontakte entweder nicht die genügende Reibung besitzen oder auch mit einem zu schwachen Druck arbeiten. Jedoch gibt es tatsächlich einige Konstruktionen, deren Kontakte den Anforderungen genügen und dies durch mehrjährigen zufriedenstellenden Betrieb bewiesen haben. Diese Fabrikate unter den vielen Konstruktionen herauszufinden, bildet eine interessante und nicht gerade schwer zu erfüllende Aufgabe für jeden strebsamen Uhrmacher.

Es gibt nun eine zweite Schaltung, deren Anordnung die Bildung eines erhöhten Unterbrechungsfunkens vollständig vermeidet. Es ist dies die sogenannte „Nebenschlußschaltung“ nach Abbildung 2.

Der Strom fließt in dieser Anordnung von dem + Pol der Starkstromleitung durch die beiden Widerstände  $W_1$  und  $W_2$  zum — Pol zurück. Der größere Widerstand  $W_1$  kann aus einer passenden Glühlampe gebildet sein, während  $W_2$  stets ein Drahtwiderstand ist. Von den Klemmen des Widerstandes  $W_2$  sind zwei Drähte zu den Punkten a und b gelegt, die zum Anschluß des Schwachstromnetzes dienen, also als Ersatz der Batterie gelten.

Die beiden Widerstände müssen so abgeglichen sein, daß sie eine Stromstärke durchlassen, die von dem eingeschalteten Schwachstromapparat verbraucht wird. Soll beispielsweise eine Klingel betrieben werden mit einem Stromverbrauch von 0,25 Ampere bei  $6 \Omega$  Widerstand und führt die Gleichstromleitung 220 Volt, so paßt als Widerstand  $W_1$  eine 16kerzige Kohlenfadenlampe, die 0,24 Am-