

um den sie gedreht werden muß, wenn eine gewisse Längenveränderung v der Spiralfeder herbeigeführt werden soll, durch die Formel:

$$v'' = \frac{v \cdot a}{b \cdot p}$$

in der allerdings a nicht mehr die volle Länge des Rükkerzeigers bedeutet, sondern die Entfernung von der Be-

wegungsachse bis zum Angriffspunkt der Rükkerschraube. Auch gilt diese Formel, streng genommen, nur für die rechtwinklige Stellung der Schraubenachse zur Rükermittellinie. Die Winkelbewegung des Rükkerzeigers bei einem bestimmten Betrage der Schraubendrehung vermindert sich um so mehr, je mehr beide Teile die rechtwinklige Stellung zueinander verlassen haben.

Franz Uhrwart.

Praktische Anwendung elektrotechnischer Gesetze und Formeln.

Von F. Thiesen.

Die Ausführung konstruktiver Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrotechnik, die Projektierung und Prüfung elektrischer Anlagen sowie die Ausübung der Meßmethoden erfordert die Kenntnis der einschlägigen Gesetze. Auf Grund dieser Gesetze sind von bedeutenden Fachleuten Regeln und Formeln zur Erleichterung der Erledigung theoretischer und praktischer Arbeiten aufgestellt worden, deren Anwendung nicht nur nützlich, sondern zwingend notwendig ist. Die Elektrotechnik ist ein Gebiet, auf dem die theoretischen Arbeiten ganz besonders vorherrschend sind, und derjenige, welcher dieser Branche irgend welche Erfolge abringen will, wird die Theorie nicht entbehren können. Von diesem Gesichtspunkte aus sind die nachstehenden Ausführungen geschrieben, die eine kleine Auslese der wichtigsten und einfachsten theoretischen Lehren darstellen, ohne deren Kenntnis jede Arbeit auf Schwierigkeiten stößt. Ich habe versucht, die trockne Bücherweisheit durch Einfügung reichlicher praktischer Beispiele saftiger und vor allen Dingen leichtverdaulich zu machen. Ist mir dieses gelungen, so daß der Praktiker die Speise appetitlich findet, so wird meine Arbeit Nutzen bringen.

Elektrische Maßeinheiten.

Die Grundlage aller Theorie sind die elektrischen Maßeinheiten. Diese basieren auf den drei elektrischen Größen „Spannung“, „Widerstand“ und „Stromstärke“. Die Einheit für die Spannung ist das Volt, diejenige des Widerstandes heißt das Ohm und die Stromstärke wird nach Ampere's gemessen.

Nach dem Reichsgesetz vom 1. Juni 1898 wird die Einheit des Widerstandes, das Ohm, dargestellt durch eine Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt und 106,3 cm Länge bei einer Temperatur von 0° C.

Das Ampere ist diejenige Stromstärke, welche beim Durchgange durch eine wässrige Silbernitratlösung in einer Sekunde 0,001118 Gramm Silber niederschlägt.

Das Volt ist diejenige elektromotorische Kraft (EMK) oder Spannung, welche in einem Leiter von einem Ohm Widerstand eine Stromstärke von einem Ampere erzeugt.

Der Effekt des elektrischen Stromes wird in Watt ausgedrückt. Das Watt ist dementsprechend das Produkt aus Spannung und Stromstärke. 2 Volt · 3 Ampere = 6 Watt, und 6 Volt · 1 Ampere ergeben gleichfalls 6 Watt. 1000 Watt werden 1 Kilowatt genannt.

Die Maschinenkraft wird von den Maschinentechnikern nach Pferdestärken (PS) bemessen. Diese Bezeichnung findet auch Anwendung auf die elektrische Energie, indem man die elektrische Pferdestärke zu 736 Watt bestimmt hat. Bei der Berechnung der Leistungen elektrischer Maschinen ist jedoch zu bedenken, daß zwischen der elektrischen und der effektiven Pferdestärke ein Unterschied besteht, weil durch die Umformung der mechanischen Arbeit in elektrische oder umgekehrt ein Arbeitsverlust in den Maschinen entsteht, der bei kleineren Anlagen mit 15 bis 25% in Anrechnung zu bringen ist. Soll also beispielsweise das Netz einer Lichtanlage 5 PS nutzbare Energie liefern, so muß sowohl die Dynamomaschine als auch die Antriebsmaschine eine höhere Kraftleistung entfalten können. Leistet ferner ein Elektromotor 4 PS, so wird er nicht nur $4 \cdot 736 = 2944$ Watt, sondern etwa

12% mehr, also rund 3300 Watt oder 3,3 Kilowatt verbrauchen.

Die Unterteilung des Volt und des Ampere wird nach Tausendteilen vorgenommen. $\frac{1}{1000}$ Volt nennt man ein Millivolt, und $\frac{1}{1000}$ Ampere ist ein Milliampere.

Wenn man die Leistung des elektrischen Stromes bestimmen will, etwa um die verbrauchte Energie in Geldwert umzurechnen, so muß die Zeit berücksichtigt werden, die während der Stromentnahme verflossen ist. War die Spannung des verbrauchten Stromes eine konstante, so wird es zur Berechnung des Strompreises genügen, wenn die verwendete Stromstärke zu einem bestimmten Einheitspreise in Anrechnung gebracht und mit der Zeit der Stromentnahme multipliziert wird. In dieser Beziehung rechnet man mit Ampere-Sekunden oder Coulomb und mit Ampere-Stunden.

Wenn jedoch außer der Stromstärke auch die Spannung zur Berechnung des elektrischen Effektes herangezogen werden soll, so rechnet man mit Wattstunden. Die Berechnung nach Wattstunden hat sich allgemein eingebürgert. Wenn also ein Strom von 5 Ampere Stromstärke und 100 Volt Spannung eine Stunde lang geflossen ist, so ist eine Energie von $5 \cdot 100 \cdot 1 = 500$ Wattstunden verbraucht.

1000 Wattstunden nennt man eine Kilowattstunde. Diese in der Starkstromtechnik ständig angewandte elektrische Größenbezeichnung für 1000 Wattstunden wird seit kurzem laut Beschluß einer internationalen Versammlung von Elektrotechnikern auch „Kelvin“ genannt, zu Ehren des bekannten englischen Physikers Lord Kelvin.

Ohmsches Gesetz.

Dem verdienstvollen Physiker Ohm verdanken wir die Kenntnis von der Beziehung der drei elektrischen Größen Spannung, Stromstärke und Widerstand zueinander. Dieser Gelehrte hat bewiesen, daß die Stromstärke von der Spannung des Stromes und der Höhe des Widerstandes im Stromkreise unmittelbar abhängig ist und uns damit den Weg gewiesen, um einen der drei Faktoren zu bestimmen, wenn die beiden andern bekannt sind. Das Ohmsche Gesetz lautet:

$$\text{Stromstärke} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Widerstand}} \quad (1)$$

Die Formel läßt sich zweimal umschreiben, so daß folgende Ergänzungen entstehen:

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}} \quad (2)$$

$$\text{Spannung} = \text{Widerstand} \times \text{Stromstärke} \quad (3)$$

Für das praktische Rechnen haben sich Abkürzungen der verschiedenen Benennungen allgemein eingeführt. Es wird gesagt für

Spannung = E (oder e)

Stromstärke = J (oder i)

Widerstand = W (oder w, im Schriftsatz das Zeichen Ω).

Zum Verständnis elektrotechnischer Lehrbücher und zwecks Ausführung von Berechnungen ist es unbedingt erforderlich, daß man sich diese Zeichen ebenso sicher einprägt, wie das Alphabet. Aus diesem Grunde werden in den nachstehenden Ausführungen anstatt der vollständigen Bezeichnungen nur deren Abkürzungen Verwendung finden.