

Elektrotechnische Rundschau.

Zeitschrift

für

angewandte Elektrizitätslehre.

Herausgegeben

von

Postrat **C. Grawinkel** und Professor **Dr. G. Krebs**
zu Frankfurt (Main).

IV. Jahrgang.

Heft 5.

Mai 1887.

I N H A L T.

G. Kapp's Formel für die Vorausbestimmung der Charakteristik bei Dynamomaschinen. Von Prof. Dr. G. Krebs.
Die elektrischen Motoren. Von Dr. V. Wietlisbach in Bern.
Das absolute Ampèremeter von Pellat. Von C. Grawinkel.
Prof. Sylvanus Thompsons Telephonforschungen. Von J. Heisig.

Induktionslose Fernsprechleitungen und telephonisches Doppelsprechen. Von W. Christiani.

Kleine Mitteilungen:

Messinstrument für elektrische Ströme. — Neuer Stromunterbrecher.

Bücherbesprechungen.
Patentanmeldungen.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1887.

Redaktionschluss: 30. April.

Für elektrische Beleuchtung

zum Betriebe der Dynamo-Maschinen empfiehlt:

Weitgehendste Garantie für geringsten Kohlenverbrauch, dauernd ruhigen elastischen und gut regulierten Gang, Solidität und Preiswürdigkeit.

Compound-Locomobilen in allen Grössen mit ausziehbarem Rohr-System, Vorwärmer etc.
Hochdruck-Dampfmaschinen, Compound-Maschinen neuester bewährter Bauart, in allen Grössen mit bewährten Steuerungen.
Patent-Dreicylinder-Dampfmaschinen bewährtester Konstruktion.

Feodor Siegel, Ingenieur, **Schönebeck a. Elbe.**

Maschinenfabrik, Eisengiesserei und Kesselschmiede. (108)

J. B. Grief, Wien I.

General-Vertreter der Fabriken:

Lazare Weiller & Co., Angoulême

Patent-Silicium-Kupfer-, Bronze-Draht und Guss. (116)

Société Générale des Téléphones.

Kabel-Fabriken ehemals „Rattier“, Paris.

Guttapercha- und Kautschuk-Waren für techn. Zwecke.

Electr.-med:

Apparate und Instrumente für Galvan.-Farad.- u. Franklinisation, Elektrolyse, Galvanokaustik u. elektr. Beleuchtg von Körperhöhlen. Reiniger, Gebbert & Schall, Universitäts-Mechaniker, Erlangen i/B. Reich illustr. Preisverzeichn. — Vertreter i. In & Auslande — 3. Schlossplatz 3.



Ein akademisch und praktisch gebildeter Elektrotechniker, seit 2 1/2 Jahren in Nord-Amerika in einer der ersten Gesellschaften (speziell Anfertigung von Glühlampen und Dynamomaschinen) thätig, sucht verantwortliche Stellung in Deutschland. Offerten erbeten sub H. 02840 an Haasen-stein & Vogler in Hamburg. (125)

Ein energischer Kaufmann mit ca. M. 300 000 Kapital sucht ein (136)

Fabrikgeschäft

zu übernehmen oder zu begründen und erbittet sich diesbezügliche Offerten unter unter N. 278 an die Annoncen-Expedition von Rudolf Mosse, Frankfurt a. M.

Zu kaufen gesucht (114)
 1 komplette Einrichtung zum Vernickeln, Verkupfern etc. mit **Dynamo.**

E. Maquet, Heidelberg.

Patente

besorgt u. verwertet in allen Ländern. Prospekte gratis. **Alfred Lorentz, Berlin, Lindenstr. 87.**

Adressen von Galvanoplastiker, Elektrotechniker, Telegraphen- und Blitzableiterbauern liefert komplet (124)
 Adressen-Bureau Karl Klaus, K 31 n Rh. a.

Patente in allen Ländern

besorgen und verwerten

J. Brandt & G. W. v. Nawrocki

Inhaber **G. W. v. Nawrocki,**

Ingenieur und Patent-Anwalt, Mitglied des elektrotechnischen Vereins.

BERLIN W.,

78 Friedrichstrasse 78.

im Hause der Germania. (102)

Aeltestes Berliner Patentbureau. Besteht seit 1873.

J. Brandt & G. W. v. Nawrocki. Civil-Ingenieure.

SEIDENE Leitungsschnüre 2 Adern **Mk. 14** } pro 100 m, Farbe nach
 2 Adern und 1 blinde **Mk. 16** } Wunsch, Abschnitte v. 25 m.
Sprachrohr-
schlauch { 16 mm Durchmesser Mk. —,85 } pr. Meter
 { 18 " " " —,95 } grün, dunkelrot, braun.
 { 20 " " " 1,05 }
 { 25 " " " 1,55 }
 KOHLENGARNITUREN für Ader-Mikrophone kompl., 10 Walzen, 3 Vierkant, Mk. 1,60.
JACQUES ULLMANN
 IMPORT FABRIKATION EXPORT
 26 Boulevard Voltaire PARIS. (111)



„Poröse Thoncyliner“



rund od. eckig, auch glasirt, sowie Säurewanen empf. zu bill. Preisen

Eugen Hülsmann

(sonst Carl & Gustav Harkort)

Thonwarenfabrik,

Altenbach bei Wurzen i. S.

Etabliert 1845. (104)

G. Kapp's Formel für die Vorausbestimmung der Charakteristik bei Dynamomaschinen.

Von Prof. Dr. G. Krebs.

G. Kapp hat sich bemüht, eine Gleichung aufzufinden, welche gestattet, aus den Dimensionen einer Dynamomaschine die Charakteristik derselben (zunächst für geringe Sättigungsgrade der Eisenmassen) vorauszubestimmen. Die Gleichung giebt eine Beziehung zwischen der Zahl der Kraftlinien und der Zahl der Ampèrewindungen (Stromstärke \times Windungszahl), mit Einführung des sogen. „magnetischen Widerstandes“. Bei der Zeichnung der entsprechenden Kurve, der Charakteristik, gelten die Anzahlen der Ampèrewindungen als Abscissen und die Anzahlen der die Armatur durchsetzenden Kraftlinien als Ordinaten.

Es ist begreiflicher Weise von großer praktischer Wichtigkeit, die Beschaffenheit der Charakteristik aus den Dimensionen der Maschine, der Windungszahl u. s. w. zum Voraus berechnen zu können, statt diese Kurve durch eine Reihe von Versuchen festzustellen. Selbstverständlich sind von Kapp Vorversuche gemacht worden, um einige Konstante zu bestimmen.

Die elektromotorische Kraft E einer Dynamomaschine hängt von folgenden Größen ab:

1. von der Zahl z der durch die beiden neutralen Querschnitte der Armatur (A, A_4 Fig. 1) gehenden Kraftlinien;
2. von der Zahl N der um die Armatur geschlungenen Windungen;
3. von der Größe F der Windungsfläche, und
4. von der Zahl n der Umdrehungen in der Sekunde.

Danach ist:

$$E = z \cdot N \cdot F \cdot n.$$

Dreht sich eine Windung von der neutralen Stelle A nach dem Südpol S (Fig. 1), so nimmt die Zahl der durch die Windungsfläche gehenden Kraftlinien, welche in der Lage A auf der Fläche senkrecht standen, immer mehr ab; durch diese Abnahme wird in der Windung (wegen der Annäherung an den Südpol) ein Strom inducirt, welcher die Richtung des auf die Windung gezeichneten Pfeiles besitzt. Geht die Windung über die Lage A_2 hinaus bis A_4 , so nimmt die Zahl der durch

die Windungsfläche gehenden Kraftlinien zu und es entsteht (wegen der Entfernung von S) in der Windung ein Strom, welcher dem vorigen gleich gerichtet ist. Geht die Windung über A_4 hinaus, so entsteht in ihr auf der ganzen unteren Hälfte des Ringes ein dem vorigen entgegengesetzter Strom. Durch

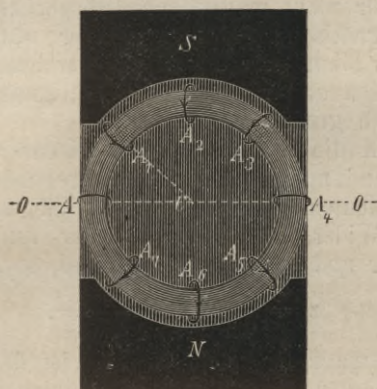


Fig. 1.

die Schleifbürsten werden beide Ströme gleichgerichtet. Die elektromotorische Kraft E ist also

$$E = 4 z \cdot F \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} \cos \varphi \, d\varphi = 4 z F,$$

wenn z die Zahl der durch F während einer Vierteldrehung gehenden Kraftlinien bedeutet. In der neutralen Lage stehen nämlich die Kraftlinien auf F senkrecht; in irgend einer anderen Lage (A_1) ist die Zahl der durch F gehenden Kraftlinien = $z \cdot \cos \varphi$ (projiziere A_1 auf A). Hat man N Windungen und drehen sich dieselben in einer Sekunde n mal um, so erhält man:

$$E = 4 z \cdot N \cdot F \cdot n.$$

Bedeutet endlich z die Zahl aller während einer ganzen Umdrehung durch die Windungen gehenden Kraftlinien, so ist:

$$E = z \cdot N \cdot F \cdot n.$$

Aus Gleichung (1) ergibt sich:

$$z = \frac{E}{N \cdot F \cdot n}.$$

Ist E in Volt gegeben und bedeutet n , wie gewöhnlich die Tourenzahl per Minute, so wird:

$$z = \frac{10^8 E \cdot 60}{N \cdot F \cdot n}$$

Es gilt also, um die elektromotorische Kraft einer gegebenen Armatur zu bestimmen, den Wert z der wirksamen Kraftlinien, welche durch die Armatur gehen, zu finden. Alsdann ist es möglich, auf Grund einer bloßen Zeichnung der Maschine, die Charakteristik derselben vorauszubestimmen.

Die Formel, mit Hilfe deren Kapp diesen Zweck zu erreichen gesucht hat, beruht auf dem Begriff des magnetischen Widerstandes. Derselbe ist für Luft und überhaupt für nicht magnetische Körper konstant, für magnetische Substanzen aber wächst er mit der Zahl der dieselben durchsetzenden Kraftlinien und wird für den Sättigungspunkt unendlich groß.

Ist K die bezüglich des Hufeisens in Ampère-Windungen ausgedrückte erregende Kraft und bedeuten W_a , W_b und W_c die magnetischen Widerstände bezüglich der Luft, der Armatur und des Elektromagnetes, so gilt:

$$z = \frac{K}{W_a + W_b + W_c} \quad (2)$$

Der magnetische Widerstand ist der mittleren Weglänge, welche die Kraftlinien zurücklegen, direkt und dem Querschnitt der sich ihnen darbietenden Flächen (des Kerns der Feldmagnete und der Armatur, sowie der zwischen liegenden Luftschicht) umgekehrt proportional.

Bedeutet unter Voraussetzung eines Hufeisens mit rechteckigem Querschnitt:

A die Dicke, B die Breite des Schenkel des Feldmagnetes,

a die Dicke, b die Länge des Armatureisens,

L die mittlere Weglänge für die Kraftlinien in den Feldmagneten,

l für diejenige in der Armatur,

δ den Zwischenraum zwischen den Polflächen und dem Eisenkerne der Armatur, sowie

λ den von einem Polschuh umfassten Bogen, so ist der magnetische Widerstand

$$W_c + W_b + W_a = \frac{\alpha \cdot L}{A \cdot B} + \frac{\beta \cdot l}{2a \cdot b} + \frac{\gamma \cdot 2\delta}{\lambda \cdot b}$$

Die lediglich von der Qualität des Eisens abhängigen Konstanten α und β , sind nach Kapp für weiches Schmiedeeisen unter Voraussetzung eines schwachen Magnetismus:

$$\alpha = 2$$

$$\beta = 2$$

$$\text{ferner } \gamma = 1440.$$

Die Abmessungen sind in engl. Zollen verstanden. Der Faktor 2 vor a und δ ist deshalb eingesetzt, weil die Kraftlinien, indem sie von einem Pol zum andern gehen, Armatur und Luft zweimal durchsetzen.

Ist z. B. die elektromotorische Kraft $E = 113$ Volt, die Tourenzahl n in der Minute $= 800$ und die Zahl der Windungen $N = 40$, so treffen auf die Fläche einer Windung im neutralen Querschnitt per Sekunde:

$$\frac{E}{N \cdot n} = \frac{10^8 \cdot 113 \cdot 60}{40 \cdot 800} = 212 \cdot 10^5 \text{ Kraftlinien.}$$

Denkt man sich diese Zahl von Kraftlinien über die Oberfläche des Armaturecyinders verteilt, so ist die Intensität des magnetischen Feldes zwischen Polfläche und Armatur, wenn der Durchmesser der Windungen $= 9,7''$ (engl.) und die Länge der Armatur $= 18''$, auf qem reduziert:

$$\frac{212 \cdot 10^5}{3,14 \cdot 9,7 \cdot 18 \cdot 6,45} = 6000 \text{ (ungefähr).}$$

Hieraus erhält man, unter der Voraussetzung, daß die Abmessungen in englischen Zollen gegeben sind:

$$z = \frac{6000 K}{\frac{2L}{A \cdot B} + \frac{2l}{2ab} + \frac{1440 \cdot 2\delta}{\lambda b}}$$

Durch Kombination der Gleichungen 1) und 2) erhält man eine Beziehung zwischen E und K , welche sich graphisch als gerade Linie darstellt. Indessen findet man bei der Probe, daß die berechnete elektromotorische Kraft entweder ebenso groß oder um wenig kleiner ist, als die beobachtete, selten größer; oder mit anderen Worten: der wirkliche Anfangswert des magnetischen Widerstandes ist gleich oder um wenig kleiner als der berechnete. Es rührt dies jedenfalls daher, daß der Einfluß der Polschuhe vernachlässigt und bei der Ausmessung der Längen und Oberflächen Fehler gemacht worden sind. Sicher aber ist die Differenz so klein, daß sie in der Praxis vernachlässigt werden kann.

Bis jetzt ist angenommen worden, daß sich keine Kraftlinien in die Luft zerstreuen, was indessen thatsächlich, namentlich von den Polen aus, stattfindet. Sei nun ζ die Zahl der verloren gehenden Kraftlinien, so darf dieselbe als der Klemmenspannung K_1 proportional angenommen werden. Ist nun ρ der magnetische Widerstand des umgebenden Mittels (der Luft), in welche sich die ζ Kraftlinien zerstreuen, so gilt:

$$\zeta = \frac{K_1}{\rho}$$

Bezeichnet man ferner die Zahl aller Kraftlinien, der verloren gehenden und der nützlichen, mit z_1 , so ist:

$$z_1 = z + z_2$$

Da K_1 die Klemmenspannung und W_a der Widerstand in den Zwischenräumen des Elektromagnetes und der Armatur, sowie W_b der in der letzteren selbst, so ist:

$$K_1 = (W_a + W_b) z.$$

Bedeutet ferner K_2 das Potentialgefälle in dem Elektromagnet, so ist:

$$K_2 = W_c \cdot z_1.$$

Ferner ist:

$$K = K_1 + K_2.$$

So lange der Strom einer Dynamomaschine schwach ist, also wenig Kraftlinien den Elektromagnet durchsetzen, ist die Zahl der sich in das umgebende Mittel zerstreuen Kraftlinien höchst unbedeutend; wird aber der Strom stärker, die Dichtigkeit der Linien also größer, so wächst die Zahl der verloren gehenden Linien erheblich. Man kann aber auch bei starken Strömen den Verlust sehr herabmindern, wenn man den Querschnitt des Elektromagnetes sehr groß im Verhältnis zu dem der Armatur nimmt; die Dichte der Kraftlinien in dem Elektromagnet ist dann trotz der großen Zahl derselben gering, weshalb fast alle Kraftlinien in die Armatur übergehen, wo sie eine erhebliche Dichtigkeit erlangen und einen starken Strom hervorrufen.*) Solche Maschinen gestatten dann auch leichter eine Compoundbewicklung. Zieht man nur die nützlichen Linien in betracht, so muß das Verhältnis der Dichtigkeiten in der Armatur und im Elektromagnet gleich 1 : 0,5 bis 1 : 0,6 sein.

Über die Zunahme des magnetischen Widerstandes mit der Vermehrung der Kraftlinien lassen sich nach Kapp zwei einfache Hypothesen aufstellen. Die eine lautet: der magnetische Widerstand ist dem Unterschied zwischen der Dichtigkeit D der Kraftlinien bei der Sättigung und zwischen derjenigen d , welche bei der Funktionierung der Maschine thatsächlich herrscht, umgekehrt proportional

$$W = \frac{1}{D - d} \cdot \text{Konst.}$$

Dieser Ausdruck wird $= \infty$ für $d = D$, d. h. der magnetische Widerstand wird unendlich groß, wenn der Sättigungspunkt erreicht ist.

*) Vergleiche Heft III. Neuere Dynamomaschinen pag. 32 u. ff.

Außerdem ist ersichtlich, daß für geringe Dichtigkeiten die Vermehrung des Widerstandes unbedeutend ist, was auch der Fall sein muß.

Die andere Hypothese lautet: der magnetische Widerstand ist der Tangente eines Bogens proportional, welcher den Grad der Sättigung vorstellt:

$$W = \frac{\text{tg } b}{b} \cdot \text{Konst.}$$

Für kleine b wächst die Tangente mit der Vergrößerung von b nur wenig, während sie unendlich groß wird, wenn b gleich 90 Grad geworden. Der Bogen von 90 Grad stellt die absolute Sättigung vor.

Für die Praxis erweist sich die zweite Hypothese als brauchbarer.

Ist z , wie bisher, die Zahl der bei der Funktionierung der Maschine durch den Kern der Armatur gehenden Kraftlinien und Z diejenige, welche der Sättigung entspricht, so ist, wenn mit σ der Sättigungsgrad in der Armatur verstanden wird:

$$\sigma = \frac{z}{Z}.$$

Man findet dann den wirklichen Widerstand in der Armatur, wenn man den Anfangswiderstand mit

$$\frac{\text{tg} \left(\frac{\pi}{2} \sigma \right)}{\frac{\pi}{2} \sigma}$$

multipliziert.

Ist ferner z_1 die Zahl der bei der Funktionierung der Maschine durch den Kern des Elektromagnetes gehenden Kraftlinien und Z_1 diejenige, welche der Sättigung entspricht, so ist, wenn σ_1 den Sättigungsgrad bedeutet:

$$\sigma_1 = \frac{z_1}{Z_1}.$$

Man findet dann den wirklichen Widerstand in dem Kern des Elektromagnetes, wenn man den Anfangswiderstand mit

$$\frac{\text{tg} \left(\frac{\pi}{2} \sigma_1 \right)}{\frac{\pi}{2} \sigma_1}$$

multipliziert.

Kapp giebt nach zahlreichen Versuchen mit seinen eigenen Maschinen folgende Durchschnittsziffern für die Dichtigkeit bei der Sättigung an:

	Linien pro Quadratzoll
Armaturen, gut ausgeglühter Draht aus Holzkohleneisen	25
Armaturen, Scheibe aus gut ausge- glühtem Holzkohleneisen	22
Elektromagnet, gehämmertes Eisen, gut ausgeglüht	18

Für bestimmte Eisensorten können also Z und Z₁ als bekannt angenommen werden; nimmt man nun eine gewisse Anzahl z von nützlichen Linien an, so läßt sich die entsprechende Dichtigkeit σ im Kerne der Armatur berechnen.

$$\zeta = \frac{K_1}{\rho}$$

und für die Gesamtzahl der Linien:

$$z_1 = z + \zeta.$$

Aus dem Verhältnisse von z₁ und Z₁ erhält man die Dichtigkeit σ₁; multipliziert man nun den Wert der Funktion

$$\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} \sigma_1\right)}{\frac{\pi}{2} \sigma_1}$$

mit dem Anfangswert von W_c, so erhält man den wirklichen Widerstand des Feldmagnetes. Nach der Gleichung K₂ = W_c · z₁ findet sich K₂ und aus K = K₁ + K₂ erhält man die gesamte Energie K, welche zur Hervorbringung von z nützlichen Linien notwendig ist.

In Fig. 2 und 3 bedeuten:

- A: die Gesamtzahl der erzeugten Linien.
- B: Dynamo Kapp. Anzahl der durch die ganze Armatur gehenden nützlichen Linien.
- C: Dynamo Phönix. Anzahl der durch die halbe Armatur gehenden nützlichen Linien.
- D: Kurve, welche durch die Fröliche'sche Formel gefunden wurde.

Die Kurven entsprechen den berechneten Werten und die beige-fügten kleinen Kreise den durch den Versuch gefundenen Werten. Den kleinen Kreisen auf der Kurve B entsprechen folgende Werte:

z =	715	1330	1490	1705
P =	3800	8600	10800	18600.

Den Kreisen an der Kurve C (Fig. 3) entsprechen die Werte:

$\frac{z}{2}$ =	207,5	594	792	910	1030	1070	1130
	1604	3840	5660	6900	9620	11240	12100

Den Kreisen an der Kurve E (Fig. 4) entsprechen die Werte:

$\frac{Z}{2}$ =	27	112	161	197	223	240	258
P =	1400	3300	3800	5300	5700	8820	11300

Die Kurven wurden mittels folgender Daten erhalten:

Fig.	Z	Z ₁	W _a	W _b	W _c	ρ
2	2200	2200	3,7	0,40	1,18	30
3	1200	1940	4,7	0,57	0,925	18
4	300	460	2,8	1,00	2,77	47.

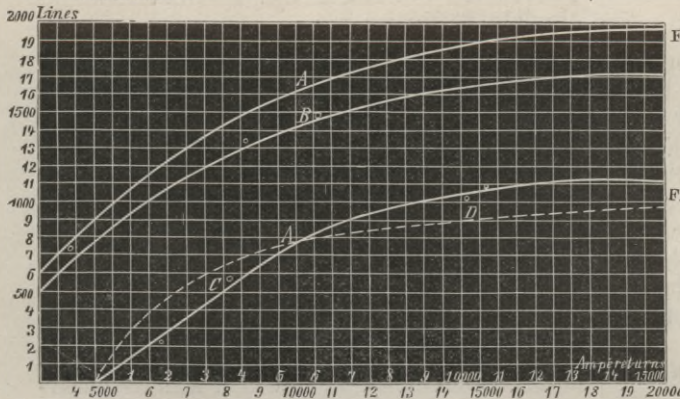


Fig. 2.

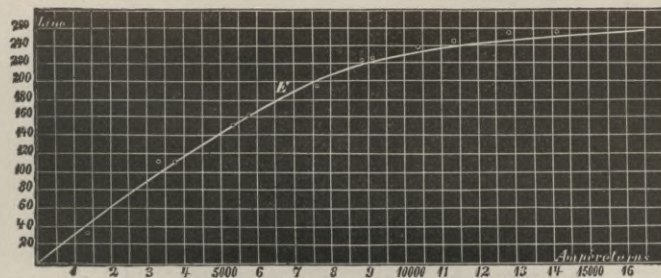


Fig. 4.

Ferner kann man die Werte der Funktion

$$\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} \sigma\right)}{\frac{\pi}{2} \sigma}$$

tabellarisch zusammenstellen und den jeweiligen Wert derselben mit dem Anfangswiderstand W_b des Kernes der Armatur multiplizieren und zu dem Widerstande der Luft addiren. Multipliziert man diese Summe mit z₁, so erhält man K₁. Kennt man ferner ρ, so läßt sich für die verloren gehenden Linien die Gleichung aufstellen:*)

*) Der Wert ρ ist nicht unwesentlich von der Beschaffenheit der Maschine abhängig, für gleiche Typen aber jedenfalls den linearen Abmessungen der Maschine umgekehrt proportional.

Die elektrischen Motoren.

Von Dr. V. Wietlisbach in Bern.

Es ist eine sehr merkwürdige Eigenschaft der Dynamomaschine, daß sie reversibel oder umkehrbar ist, so daß sie sich ebensowohl verwenden läßt zur Verwandlung von mechanischer Arbeit in elektrische Energie, als umgekehrt zur Gewinnung von elektrischer Energie aus mechanischer Arbeit. Wenn auch ein und dieselbe Maschine für beide Zwecke dienen kann, so sind doch die Vorgänge in beiden Fällen nicht ganz dieselben, und es ist daher vorteilhaft unter Berücksichtigung der besonderen Eigentümlichkeiten für die Gewinnung von mechanischer Arbeit aus elektrischer Energie spezielle Maschinen, die sogenannten Motoren, zu konstruieren.

Es ist leicht, die Verschiedenheit der Wirkungsweise beider Maschinen durch einfache Formeln darzustellen. Sei E die elektromotorische Kraft der Maschine, R der Widerstand derselben und J die Stromstärke, dann ist für den Generator die absorbierte mechanische Arbeit $M = E \cdot J$, und die elektrische Nutzarbeit an den Klemmen der Maschine $EJ - RJ^2$, also der Nutzeffekt

$$\frac{EJ - RJ^2}{EJ} = \frac{EJ - RJ^2}{M}$$

Arbeitet die Maschine als Motor, so wird elektrische Energie absorbiert; die Größe derselben ist $EJ + RJ^2$, die erzeugte mechanische Nutzarbeit $M = EJ$, und daher der Nutzeffekt

$$\frac{EJ}{EJ + RJ^2} = \frac{M}{EJ + RJ^2}$$

Der Nutzeffekt des Generators wird Null, wenn $E \cdot J = R \cdot J^2$, dann wird der Nutzeffekt des Motors $\frac{1}{2}$, und während der Generator gar keine Nutzarbeit liefert, ist diejenige des Motors die größte, welche mit der gegebenen elektromotorischen Kraft und Stromstärke erzeugt werden kann (Satz von Jacobi). Bezeichnet man mit e die Klemmenspannung der Maschine,

so ist der Nutzeffekt des Generators $\frac{e}{E}$ und

derjenige des Motors $\frac{E}{e}$; beim Generator ist die Klemmenspannung immer kleiner, beim Motor immer größer als die elektromotorische Kraft, was eine Folge des Umstandes ist, daß der Generator elektrische Energie erzeugt, der Motor aber solche absorbiert.

Diese Verschiedenheit zeigt sich auch beim Gang der Maschine an der Bürstenstellung. Während beim Generator die Bürsten in der

Richtung des rotirenden Ankers vorwärts verschoben werden müssen, um den größten Effekt zu erhalten, ist dagegen beim Motor diese Verschiebung entgegen der Drehungsrichtung des Ankers nach rückwärts auszuführen. Diese Verstellung der Bürsten hat seine Hauptursache bekanntlich in der Veränderung des magnetischen Feldes der Schenkel durch den magnetisirten Anker. Würde man eine Maschine mit so starken Schenkeln bauen können, daß der Magnetismus des Ankers keinen merkbaren Einfluß auf das magnetische Feld der ersten ausübt, so wäre an einer solchen Maschine kein Verstellen der Bürsten nötig, es würden aber auch keine Funken wahrnehmbar sein. Solche vom theoretischen Standpunkte aus vollkommene Maschinen würden aber viel zu teuer werden, um eine praktische Bedeutung erlangen zu können. Um einen gewissen Effekt mit denselben zu erzielen, müßten sehr große Dimensionen zur Anwendung kommen, da der Anker nur ganz wenig Eisen enthalten dürfte. Man kann aber auch bei den kleinen Maschinen durch zweckmäßige Verteilung des Eisens auf den Anker und den Schenkel und durch vorteilhafte Anordnung der Wicklung sowohl die Bürstenverstellung als die Funken auf ein Minimum reduzieren. Diese Anordnung hat nun bei den Motoren und Generatoren nicht dieselben Bedingungen zu erfüllen. Bei letzteren stoßen sich die Magnetpole von Schenkel und Anker wechselseitig ab, bei ersteren ziehen sie sich an. Dadurch wird der abweichende Einfluß des Ankers auf die Schenkel und die verschiedene Anordnung des magnetischen Feldes in beiden Fällen bedingt. Eine wichtige Folge davon ist, daß die durch die Foucault'schen Ströme hervorgerufene Induktion beim Motor im Schenkel und Anker gleichgerichtet, im Generator entgegengesetzt gerichtet ist.

Wenn die Dynamomaschine als Generator verwendet wird, so kann sie innerhalb ziemlich weiter Grenzen mit nahe konstantem Nutzeffekt bis zur maximalen Beanspruchung verwendet werden. Es gibt zwei einfache Mittel, den Wirkungsgrad derselben zu variieren. Da die elektromotorische Kraft proportional der Tourenzahl und der Intensität des magnetischen Feldes ist, so kann man durch Veränderung des einen oder anderen Faktors jeden gewünschten Effekt mit einfachen Hilfsmitteln erzielen. Beim Motor wird gewöhnlich die Beibehaltung einer bestimmten Tourenzahl auch bei verschiedener

Beanspruchung verlangt. Es ist nun allerdings möglich, durch richtige Abmessung der Schenkel und Anwendung gemischter Wicklung Motoren zu konstruieren, welche sowohl bei verschiedener Beanspruchung und sogar bei Schwankungen der zugeführten Energie eine bestimmte Geschwindigkeit beibehalten; doch arbeiten sie nur bei einer bestimmten normalen Beanspruchung mit dem maximalen Nutzeffekt; dieser sinkt aber rasch auf 50 Proz. und noch tiefer, wenn jene erheblich abnimmt.

Es ist daher im allgemeinen jeder Motor durch drei verschiedene Größen definiert: seine Tourenzahl, seine Klemmenspannung und die normale Beanspruchung.

Bis jetzt hat man die Motoren hauptsächlich für die Kraftübertragung auf weite Distanzen in Aussicht genommen. Obgleich sie in dieser Richtung, namentlich zur Nutzbarmachung von Wasserkraften in abgelegenen Orten wichtige Dienste leisten können, so wird doch ihre ganze Bedeutung erst dann zur Geltung kommen, wenn die Kraftabgabe auf kleine Distanzen von großen, in Industriezentren gelegenen Maschinenanlagen aus allgemein durchgeführt sein wird. In Amerika stehen schon mehrere solcher Anlagen im Betrieb, so in New-York, Boston, Philadelphia, Pittsburg, Baltimore. Die verwendeten Motoren haben eine Leistungsfähigkeit von $\frac{1}{8}$ bis zu 20 Pferdekraften, und geben einen durchschnittlichen Nutzeffekt von 90 Proz.

Die Abgabe der elektrischen Energie wird am besten von den Zentralstationen für elektrische Beleuchtung übernommen und bildet eine naturgemäße Ergänzung derselben. Die ganze Maschinenanlage für elektrische Beleuchtung funktioniert nur eine kleine Zeit während des Tages, und kommt im Sommer fast gar nie voll zur Geltung. Nach der Statistik der amerikanischen Gesellschaften steht die Beleuchtungsanlage durchschnittlich 60 bis 90 Tage per Jahr im Betrieb, und bleibt wenigstens $\frac{3}{4}$ des ganzen Jahres unbenutzt. Die Kraftabgabe erstreckt sich über eine viel längere Zeit, welche sich Sommer und Winter ungefähr gleich bleibt; sie wird hauptsächlich während des Tages, die Beleuchtung während der Nacht verlangt. In Folge der besseren Ausnutzung der Anlage wird es möglich, sowohl das Licht als die Kraft billiger abzugeben. Da die beiden Energieformen nicht gleichzeitig Verwendung finden, so wird die Kapazität der Anlage dadurch zugleich erhöht. Die Erfahrung in den amerikanischen Städten hat gezeigt, daß man ohne Bedenken für den kombinierten

Dienst Verpflichtungen für Lieferung der elektrischen Energie eingehen kann bis zu einem Totalbetrag, der die Kapazität der Zentralstation um $\frac{1}{3}$ übersteigt, ohne fürchten zu müssen, jemals den Bedürfnissen nicht genügen zu können.

Die Beleuchtungsanlagen eignen sich nicht alle gleich gut zur Kraftabgabe. Die Bogenlichtbeleuchtung verwendet im allgemeinen geringe Stromstärken, welche circa 9 bis 10 Amp. betragen. Der elektrische Effekt wird durch das Produkt Voltamp. = Watt gemessen; und es gehen 736 Watt auf eine Pferdestärke. Wenn nun ein Motor mit einem Nutzeffekt von 80 Proz. arbeitet, so entspricht einer Pferdestärke bei 10 Amp. eine Spannung von 92,0 Volt. Mit der Größe des Motors wächst die Spannung und beträgt für 10 Pferdestärken schon 920 Volt.

Bei der Glühlichtbeleuchtung geschieht die Stromverteilung mit konstanter Spannung. Die letztere beträgt gewöhnlich 100 bis 200 Volt. Die Stromstärke richtet sich nach der Beanspruchung. Es ist nun besonders wünschenswert für die Motoren, welche überall zerstreut in den Werkstätten und Wohnungen aufgestellt werden, eine ungefährliche niedrige Spannung beizubehalten. Das ist der eine Grund, weshalb die Verteilung bei konstanter Spannung der Verteilung mit konstantem Strome vorzuziehen ist. Ein anderer Grund liegt in dem Umstande, daß die Regulierung der Motoren auf konstante Drehgeschwindigkeit bei konstanter Spannung viel leichter und ökonomischer sich ausführen läßt, als bei konstantem Strome. Die Sprague-Motoren, welche in New-York von der Edisons-Gesellschaft an ihre Beleuchtungsleitungen angeschlossen werden, regulieren sich automatisch, wobei die Beanspruchung von Null bis zur vollen Leistung anwachsen und die zugeführte Spannung um 50 Proz. variieren kann. Dabei beträgt der Nutzeffekt des Motors bei normalem Gange 91 Proz.

Allerdings müssen bei der Verteilung mit konstanter Spannung die Leitungen entsprechend den hohen Stromstärken dicker gewählt werden. Würde man besondere Anlagen für die Kraftübertragung anlegen, so würde man vorteilhaft die Klemmenspannung der Motoren höher, etwa zu 400 Volt wählen. Mit solchen Spannungen glaubt Sprague die Kraftverteilung bis auf einen Umkreis von 1 km von der Zentralstation aus ökonomisch durchführen zu können. Es wird dabei vorausgesetzt, daß die Kraft dem Konsumenten nicht höher zu stehen kommen dürfe, als wenn dieser die Kraft einem eigenen entsprechenden kleinen Kraftzeuger, z. B. einer

kleinen Dampfmaschine oder einem Gasmotor, entnehme. Da die Einrichtung eines elektrischen Motors viel einfacher und der Betrieb und Unterhalt viel billiger ist, so wird der elektrische Motor bei einer neuen Anlage immer vorgezogen werden. So kostet in Boston eine Pferdekraft pr Jahr (zu 10 Stunden täglich) 125 Dollars. Die Gesellschaft behauptet, mit diesem Preise sehr gute Geschäfte zu machen.

In jedem Falle ist die technische Ausbildung

der elektrischen Motoren gegenwärtig zu einer solchen Vollkommenheit gelangt, daß der industriellen Verwendung im großen nichts mehr im Wege steht. Die Ausbeutung derselben hat sich in den amerikanischen Städten als lohnend herausgestellt, und es wäre sehr zu begrüßen, wenn auch in der Heimat des dynamoelektrischen Prinzipes Versuche zur Verwertung dieses aussichtsreichen Gebietes unternommen würden.

Das absolute Ampèremeter von Pellat.

Von Pellat ist ein neues Instrument zum Messen der Stromstärke in C. G. S. Einheiten bzw. in Ampère angegeben worden. Das Instrument ist ein Elektrodynamometer und behufs bequemer Messung der Stromstärken so eingerichtet, daß eine Bestimmung der Stromeinheiten durch Grammgewichte erfolgt, die im Stande sind, der Kraft, welche der zu messende, einen festen und einen beweglichen (drehbaren) Leiter durchfließende Strom auf den beweglichen Leiter ausübt, das Gleichgewicht zu halten. — Das Instrument kann daher als eine Stromwaage bezeichnet werden. Ähnliche Instrumente sind

ε dieselbe Größe bei der kleinen Spule, N die Zahl der Drahtlagen der großen Spule und n die Anzahl der Windungen der kleinen Spule (mit nur einer Drahtlage), d der Durchmesser des Cylinders, auf welchem die Axe des Drahtes der kleinen Spule gewickelt gedacht ist und i die zu messende Stromstärke.

Die Intensität des durch die große Spule hervorgebrachten magnetischen Feldes beträgt

$$\frac{4 \pi i}{e} N,$$

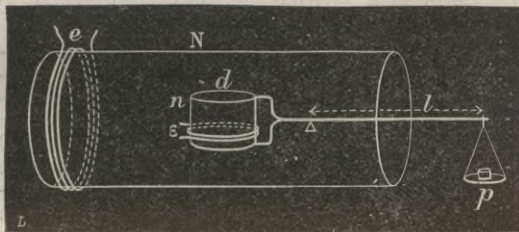


Fig. 1.

übrigens auch schon von anderen Physikern zur Ausführung gebracht worden.

Wie das Schema, Fig. 1, zeigt, besteht die Waage aus zwei Spulen, deren Axen senkrecht zueinander sind und zwar aus einer horizontal liegenden, längeren Spule mit weitem Durchmesser und einer im Innern der ersten Spule befindlichen vertikal stehenden Spule.

Die kleine Spule ist an dem einen kürzeren Ende eines Wagebalkens angebracht, an dessen anderem Ende sich eine Wagschale befindet. Die Umwindungen der Spulen sind in geeigneter Weise (unter Zuhilfenahme des Ständers der Waage) derart miteinander verbunden, daß der Strom beide Spulen hintereinander durchfließt.

Ist dies der Fall, so wird die kleine Spule, welche sich in dem nahezu gleichförmigen elektrischen Felde der großen befindet, ihre Lage unter dem Einfluß des Stromes zu ändern suchen, d. h. eine solche Lage einzunehmen bestrebt sein, daß die Stromrichtung in der kleinen Spule parallel zu der in der größeren wird.

Die Messung der Kraft, mittels der diese Lageänderung bewirkt wird, durch Auflegen von Gewichten auf die Wagschale bestimmt direkt die Stromstärke, wie aus folgender Betrachtung näher hervorgeht.

Es sei p die Grammasse, welche vermöge ihres Druckes auf die Wagschale der drehenden Kraft des Stromes das Gleichgewicht hält, g die Beschleunigung der Schwere, l die Länge des Hebelarmes, an dem p wirkt, ferner e der Abstand zwischen den Axen zweier aufeinanderfolgender Windungen der großen Spule,

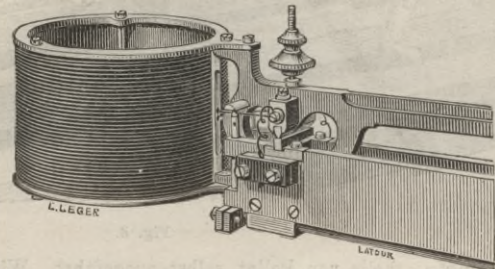


Fig. 2.

während der Magnetismus der inneren Spule als Solenoid für jede Fläche ausgedrückt werden kann durch

$$\frac{\pi i d^2}{4 \epsilon}.$$

Sonach wirkt das Feld mit einer Kraft gleich dem Produkt, also mit

$$\frac{\pi^2 i^2 d^2}{e \cdot \epsilon} N.$$

Wenn nun n ε, d. h. der Abstand der Grundflächen des kleinen Cylinders, gleich dem kürzeren Hebelarme ist, so wird Gleichgewicht herrschen, sobald

$$\frac{\pi^2 i^2 d^2}{e \cdot \epsilon} n \cdot \epsilon N = g p l,$$

woraus

$$i = \sqrt{p} \sqrt{\frac{g l e}{\pi^2 d^2 n N}}.$$

Der Faktor von \sqrt{p} enthält mit Ausnahme von g konstante Größen, für denselben Ort aber ist auch g konstant.

Sobald die Dimensionen sehr genau bestimmt sind, ergibt sich daher die Stromstärke aus dem Werte

$$i = \sqrt{p} \times \text{Konst.}$$

direkt in Einheiten des C. G. S. Systems oder in Ampère (1 Amp. = 0,1 C. G. S.).

Der Faktor von \sqrt{p} ändert sich etwas, sobald der äußeren Spule begrenzte Längendimension gegeben wird

und zwar erhält dann der Wert für die Stromstärke die Form:

$$i = \sqrt{p} \sqrt{\frac{g l e}{\pi^2 d^2 N n (1 - a)}}$$

worin a eine durch die Länge der großen Spule bedingte Korrektur bedeutet, welche durch Rechnung genau bestimmt werden kann.

Die wesentlichste Aufgabe ist nun die Herstellung eines Normalinstrumentes und die genaueste Bestimmung der einzelnen in der Formel ausgedrückten Dimensionen.

Es läßt sich nicht verkennen, daß die Lösung dieser Aufgabe eine außerordentlich schwierige ist. Bei dem von Pellat konstruierten Normalinstrument wurden die betreffenden Messungen theils von dem internationalen Bureau für Gewichts- und Längenbe-

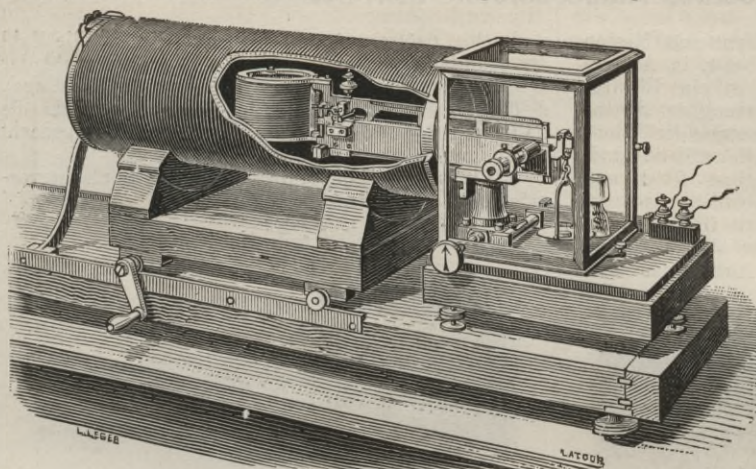


Fig. 3.

stimmungen, theils von Pellat selbst ausgeführt. Wie angegeben wird, soll der Fehler, welcher bei dem Instrument bezüglich der Bestimmung der Stromstärke eintreten kann, $\frac{1}{2000}$ nicht übersteigen, wobei noch zu erwähnen ist, daß zu einer guten Messung Ströme von 0,2 — 0,4 A. am besten geeignet erscheinen.

Die eintretenden Fehler betragen demnach 0,0001 bis 0,0002 Amp.

Die Wage ist in der Fig. 3 in der ausgeführten Konstruktion dargestellt, zur Veranschaulichung der Einrichtung ist die äußere Spule an einer Stelle geöffnet gezeichnet. Die Figur 2 giebt eine genaue Ansicht der kleinen Spule mit dem Ende des Wagebalkens. Die Verbindung der Umwindungen der kleinen Spule mit denen der großen Spule mittels der Unterlage, welche das Lager des Wagebalkens trägt, ist durch zwei feine spiralige Silberdrähte bewirkt, von denen einer auf der Vorderseite sichtbar ist. Die Bewegung der Wage wird dadurch in keiner Weise beeinträchtigt.

Selbstverständlich ist kein Teil des Instruments aus Eisen oder Stahl angefertigt.

In betreff der Empfindlichkeit der Wage wird angegeben, daß dieselbe bis zu 0,1 mg geht. Ein Strom

von 0,3 A. erforderte zu Paris ein Gegengewicht von 0,418 g. Die Bewegungen des Wagebalkens werden mittels eines Mikroskopes mit geringer Vergrößerung beobachtet (in Figur 3 ist dasselbe sichtbar), dessen Okular mit einer netzförmigen Teilung versehen ist. Man betrachtet eine an dem Wagebalken angebrachte horizontale Teilung behufs genauer Bestimmung der Gleichgewichtslage.

Der Einfluß des Erdmagnetismus wird bei den Messungen dadurch aufgehoben, daß die Bewegungsebene des Wagebalkens senkrecht zum magnetischen Meridian eingestellt wird; um hierüber völlige Sicherheit zu erlangen, läßt man den Strom, nachdem Gleichgewicht der Wage hergestellt ist, durch die bewegliche Spule allein kreisen, es darf dann keinerlei Bewegung der Spule wahrnehmbar werden.

Das von Pellat zur Herstellung des Cylinders der kleinen Spule verwendete Aluminium erwies sich bei den angestellten Versuchen trotz der Spuren von Eisen, die das Aluminium fast stets enthält, so wenig magnetisierbar, daß eine ungünstige Einwirkung auf die Messungen nicht festgestellt werden konnte.

Eine wichtige und zugleich schwierige Ermittlung bot die Herstellung der Konstante des Instrumentes (C). Die Berechnung ergab 0,0498, durch Versuche wurde C auf 0,0495 ermittelt.

Nach dem von Carpentier hergestellten Normalinstrument beabsichtigt nun Pellat Copien von derselben Konstruktion anfertigen zu lassen, deren konstanter Faktor C durch genaue Vergleichung mit dem Normal Etalon bei Messungen bestimmt wird und welche dann zum

praktischen Gebrauche beim Messen von Stromstärken bequem zu verwenden sind, auch gute Dienste bei der Aichung von Ampèremetern und Voltmetern leisten können.

So erheblich die Schwierigkeiten bei der Herstellung des Normalinstrumentes in Bezug auf genaue Bestimmung der Dimensionen auch sind, so scheint es nach dem vorangeführten doch, daß die Ueberwindung derselben bis auf einen gewissen, geringen Fehler allerdings noch zulassenden Rest gelungen ist.

Pellat beabsichtigt, mittels seiner Wage zunächst die genaue Bestimmung der elektromotorischen Kraft des Clark'schen Normalelementes auszuführen, ferner Messungen bezüglich der Einheiten des elektrostatischen und elektromagnetischen Masssystems anzustellen und zwar unter Zuhilfenahme eines absoluten Elektrometers; endlich das mechanische Äquivalent der Wärme in der Weise zu bestimmen, daß ein bekannter Strom J durch einen bekannten in einem Calorimeter befindlichen Widerstand R geleitet wird. (Lum électr. XXIII. 4.)

Grawinkel.

Prof. Silvanus Thompsons Telephonforschungen.

In der Society of Telegraph Engineers and Electricians in London hielt Professor Silvanus Thompson am 27. Januar einen Vortrag über seine auf dem Gebiete des Telephonwesens gemachten Forschungen.

Einleitend führte Thomson aus, daß, wenn auch in den Jahren 1875—1879 eine Reihe wesentlicher Fortschritte in Bezug auf die Konstruktion der Apparate gemacht worden ist, die Zeit von 1879 bis 1885

auf diesem Gebiete wenig fruchtbar gewesen sei, obwohl das Bedürfnis nach einem billigeren, besseren und zuverlässigeren Telephone, namentlich einem solchen, das den Einwirkungen der Induktion gegenüber weniger empfindlich sei und sich zur Benutzung für größere Entfernungen eigne, nicht in Abrede gestellt werden könne.

Auf seine eignen Untersuchungen eingehend, gab Thompson an, daß er bereits im Jahre 1878 mit Hilfe einer Thermokette und einer manometrischen Kapsel von König einen Geber konstruiert habe. Später habe er an der Aufgabe gearbeitet, die Schallwellen und die Stromimpulse in mehr unmittelbare Beziehung zu bringen, als dies bei den verschiedenen von 1878 bis 1882 konstruierten Telephonen der Fall war. Die Umstände, welche in Gubern, wie den von Blake und Wollaston diesen Mangel bedingen, sind verschiedener Natur. Zunächst liegt eine Ursache in der Benutzung eines Diaphragmas. Jedes Diaphragma hat seinen eigenen Ton und beeinflusst, je nachdem es einen tiefen oder hohen Grundton hat, die Klangfarbe der Stimme. Das gleiche gilt bezüglich der Federn. Ferner findet ein Öffnen oder Schließen des Kontakts im Geber nicht immer nur in dem Verhältnis der Stärke der Schallwellen statt, indem sehr kräftige Schallwellen den Kontakt gänzlich aufheben und dadurch die Entstehung eines Funkens bewirken und im Empfänger ein knisterndes Geräusch veranlassen. Vielfach wird dieses Geräusch dem Öffnen und Schließen des Stromes zugeschrieben, obwohl mit Unrecht, da das Öffnen und Schließen des Stromes, die Beseitigung der Extrastrome vorausgesetzt, ohne jedes störende Geräusch erfolgen kann.

Als ein Übelstand macht sich ferner geltend, daß die Geber, bei welchen Kohlenkontakte Verwendung finden, gewisse Töne, besonders die zischenden und pfeifenden Laute, mangelhaft übermitteln. Anfangs war Thompson der Ansicht, daß dieser Übelstand nicht auf einen Fehler des Gebers zurückzuführen, sondern eine Folge der Selbstinduktion im Empfänger sei und beharrte auch dann noch bei dieser Ansicht, als die Benutzung anderer Substanzen als Kohle ergab, daß die pfeifenden Töne mit außerordentlicher Schärfe übertragbar werden können, bis er sich später überzeugte, daß die Ursache am Geber liege.

Endlich hatten die bis zum Jahre 1882 konstruierten Telephone, mit Ausnahme etwa desjenigen von Gover Bell, den Mangel einer zu schwachen Lautwirkung und erforderten einen sehr empfindlichen Empfänger mit der unvermeidlichen Folge, daß alle irgendwie auftretenden elektrischen Impulse zur Geltung kamen und die eigentliche geringe Lautwirkung beeinträchtigten.

Die bekanntesten Telephone waren damals: 1. dasjenige von Blake mit 2 Kontaktflächen, Platin und Kohle, welches aber wegen der leichten Funkenbildung in Anlagen, wo Erschütterungen stattfanden, nicht verwendet werden konnte und versagte, wenn zu laut gesprochen wurde; 2. das Edison'sche Telefon; 3. die verschiedenen Arten von Hughes' Mikrophongebern und 4. der Hunnings'sche Geber, welcher als Kontaktkörper eine lockere Lage von Kohlenkörnern enthält.

Die zu lösende Aufgabe bestand darin, einen Geber zu konstruieren, welcher stärkere Ströme als bei den genannten Apparaten zuließ, an den Kontakten keine Funken bildete, und welcher die Benutzung eines Diaphragmas entbehrlich machte. Die Benutzung eines Diaphragmas ist zwar nicht in allen Fällen schädlich, häufig sogar von Nutzen, um die Kraft zu konzentrieren welche von dem Stöße der Schallwellen auf eine beträchtliche Fläche ausgeübt wird. Indes ist die An-

wendung eines Diaphragmas, welches anscheinend alle Erfinder, bis Hughes und Edison die Entbehrlichkeit nachwiesen, von wesentlicher Bedeutung hielten, durchaus kein unbedingtes Erfordernis. Das Diaphragma bewirkt jedoch die Fernhaltung der durch den Hauch hervorgebrachten Feuchtigkeit, welche sonst an den Kontakten kondensiren und die Wirkung beeinträchtigen würde. Deshalb war es auch notwendig, bei Weglassung des Diaphragmas auf andere geeignete Mittel zur Fernhaltung der Feuchtigkeit bedacht zu sein. Eine kurze Verlängerung des Sprachrohres lieferte Alles, was nötig war. Eine Form dieses Röhrentelephons ist das Nesttelephon vom Jahre 1884 (Fig. 1); dasselbe enthält als wirkende Kontaktteile Koaksstückchen und zwischen den Kontaktstiften G ein Kohlenei oder eine Kugel E in einem aus Baumwolle oder Schlackenwolle hergestellten Neste; die Schallwellen wirken, durch das Sprachrohr kommend, von oben. Nach demselben Prinzip konstruierte Thompson zusammen mit Jolin das sogenannte Ventilelephon (vergl. Rundschau 1886, Seite

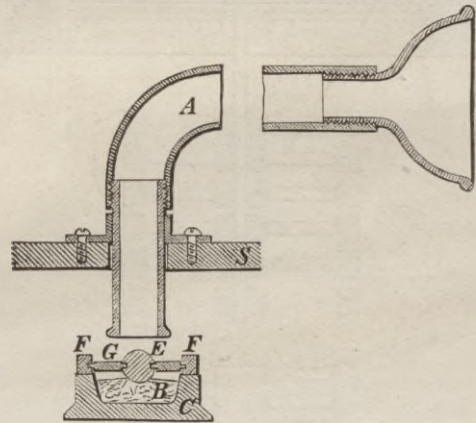


Fig. 1.

141), bei welchem die Schallwellen von unten kommen. Anfangs hatte das Kontaktstück Kugelform, später erhielt es Ei- oder Birnform. Die Lautwirkung des Ventilelephons ist begrenzt durch den Umstand, daß es mechanisch schwierig ist, mehr als 3 Kontakte anzuwenden. Um stärkere Lautwirkungen zu erzielen, müssen entweder mehrere Ventile kombiniert werden, oder es muß dem Instrumente eine andere Form gegeben werden, welche die Anwendung einer größeren Anzahl von Kontaktstücken gestattet. Dies führte Thompson zur Konstruktion des sogenannten Rosttelephons, welches aus einer Reihe von Mikrophonstäbchen besteht, welche in einem offenen Rahmen zusammengestellt sind. Das Rostmikrophon kann in verschiedenen Lagen benutzt werden; es kann aufgestellt oder in der Hand gehalten werden. Das Rosttelephon kann, wie Preece feststellte, durch Halten an die Stirn, das Gesicht oder die Brust angeregt werden, oder wie Professor Mc. Kendrick um dieselbe Zeit fand, durch die mechanischen Vibrationen der Kehle zum Ansprechen gebracht werden. Obwohl einige dieser Apparate mit dem Blake-Telephon gleichwertig, einige sogar besser sind als das letztere, so hat Thompson noch eine andere Form des Apparates erfunden, zur Benutzung beim Sprechen auf große Entfernungen oder zur Hervorbringung besonders starker Lautwirkungen. Für die Telephonie auf weite Entfernungen sind kräftige Geber und wenig empfindliche Empfänger erforderlich. Kräftige Geber erfordern kräftige Ströme zur Hervorbringung

größerer Stromverschiedenheiten. Es kommt indes bei stärkeren Strömen darauf an, ob ein Kontakt, oder mehrere Kontakte benutzt werden. Ein sehr starker Strom wird bei Benutzung nur eines Kontaktes letzteren verderben. Ferner haben die Forschungen von Bidwell und Moser, sowie die Versuche von Wollaston und Ader ergeben, daß die beste Anordnung der Mikrophone zur Erzielung der kräftigsten Wirkung darin besteht, dieselben parallel zu schalten, so daß der Strom sich auf alle Kontakte verteilt. Die einfache Parallelschaltung hat aber den Nachteil, daß das am wenigsten empfindliche Mikrophon den größten Teil des Stromes erhält.

Fig. 2.

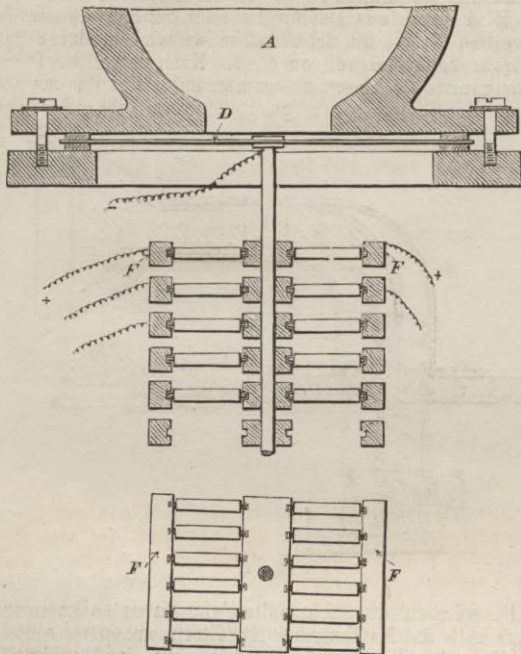


Fig. 3.

Die gewöhnliche Weise der Anordnung der Mikrophone, wie sie z. B. Crossley und Ader anwenden, besteht darin, dieselben nebeneinander an der unteren Fläche eines Resonanzbodens zu befestigen. Da indes die einzelnen Teile des Resonanzbrettes sich in verschiedenen Schwingungsphasen befinden, so muß es immerhin Wunder nehmen, daß diese Geber so gut funktionieren, wie es thatsächlich der Fall ist. Thompson hat neuerdings einen Geber konstruiert mit einer großen Anzahl — 108 — Mikrophenen, welche in 2 Reihen zu je 54 angeordnet sind (Fig. 2 und 3). Gruppirt sind dieselben in 9 Rosten (F) und die Bewegung wird

ihnen mitgeteilt durch einen zentralen Vertikalstab, welcher seine Bewegungen vom Mittelpunkt eines Glimmerdiaphragmas erhält. Die Impulse passiren den Stahlstab zwar nicht absolut gleichzeitig, aber die Verzögerung ist so geringfügig, daß sie vollständig vernachlässigt werden kann. Jeder Satz Mikrophone besitzt eine kleine Widerstandsrolle, ähnlich wie sie angeordnet werden, um einen Satz Bogenlampen parallel zu schalten. Es mag sich sogar empfehlen, für jedes Mikrophon einen besonderen Widerstand zu benutzen. Mit Rücksicht auf die große Anzahl der Mikrophone würde, obwohl das Diaphragma 5 Zoll im Durchmesser besitzt, die Schwingungsamplitude nicht sehr groß sein, wahrscheinlich nicht viel größer, als wenn die Stimme unmittelbar wirkte. Wenn aber die Zahl der Mikrophone noch vermehrt würde, so würde die durch das Diaphragma

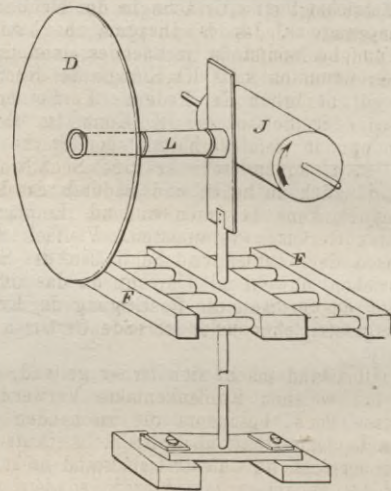


Fig. 4.

mitgeteilte Schwingungsamplitude ungenügend sein. Thompson hat daher versucht, in ähnlicher Weise, wie dies bei Edison's Motograph-Empfänger der Fall ist, die erforderliche Energie auf mechanischem Wege zu erlangen und der Stimme nur die Aufgabe zuzuteilen, die Bewegungen zu kontrolliren. Die Ausführung des Gedankens ist in Fig. 4 veranschaulicht. Gegen eine langsam rotirende Friktionswalze drückt der mit einer Verbreiterung versehene Stab, welcher die Rahmen mit den Mikrophenen trägt und letztere durch die schleifende und gleitende Bewegung anregt. Die Stimme hat die Aufgabe, auf die Oberfläche einen Druck auszuüben und so das Schleifen und Gleiten zu kontrolliren. Bei den Versuchen ergaben sich eine Reihe von Beobachtungen, welche für die Theorie der mikrophonischen Kontakte von Interesse sind. (Schluss folgt.)

Induktionslose Fernsprechleitungen und telephonisches Doppelsprechen.

Von W. Christiani.

Wird von zwei benachbarten gleichartigen Solenoiden A und B, deren Windungen annähernd rechtwinklig zur Längsaxe verlaufen, das Solenoid A von einem Stromimpuls durchflossen, so entsteht im Moment der Stromschließung in dem Solenoid B ein Induktionsstrom von gleicher Richtung mit dem primären Strom. Diese scheinbare Abweichung von der allgemeinen Regel, daß

induzierte Ströme die entgegengesetzte Richtung der induzierenden haben, erklärt sich aus dem Überwiegen der Induktionswirkung zwischen den einander zugekehrten Hälften der Umwindungen. Der primäre Strom, welcher in dem Solenoid A (Fig. 1) die durch Pfeile angedeutete Richtung verfolgt, erzeugt in B einen Strom, welchen man sich aus den Einzelwirkungen der Windungshälften

a und b auf c und d in folgender Weise zusammengesetzt denken kann: Bezeichnet man mit e die in einer Windung von B erzeugte elektromotorische Kraft und mit ac, ad, bc, bd beziehungsweise die von a und b in c und d induzierten Spannungsdifferenzen, so ist unter Beachtung der Stromrichtungen $e = bc + ad - ac - bd$. Das Verhältnis der Größen ac, ad, bc, bd ist wesentlich abhängig von der gegenseitigen Entfernung der Windungshälften; sind diese, wie in der Figur 1, gleich, so kann man E gleichsetzen

$$bc + \frac{bc}{9} - \frac{bc}{4} - \frac{bc}{4} = \frac{11bc}{18}$$

Denkt man sich nun die beiden Solenoide in der Richtung ihrer Längsaxe auseinandergezogen, so wird der Parallelismus zwischen den Windungshälften a und c, b und d erhalten bleiben, während die Hälften b und c, a und d Winkel miteinander bilden, die von 0 — 180° anwachsen; es vermindern sich demnach in obigem Ausdruck für die Induktionswirkung nur die positiven Größen, während die negativen ihren Wert beibehalten. Hieraus folgt, daß bei einem gewissen



Fig. 1.

Fig. 2.

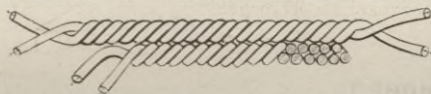


Fig. 2 a.

Neigungswinkel der Solenoidwindungen gegen die Längsaxe die Induktionswirkung zwischen den beiden Solenoiden gleich Null werden muß. Die Größe dieses Neigungswinkels wird bedingt durch das Verhältnis der Entfernungen zwischen den Windungshälften; es beträgt mindestens 45° und wird um so größer, je geringer die Weite der Spiralen im Verhältnis zur Dicke der Drähte ist. Es scheint indessen hierbei von Einfluß zu sein, daß die einander zugekehrten Hälften der Umwindungen benachbarter Solenoide gewissermaßen metallische Scheidewände zwischen den äußeren Hälften bilden, wodurch die Induktionswirkung auf diese letzteren zum Teil wieder aufgehoben wird, und zwar in um so höherem Maße, je geringer die Zwischenräume zwischen den einzelnen Windungen jedes Solenoids im Verhältnis zur Dicke der Solenoiddrähte sind. Hiernach darf man annehmen, daß für eine verschwindende

Dicke der isolirenden Schicht nur das erste Glied des obigen Ausdrucks $e = bc$ stehen bleibt; dann muß der Neigungswinkel 45° betragen, damit die Induktionswirkung zwischen den einander zugekehrten Windungshälften b und c verschwinde; in diesem Falle kreuzen sich nämlich die Drähte an den Berührungspunkten unter rechten Winkeln und können deshalb keine induzierende Wirkung aufeinander ausüben.

Von diesen Erwägungen ausgehend, habe ich die Anwendung solenoidförmiger Leiter behufs Gewinnung induktionsfreier elektrischer Verbindungen, insbesondere zu Fernsprechzwecken, vorgeschlagen. Derartige induktionslose Solenoide können entweder aus blankem oder aus isolirtem Draht hergestellt werden. In Fig. 2 sind zwei Solenoide dargestellt, welche aus je einem unter 45° gewickelten Draht bestehen. Für die praktische Verwendung eignen sich diese einfachen Drähte augenscheinlich nicht, vielmehr empfiehlt es sich, immer zwei oder mehrere Drähte umeinander, oder um einen (nicht als Leiter dienenden) Kern zu wickeln. In Fig. 2a sind beispielsweise zwei Drähte umeinander, in Fig. 3 und 3a drei, bezw. vier Drähte um einen Kern gewickelt.

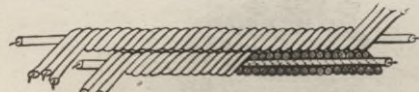


Fig. 3.

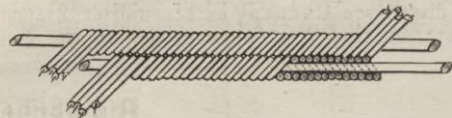


Fig. 3 a.

In diesen Zeichnungen sind die oberen Windungshälften teilweise weggelassen, um die Kreuzung der sich berührenden Windungshälften ersichtlich zu machen. Bei der Verseilung von blanken Drähten werden die Solenoide zweckmäßig aus zwei unter einem Winkel von 45° gegen die Längsaxe umeinander gewundenen Drähten, entsprechend der Fig. 2a, gebildet. Man kann in dieser Weise den Leitungsdraht für unterirdische, wie für oberirdische Anlagen herstellen; im ersteren Falle sind die Solenoide nach der Verseilung noch zu isoliren. Für oberirdische Leitungen dieser Art erscheint indessen der übliche Eisendraht wenig geeignet, schon deshalb, weil der scharfen Windungen wegen von der Verzinkung kein Gebrauch gemacht werden kann und der Draht infolgedessen dem Verrosten in hohem Grade ausgesetzt sein würde; bessere Resultate verspricht der auch in elektrischer Hinsicht vorzuziehende Bronzedraht. (Fortsetzung folgt.)

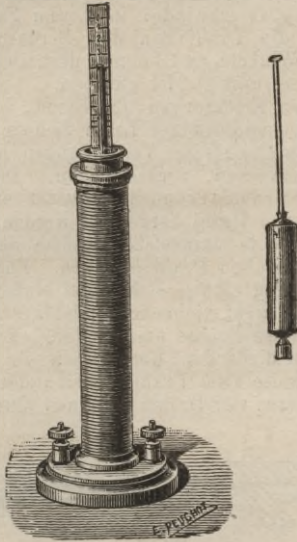
Kleine Mitteilungen.

Messinstrument für elektrische Ströme. Die Messinstrumente für galvanische Ströme, bei welchen Magnetnadeln, überhaupt permanente Magnete angewendet werden, leiden an dem Übelstand, daß der Magnetismus der Magnete sich mit der Zeit ändert, abgesehen davon, daß auch der Erdmagnetismus an den verschiedenen Orten, wo die Instrumente gebraucht werden, im allgemeinen nicht derselbe ist. Das jetzt zu beschreibende Messinstrument enthält keine permanenten Magnete und leidet deshalb an dem soeben angegebenen Fehler nicht. Es ist eine Art Aräometer, bestehend aus einer Anzahl Eisendrähte in einer me-

tallischen Hülle und ist in einen Draht verlängert, welcher oben verbreitert und eben ist, um leicht ablesen zu können, auf welchen Teilstrich einer Skala derselbe zeigt. Das Aräometer wird in einen bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllten Cylinder gestellt; es sinkt alsdann bis zu einer bestimmten Tiefe in das Wasser ein. Damit es sich nicht an die Wände anlegt, ist im Innern des Cylinders ein kleiner Ring angebracht, innerhalb dessen es auf- und niedergehen kann.

Den Cylinder mit dem Aräometer stellt man in eine Kupferdrahtspule. Läßt man durch letztere einen Strom gehen, so bewegt sich dies Aräometer je nach

der Stromstärke mehr oder minder stark abwärts, wobei es sich in hohem Grad aperiodisch erweist (ohne lange Schwankungen einen festen Stand gewinnt).

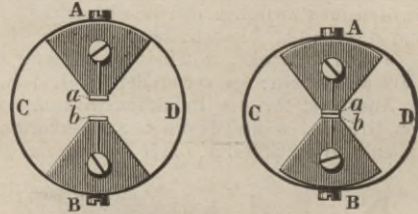


Bei diesen von Carpentier konstruirten Aräometern entspricht eine Verschiebung von 10 cm einer

Intensität von 10—25 Ampère, je nach der Beschaffenheit des Aräometers, oder (als Voltmeter) einer Potentialdifferenz von 100 Volt.

Die Drahtspule des Ampèremeters besteht aus 1—2 Windungen sehr dicken Drahtes, hat einen Widerstand von $\frac{1}{100}$ — $\frac{2}{100}$ Ohm. Dagegen besteht die Drahtspule des Voltmeters aus vielen Windungen sehr feinen Drahtes von einem Widerstand von 1700 Ohm. Kr.

Neuer Stromunterbrecher. Der von M. Bucknill erfundene Stromunterbrecher besteht aus einem elastischen Ringe ABCD, an welchem bei A und B



zwei Metallstücke befestigt sind, deren ebene Endflächen a und b mit Platinplättchen belegt sind. Preßt man den Ring zusammen (Figur rechts), so dafs a und b einander berühren, so ist er geschlossen, im anderen Fall (Figur links) unterbrochen. Kr.

Bücherbesprechungen.

Gerland, Ernst. Die Anwendung der Elektrizität bei registrierenden Apparaten. Wien, Pest, Leipzig; A. Hartleben's Verlag. Band XXXVI der elektrotechnischen Bibliothek.

Das Bedürfnis, entweder Erscheinungen in ihrem ganzen Verlaufe durch besondere Apparate aufzeichnen zu lassen, oder die Zeit des Eintritts rasch vorübergehender Erscheinungen graphisch zu fixiren u. s. w. hat sich mit dem Fortschreiten der Wissenschaft immer lebhafter geltend gemacht, um so mehr, als wir nicht im Stande sind, weder den ganzen Verlauf kontinuierlicher Erscheinungen noch die Zeit des Eintritts rasch vorübergehender mit äußerster Genauigkeit durch bloße Beobachtung festzustellen.

Allerdings ist nicht immer die Elektrizität zu Hilfe genommen worden, um die Registrierung zu bewerkstelligen, und kann deshalb auch das vorliegende Buch keinen vollständigen Überblick über die auf diesem Gebiete erzielten Erfolge gewähren; doch aber ist die Elektrizität das wichtigste und in vielen Fällen einzig mögliche Mittel, um eine genaue Registrierung zu erreichen.

Das Buch enthält alle irgend bedeutenden Registrirapparate, teils in ausführlichen, durch Zeichnungen unterstützten, teils in überblicklichen Darstellungen; überall wird scharf und treffend das Grundsätzliche hervorgehoben. Der Verfasser unterscheidet vier Hauptarten von Registrirapparaten: 1. astronomische (Chronographen); 2. technische und physikalische; 3. meteorologische und 4. Apparate, welche zur Beobachtung am Erdkörper dienen.

Übrigens hätte es nicht schaden können, wenn der Verfasser unter den zahlreichen, von ihm beschriebenen Apparaten diejenigen besonders bezeichnet hätte, welche gegenwärtig tatsächlich am meisten gebraucht, z. B. unter den meteorologischen diejenigen, welche von der Seewarte den größeren Stationen zur Anschaffung empfohlen werden — „Viele sind berufen, wenige aber auserwählt.“ Im Ganzen ist das Buch bestens zu empfehlen, da es eine treffliche Zusammenstellung alles bis jetzt auf dem Gebiete des elektrischen Registrirverfahrens Bekannten enthält.

Prof. Krebs.

Patentanmeldungen.

24. März. I. 1415. Stromunterbrecher. Edmond Julien in Brüssel.
L. 4028. Apparat, um eine elektrische Batterie aus der Entfernung in Thätigkeit zu setzen und die Intensität zu reguliren. Georges Victor Lagard in Paris.
M. 4489. Anker für Elektromagnete bei Bogenlampen. Hermann Mühring in Frankfurt (Main).
Sch. 4034. Auslösevorrichtung der Klemmvorrichtung bei Elektromotoren. Sigmund Schuckert in Nürnberg.
28. März. H. 6372. Elektrischer Akkumulator. Häfner und Langhans in Berlin.
S. 3554. Neuerungen an Elektrizitätszählern. Siemens und Halske in Berlin.

31. März. L. 4074. Aufbau der Armatur für elektrische Maschinen. William Adolf Leipner in Bristol.
4. April. G. 4046. Isolirvorrichtung an galvanischen primären oder sekundären Elementen. R. J. Gülicher in Berlin.
7. April. I. 1489. Stromunterbrecher für Schaltapparate. Edmond Julien in Brüssel.
L. 4088. Neuerungen in der Anwendung poröser Gefäße und Elektroden in Kupfersulfatelementen. Carl Lütke in Berlin.
M. 4948. Elektrische Bogenlichtlampe (Zusatz zum Patent 38661) Norbert Marischler in Teplitz, Böhmen.
P. 3114. Elektromagnet mit vielfacher Armatur. Henri Pieper fils in Lüttich.