©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ein Phasenmessapparat für Wechselströme

(Fortsetzung)

Dr. **Josef Tuma,**

Privatdocent an der k. k. Universität in Wien.

(Mit 3 Textfiguren.)

Aus dem physikalischen Cabinete der k. k. Universität in Wien.

Das Bestreben, den, in einer der kaiserlichen Akademie vor Kurzem überreichten Publication beschriebenen Phasenindicator[1] in eine für den praktischen Gebrauch geignete Form zu bringen, führte mich zu einer Abänderung der damals beschriebenen Construction, durch welche nunmehr wirklich die so lange gesuchte Lösung des Problemes, einen Apparat zu construiren, der die Phasendifferenzen zweier Wechselströme von gleicher Periode einzig durch eine Ablesung als Winkel zu messen gestattet, gefunden ist.

Es seien A_1 und A_2 sowie B_1 und B_2 in Fig. 1 die beiden Zuleitungen der Wechselströme, deren Phasendifferenz zu bestimmen ist. Beide Ströme werden verzweigt und es wird der eine Stromtheil durch einen inductionsfreien Widerstand w_1 beziehungsweise w_2, der andere durch eine hohe Selbstinduction l_1 beziehungsweise l_2 geschickt. Hierauf durchfliessen die Ströme zwei Spulenkreuze S_1 und S_2 beziehungsweise s_1 und s_2 derart, dass zwei Drehfelder mit gleicher Drehrichtung entstehen. w_1 und l_1 sind so gewählt, dass das von dem in A_1 und

---

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

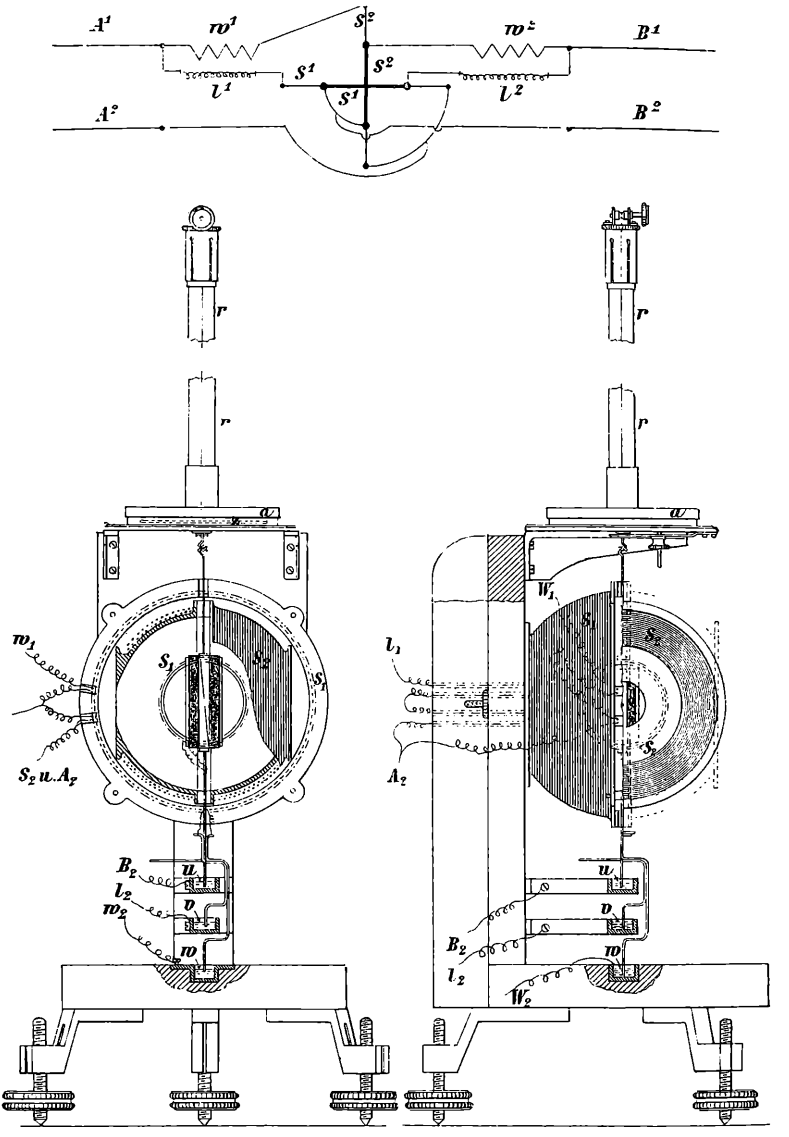

Fig. Fig. 3.

A_2 zugeleiteten Strome hervorgerufene Drehfeld ein kreisförmiges ist, d. h. seine Intensität nicht ändert, was man daraus erkennt, dass in einer Probespule, welche man in das Feld bringt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und die man mit einem empfindlichen Dynamometer verbindet, bei jeder Orientirung rings um eine verticale Achse genau dieselbe E. K. inducirt wird. Damit das so erzeugte Drehfeld immer möglichst homogen sei, habe ich, wie Fig. 2 und 3 zeigen, den Spulen S_1 und S_2 Kugelform gegeben, und zwar wurden auf einseitig aufgeschnittene Halbkugeln aus Messingblech je 400 Windungen von einem 1 *mm* starken Draht gewickelt.

Das zweite Spulenkreuz s_1 und s_2 (Fig. 1, 2 und 3) wurde sehr leicht gemacht, indem jede Spule aus Zeichenpapier hergestellt und mit 100 Windungen eines 0·1 *mm* dicken Drahtes bewickelt wurde. Es wurde ferner w_2 so gewählt, dass der Widerstand der Spule s_2 mehr dem Widerstande w_2 gleich dem scheinbaren Widerstande der grossen Selbstinduction l_2 und der Spule s_1 wurde, so dass in s_1 und s_2 gleich starke Ströme flossen. Zur Stromabgleichung wurde die in der früheren Abhandlung angegebene Methode verwendet. Dieses Spulenkreuz war, wie Fig. 3 zeigt, an einem Zeiger, in der Dose *a*, befestigt und an einem Coconfaden, in der Röhre *r*, aufgehängt. Die Länge des Fadens betrug circa 40 *cm*, um die Wirkung der Torsion möglichst zu vermeiden. Die Zuleitungen zu diesem Spulenkreuze wurden durch drei Quecksilbernäpfe *u, v, w* (Fig. 2 und 3) vermittelt.

Die Wirkungsweise des Apparates beruht einfach darauf, dass bei der in Fig. 1 gekennzeichneten Parallelstellung beide Spulenkreuze Drehfelder erzeugen, welche einander in einem Winkelabstand gleich dem Phasenverschiebungswinkel folgen. Es wird sich also das bewegliche Spulenkreuz so lange drehen, bis sich die Felder decken. Es wird eine Stellung einnehmen, die mit der gezeichneten Parallelstellung den Verschiebungswinkel einschliesst, den man an der Theilung in der Dose *a* abliest.

Die bei dieser Construction nothwendige Rücksichtnahme auf die scheinbaren Widerstände der Drosselspulen l_1 und l_2 bewirkt, dass theoretisch der Apparat nur für eine ganz bestimmte Periodendauer des Wechselstromes eingerichtet sein kann. Für praktische Zwecke liegen jedoch die Grenzen der Brauchbarkeit ziemlich weit. Übrigens kann man leicht die Widerstände durch Stöpselung änderbar machen, so dass für

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die gewöhnlich vorkommenden Periodendauern eine Einstellung möglich ist. Zur Beurtheilung der Wirkung, welche die Änderung in der Frequenz des Stromes bewirkt, sei noch Folgendes hinzugefügt.

Es seien die Wirkungen der feststehenden Spulen proportional $A_1 \sin \alpha t$ und $A_2 \cos \alpha t$. Diejenigen der um einen Winkel ψ gedrehten, beweglichen Spulen seien $a_1 \sin (\alpha t + \varphi)$ und $\alpha_2 \cos (\alpha t + \varphi)$.

Das Drehungsmoment, welches das feststehende Spulenkreuz auf das bewegliche ausübt, ist:

$$D = \{A_1 a_2 \sin \alpha t \cos (\alpha t + \varphi) - A_2 a_1 \cos \alpha t \sin (\alpha t + \varphi)\} \cos \varphi - \\ - \{A_1 a_1 \sin \alpha t \sin (\alpha t + \varphi) + A_2 a_2 \cos \alpha t \cos (\alpha t + \varphi)\} \sin \psi.$$

Das mittlere Drehungsmoment wird:

$$D = -\frac{1}{2} (A_1 a_2 + A_2 a_1) \sin \varphi \cos \psi - \\ \frac{1}{2} (A_1 a_1 + A_2 a_2) \cos \varphi \sin \psi.$$

Dieses wird Null, wenn

$$\operatorname{tg} \psi = - \frac{\frac{A_1}{A_2} + \frac{a_1}{a_2}}{1 + \frac{A_1}{A_2} \frac{a_1}{a_2}} \operatorname{tg} \varphi.$$

Nun sind A_1 nahezu proportional $\frac{E}{\alpha l_1}$, A_2 proportional $\frac{E}{w_1}$ a_2 nahezu proportional $\frac{e}{\alpha l_2}$ und a_2 proportional $\frac{e}{w_2}$ Somit kann man setzen:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{w_1}{\alpha l_1} \quad \text{und} \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{w_2}{\alpha l_2},$$

woraus

$$\operatorname{tg} \psi = - \frac{1}{\alpha} \frac{\frac{w_1}{l_1} + \frac{w_2}{l_2}}{1 + \frac{w_1 w_2}{\alpha^2 l_1 l_2}} \operatorname{tg} \varphi.$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der Nenner dieses Bruches $\alpha + \frac{w_1 w_2}{\alpha l_1 l_2}$ erreicht ein Minimum, wenn $\frac{w_1 w_2}{\alpha^2 l_1 l_2} = 1$ ist. Dies ist aber gerade dann der Fall, wenn dem Instrument Strom von der passenden Frequenz zugeführt wird. In diesem Falle wird $\operatorname{tg} \psi = -\operatorname{tg} \varphi$. Sonst fällt φ zu klein aus. Da sich jedoch ψ in der Nähe eines Maximums befindet, sind die Änderungen nicht bedeutend.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 106_2a

Autor(en)/Author(s): Tuma Josef

Artikel/Article: Ein Phasenmessapparat für Wechselströme. 521-525