

VI. Section für Mathematik.

Vierte Sitzung am 16. November 1882. Vorsitzender: Prof. Rittershaus.

Geh. Rath Prof. Dr. Zeuner spricht über Anwendung graphischer Methoden auf thermodynamische Probleme, anknüpfend an Mittheilungen, die er der Section 1878 über denselben Gegenstand gemacht hat. Insbesondere zeigt der Vortragende ein neues Verfahren, um aus dem Indikatordiagramm die während des Kreisprozesses übergegangene Wärme herzuleiten.

Fünfte Sitzung am 7. December 1882. Vorsitzender: Prof. Rittershaus.

Nach Wahl der Sectionsbeamten für das folgende Jahr spricht Prof. Rittershaus:

Ueber die Kinematik der Dynamomaschine.

Die Construction der Elektromotoren lässt sich von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachten. Zunächst vom physikalischen und constructiv-machinalen bezüglich der Stärke und Richtung der erzeugten Ströme und der praktischen Anordnung und Ausführung des Triebwerkes; sodann aber auch vom kinematischen bezüglich der Art der Sammlung und Zusammenfassung der einzelnen Stromimpulse zu einem continuirlichen Strome gleicher (oder auch wechselnder) Richtung.

Dieser letztere Theil der Betrachtung entbehrt bis dahin völlig der einheitlichen systematischen Durchführung; diese entschiedene Lücke auszufüllen oder wenigstens Ausgangspunkte für eine Ausfüllung derselben zu beschaffen, ist der Zweck des Vortrages.

Die sich bietenden Fragen sind durchaus conform denen der Steuerung unserer Dampfmaschinen, nur liegt hier die Aufgabe umgekehrt. Während bei diesen in einen continuirlichen Strom: vom Kessel nach dem Steuerorgan (Schieber, Vierwegehahn) und von dort nach dem Condensator durch dieses letztere eine Zweigleitung oder Schleife mit wechselnder Stromrichtung (der Cylinder mit seinen Kanälen) eingeschaltet wird, liegt hier die Sache umgekehrt. Die in der einzelnen Schleife (Abtheilung des Inductors) erzeugten Ströme sind stets Wechselströme, wechselnd je im Moment des Durchganges der betreffenden Schleife durch die neutralen Stellen der Felder, und es handelt sich darum, diese einzelnen Ströme

durch die Steuerung d. i. den Commutator oder Stromsampler in einen einzigen continuirlichen Strom zusammenzufassen. Der Commutator in seiner einfachsten Gestalt — und für eine einzige Schleife und nur zwei Felder — ist denn auch völlig identisch dem Vierwegehahn, dem entsprechenden Steuerorgan für Dampf, Wasser und andere tropfbare oder gasförmige Flüssigkeiten, natürlich den physikalisch ganz anderen Eigenschaften angepasst: zwei einander gegenüberstehende leitende Theile entsprechen den Durchlassöffnungen; dem für die betreffenden Flüssigkeiten undurchdringlichen, diese trennenden Steg ein ebensolcher aus für Elektrizität undurchlässigem, also nicht leitendem Material.

Hat die Maschine zwei Schleifen bei zwei Feldern und stehen dieselben einander gegenüber, passiren also gleichzeitig den neutralen Durchmesser, so kann der Commutator für die erste auch die stets entgegengesetzt gerichteten Ströme der zweiten aufnehmen; in jedes der beiden Contactstücke desselben mündet das vordere Drahtende der einen und das hintere der andern Schleife, die Ströme beider fliessen also abwechselnd in das eine hinein und aus dem andern heraus: die Schleifen sind nebeneinander geschaltet und die Schleiffedern vermitteln die Verbindung mit dem äusseren Stromkreise.

Ganz ebenso kann man auch eine Dampfmaschine oder auch eine Pumpe mit zwei Cylindern, deren Kolbenstangen, durch eine Traverse verbunden, auf dieselbe Kurbel wirken, durch einen einzigen Vierwegehahn steuern; die Cylinder sind dabei, ganz wie die Schleifen, nebeneinander geschaltet: der Strom des frischen Dampfes oder, bei der Pumpe, der angesaugten Flüssigkeit vertheilt sich auf beide Cylinder, und der von beiden abgehende Dampf oder die Förderung beider vereinigt sich zu der Leitung nach dem Condensator, beziehungsweise der Druckleitung.

Nicht ganz so einfach ist die Steuerung der beiden Cylinder, wenn dieselben derart hintereinander geschaltet werden sollen, dass der Abdampf des einen die Rolle des frischen für den andern übernimmt, wobei dann natürlich der letztere, wenn der Dampf in ihm noch zur Wirkung kommen soll, einen grösseren Querschnitt erhalten muss (Zwei-Cylinder- oder Compoundmaschine oder umgekehrt als Presspumpe mit fortgesetzter Compressionswirkung). Es bedarf eines Sechswegehahnes oder zweier Vierwegehähne: einen für den frischen Dampf und einen für den Uebertritt zum grösseren Cylinder.

Ebenso können wir die beiden Schleifen hintereinander schalten durch zwei einfache Commutatoren, je einen für jede Schleife, und natürlich auch zwei Paar Schleiffedern, von denen die den Strom aufnehmende des einen mit der denselben zuleitenden des andern leitend verbunden. Wird eine der beiden Schleifen gekreuzt an ihren Commutator angeschlossen, so liegen die zu verbindenden Schleiffedern auf derselben Seite der Achse und können durch eine breite, auf beiden Commutatoren schleifende ersetzt werden.

Man kann aber die beiden Cylinder auch noch auf andere Weise auf Spannung kuppeln.

Denken wir uns — bei einer Presspumpe etwa, und immer wieder vorausgesetzt, dass die Kolben sich synchron bewegen — das vordere Ende des einen Cylinders mit dem hinteren des andern dauernd verbunden, dagegen die beiden andern durch einen Viervegehahn abwechselnd je mit dem Saug- und Druckraume, so haben wir damit eine Anordnung, welche gegenüber der zuerst betrachteten Nebeneinanderschaltung zwar nur die halbe Förderung pro Schub, aber dafür auch die doppelte Spannungsdifferenz zwischen Saug- und Druckraum ergiebt.

Die gleiche Steuerung auf unsere beiden Schleifen angewendet, erhalten wir die einfachere Form der Hintereinanderschaltung, die der ältesten Construction einer Inductionsmaschine: der von Pixii*), wenn wir die Schleifen an die Federn und den äusseren Kreis an die Commutator-Contactstücke anschliessen, oder aber der von Saxton**), Clarke***), Stöhrer†) u. A., wenn wir umgekehrt, wie es jetzt die Regel, die Spulen mit dem Commutator verbinden und den äusseren Kreis mit den Federn.

Bei der Stöhrer'schen Construction ist dabei meist noch zwischen Spulen und Commutator ein sogenannter Pachytrop, seinem Wesen nach gleichfalls ein Hahn, eingeschaltet, mittels dessen der Anschluss an den Commutator derart umgestellt werden kann, dass entweder die zuletzt, oder aber die zuerst betrachtete, also Hinter- oder Nebeneinanderschaltung, statt hat.

Sind mehr als zwei Schleifen vorhanden, so kann entweder für jede, oder nach dem Obigen auch für jedes Paar hinter- oder nebeneinander geschalteter, je ein besonderer Commutator angeordnet werden, wie dies z. B. Brush††) thut, der dadurch die Möglichkeit hat, die Ströme der einzelnen Paare dem äusseren Widerstande entsprechend wie die Elemente einer Säule beliebig combiniren zu können†††), ohne an der Maschine selbst und ihren Drahtverbindungen das Mindeste ändern zu müssen; oder

*) Poggendorff, Annalen, Bd. 27, S. 390. Schellen, Magnet- und Dynamomaschinen, 2. Aufl., S. 56, Fig. 30.

**) Poggendorff, Bd. 39, S. 401.

***) Poggendorff, Bd. 39, S. 404.

†) Wüllner, Experimentalphysik, 3. Aufl., 4. Bd., S. 939, Fig. 266.

††) Specification, 1878, Nr. 2003; Schellen, 2. Aufl., S. 118, Fig. 53; und Merling, Elektr. Beleuchtung (Elektrotechn. Bibl. Bd. 1.), S. 166, Fig. 68 u. fl., wo, wie hier nebenbei bemerkt werden mag, sowohl in den Skizzen, als auch durch die ganze Beschreibung die einander gegenüberstehenden Pole ungleichnamig angenommen sind, wobei absolut kein Strom zu Stande kommen kann.

†††) Ein weiterer Vortheil der Brush'schen Construction: das je den neutralen Durchmesser passirende Paar, dessen Strom doch nur gering und durch den fast momentanen Wechsel in der Stromrichtung sich am stärksten erhitzt, eine Zeit lang ausschalten und sich ausruhen lassen zu können, lässt sich auch bei Pacinotti-Gramme erreichen, wenn man je zwei miteinander verbundene Schleiffedern für Ein- und Austritt, zu beiden Seiten des neutralen Durchmessers schleifend, anwendet.

es können auch die Functionen aller in einem einzigen, dann aber natürlich complicirteren Steuerorgane vereinigt werden, wie dies bei Dampfmaschinen z. B. bei der Drei-Cylinder-Maschine von Brotherhood & Hardingham*) oder auch bei der Sechs-Cylinder-Maschine von West**) der Fall und bei der Dynamomaschine seit der Pacinotti-Gramme-Steuerung die Regel ist.

Diese selbst ergibt sich sehr leicht durch Theilung der Commutatorhälften der zuerst betrachteten Combination zu zweien nebeneinander und entsprechende Einschaltung neuer Spiralen, welche die isolirenden Zwischenwände überbrücken, gleichzeitig aber, da alle je einerseits des neutralen Durchmessers gelegenen Spiralen gleiche Stromrichtung haben, mit ihrem eigenen Strom den durchfließenden verstärken.

Wird statt der Schleifen die Anzahl der Felder vermehrt, so ändert sich auch der Commutator in anderer Weise. So erhalten wir bei einer Schleife mit 4, 6, 8 . . . Feldern Commutatoren mit 4, 6, 8 . . . Contactstücken, welche sich je über einen gleichen Bogen erstrecken und das 1ste, 3te, 5te . . . einerseits und das 2te, 4te, 6te . . . andererseits untereinander und mit je einem Ende der Schleife verbunden sind und auf denen die Schleiffedern an zwei um einen Winkel von $\frac{(2m+1)\pi}{k}$ von einander abstehenden Punkten schleifen, wenn $2k$ die Anzahl der Felder und m eine beliebige ganze Zahl, die Null eingeschlossen. Dieselben können also nur für den Fall, dass k ungerade, also bei 2, 6, 10 . . . Feldern, einander gegenüberstehen.

Diese so gewonnene allgemeinere Form können wir nun wieder in derselben Weise weiter umgestalten wie oben die in ihr enthaltene einfachste mit nur zwei Feldern.

Fügen wir wieder so viel Schleifen hinzu, dass jedes Feld eine Schleife erhält, so kann der Commutator für die erste un geändert auch die Ströme der übrigen aufnehmen, wobei alle nebeneinander geschaltet: es braucht nur, wenn vorderes und hinteres Ende der ersten Schleife mit Contactstück 1 und 2 verbunden, Vorder- und Hinterende der zweiten mit 2 und 3, der dritten mit 3 und 4 u. s. w. verbunden zu werden.

Es können aber auch die Schleifen eben so leicht hintereinander verbunden werden, und zwar wieder in der Form der Compoundmaschinensteuerung durch $2k$ Commutatoren, oder in der einfacheren, physikalisch gleichwerthigen Pixii-Steuerung. Wir haben zu dem Ende nur nöthig, die Schleifen derart aneinander zu schliessen, dass der entstehende Strom dieselben hintereinander fortlaufend durchfließt, also etwa das Vorderende der ersten mit dem der zweiten, deren hinteres Ende mit dem der dritten u. s. w. und endlich das hintere Ende der ersten und letzten mit je einer der beiden Gruppen von Contactstücken.

*) Engineering, Vol. 16, p. 264.

**) Stummer's Ingenieur, 1876, S. 13.

Wir erhalten damit eine Maschine, welche bis auf den die Ströme richtenden Commutator identisch ist mit der Wechselstrom-Maschine Siemens P. R. 3383.

Aus dieser ist von der genannten Firma neuerdings eine Maschine für Gleichstrom mit der Pacinotti-Gramme'schen entsprechender Steuerung abgeleitet worden*); wie es mir scheint aber auf etwas zu complicirtem Wege.

Zwischen die nebeneinander geschalteten Spulen lassen sich nämlich wieder wie bei nur zwei Feldern unter gleichzeitiger Theilung der entsprechenden Contactstücke je beliebig viele, die eingesetzten Zwischenwände überbrückende, gleichzeitig aber auch den sie durchfliessenden Strom durch ihren eigenen verstärkende Spulen einschalten. Wir erhalten so für $2i = m \cdot 2k$ Spulen und $2k$ Felder einen Commutator mit $2i$ Contactstücken, welche wieder zu je k , also in $\frac{2i}{k}$ Gruppen leitend miteinander verbunden sind, so z. B. für 12 Spulen und 6 Felder 12 Contactstücke in 4 Gruppen.

Nun macht Siemens nicht $i = m \cdot k$, sondern $i = m(k \mp 1)$, und erhält so eine Maschine, deren Commutator eine im Verhältniss zur Anzahl der Spulen viel grössere Zahl von Contactstücken, nämlich $2 \cdot m \cdot i(i + 1)$, ebenfalls in Gruppen zu k , enthält. So wird beispielsweise, wenn wir $m = 1$ und $k = 3$ setzen und das Minuszeichen wählen, der Commutator $2 \cdot 2 \cdot 3 = 12$ Contactstücke in 4 Gruppen zu 3 enthalten, also mit dem soeben für 12 Spulen gefundenen identisch sein, während er hier für nur 4 Spulen dient.

Auch die Verbindung der Spulen untereinander und mit den Gruppen der Contactstücke lässt sich, wenigstens für $m > 1$ (Fig. 6 der Elektrotechn. Zeitschr.), wesentlich einfacher gestalten und für $i = \frac{k+1}{2}$ auch die Kreuzung jeder zweitfolgenden Schleife vermeiden, wodurch die Maschine allerdings kaum einfacher wird.

Ohne Skizzen sind aber diese nicht mehr ganz einfachen Steuerungen, sowie noch eine ganze Reihe weiterer Ableitungen nicht wohl verständlich, wenn dieselben sich auch ohne Schwierigkeiten ergeben, sobald man nur systematisch vorgeht und die einzelnen Constructionen schematisirt. Diese Skizzen wiederzugeben, fehlt es aber hier an Raum.

Eine vollständige Wiedergabe des Vortrages mit den Skizzen, die binnen Kurzem im Civilingenieur erfolgen wird, soll das Thema weiter verfolgen.

*) Elektrotechnische Zeitschrift, 1881, S. 163; Schellen, 2. Aufl., S. 219, Fig. 111 u. fl.; und Merling, S. 201, Fig. 84 u. fl.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [1882](#)

Autor(en)/Author(s): Rittershaus Trajan Hermann

Artikel/Article: [VI. Section für Mathematik 85-89](#)