

Die Regulierung von Dampfmaschinen für verschiedene Zwecke.

Von Willibald Trinks, Philadelphia, Pa., U. S. A.

(Fortsetzung von S. 773 d. Bd.)

Regulierung von Dampfmaschinen für Wechselstrombetrieb.

Es ist in neuerer Zeit mehrfach hervorgehoben worden, dass der Betrieb von Wechsel- und Drehstrommaschinen fast unerfüllbare Anforderungen an die Regulierung der Dampfmaschinen stellte. Um zu entscheiden, wie weit diese Behauptung richtig ist, sollen im folgenden die zu stellenden Anforderungen, sowie die Mittel, denselben gerecht zu werden, untersucht werden.

Eine Wickelungsart, welche dem Compoundieren der Gleichstrommaschinen entspricht und eine bei allen Belastungen gleichbleibende Klemmenspannung erzeugt, wäre

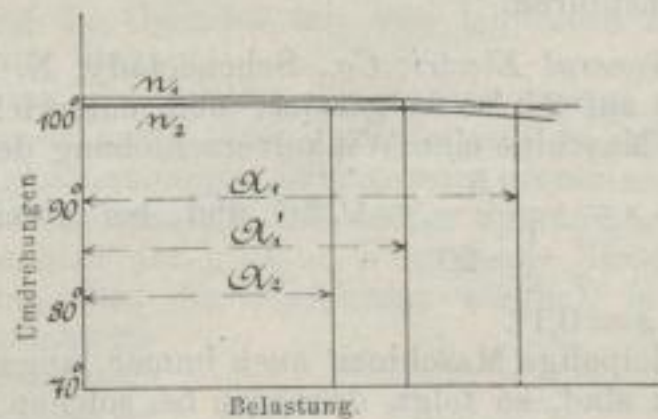


Fig. 20.

bei Wechselstrommaschinen sehr wünschenswert. Die Ausführung solcher Wickelungen oder die Anwendung von Apparaten, welche den gleichen Zweck erreichen, ist aber mit bedeutenden Komplikationen verbunden und wird daher die Regulierung der Spannung fast ausnahmslos dem Schaltbrettwärter überlassen.

Nun macht sich sowohl bei den Einphasen- als auch ganz besonders bei den Mehrphasenmaschinen die Rückwirkung der im Anker fließenden Ströme auf das magnetische Feld durch eine erhebliche Schwächung und Verzerrung des Feldes geltend. Die Folge davon ist, dass die Maschinenspannung mit wachsender Belastung (besonders bei Belastung durch Motoren) sinkt, und zwar beträgt der Spannungsverlust infolge Ankerrückwirkung selbst bei guten Generatoren etwa 5%. Dazu kommen etwa 3% Spannungsverlust in den Leitungen und Transformatoren, so dass die Summe ungefähr 8% beträgt. Hierzu tritt aber weiter noch der Spannungsverlust infolge Abfalles der Umdrehungszahl, d. h. infolge des Ungleichförmigkeitsgrades des Regulators. Beträgt derselbe 1% oder 2%, so beläuft sich der Gesamtspannungsabfall auf 9% bzw. 10%. Daraus folgt: Durch Verdoppelung des Ungleichförmigkeitsgrades δ von 1% auf 2% wird der Gesamtspannungsabfall nur um etwa $\frac{1}{10}$ geändert.

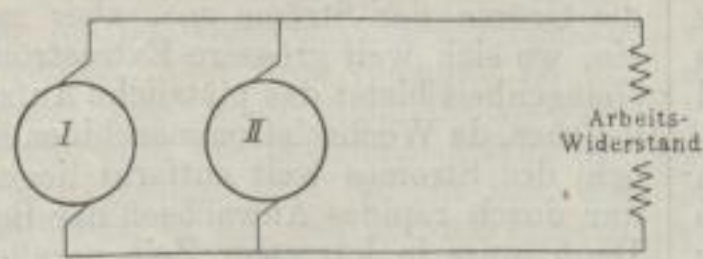


Fig. 21.

Ob demnach δ 0% oder 3% beträgt, macht kaum etwas aus; es bleibt in beiden Fällen ein bedeutender Betrag von verlorener Spannung durch den Feldzusatzwiderstand auszugleichen. Daher ist es vollständig zwecklos, δ unter 2% bringen zu wollen. Weiter beachte man, dass bei zu kleinem δ sowohl (wie schon erwähnt) bei plötzlichen Belastungsänderungen, als auch bei Parallelbetrieb Schwierigkeiten entstehen, wie sich aus folgendem ergibt.

In Fig. 20 stellen n_1 und n_2 für verschiedene Belastungen den Verlauf der Umdrehungszahlen zweier Maschinen vor, wenn sie getrennt laufen. Wenn dieselben parallel laufen, so zwingen sie sich gegenseitig (wie weiter unten gezeigt werden wird), dieselbe Umdrehungszahl einzuhalten. Die Verteilung der Arbeit zwischen beiden

Maschinen bei verschiedenen Belastungen ergibt sich dann durch die Schnittpunkte der n_1 - und n_2 -Kurven mit Parallelen zur Abscissenachse, beispielsweise zu A_2 und A_1 , oder zu O und A_1 . Um mit Rücksicht auf Dampfverbrauch gleiche Arbeitsverteilung zu erzielen, muss der Regulator der n_2 -Maschine so lange belastet oder derjenige der n_1 -Maschine so lange entlastet werden, bis die Kurven n_1 und n_2 zusammenfallen. Es ist ohne weiteres ersichtlich, dass zur Erzielung dieses Zweckes die Einstellung der Regulatorbelastung um so genauer und subtiler erfolgen muss, je kleiner δ ist, und dass sich ferner bei zu kleinem δ geringe Unterschiede in der Form der n_1 - und n_2 -Kurve dadurch unangenehm geltend machen, dass die Arbeiten zwar bei einer Belastung, z. B. Normallast, gleich verteilt sind, aber bei steigender Belastung die Arbeit der einen Maschine kaum noch wächst, während die andere Maschine mit Vollfüllung arbeitet. Das ist unausbleiblich mit Dampfverschwendung verbunden. Die Ungleichheit lässt sich zwar durch Aenderung der Regulatorbelastung oder der Felderregung beseitigen, beansprucht aber dadurch die schon genugsam in Anspruch genommene Aufmerksamkeit des Schaltbrettwärters noch mehr.

Endlich hat die Größe des Ungleichförmigkeitsgrades δ , wenn auch nur indirekt, Einfluss auf ein leichtes Parallelschalten der Wechselstrommaschinen. Da aber ausser δ noch andere Eigenschaften der Regulatoren, sowie Schwungmassen, Drehmoment, Steuerung u. s. w. das Parallellaufen beeinflussen, so hält es Verfasser für angebracht, die Frage des Parallellaufens im Zusammenhange zu behandeln, um dadurch zur Klärung der über diesen Abschnitt des Maschinenbaues vielfach noch etwas verworrenen Ansichten beizutragen.

In Fig. 21 stellen I und II parallel laufende Wechselstrommaschinen vor und zwar der Uebersichtlichkeit wegen Einphasenmaschinen. Die Spannungen der beiden Maschinen fechten gegeneinander, weil jede von beiden bestrebt ist, ihre Spannung auf dem kürzesten Wege, das ist durch die andere Maschine auszugleichen. Sind die Spannungen I und II gleich, und befinden sich die Maschinen in gleicher Phase, so zirkuliert in dem Stromkreise I III kein in sich geschlossener Strom, sondern der ganze Strom i_I und i_{II} fließt gemeinschaftlich durch den Arbeitswiderstand.

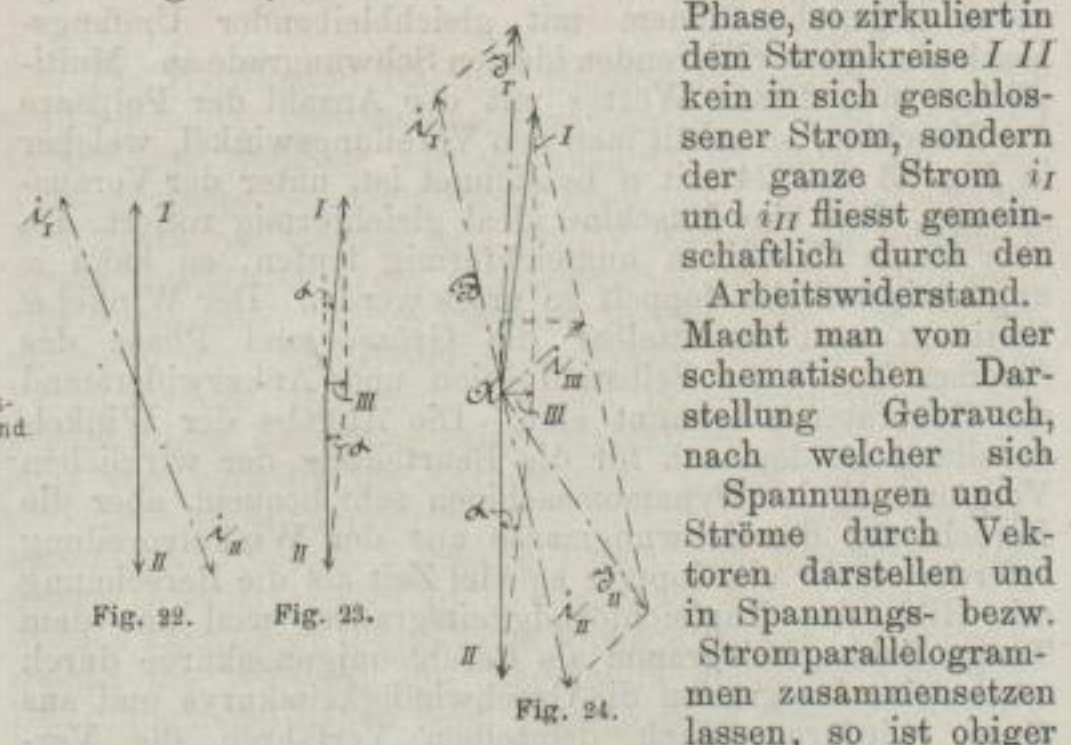


Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Fall durch die sehr einfache Fig. 22 dargestellt. Eilt aber eine der Maschinen, z. B. I vor, so entsteht eine resultierende Spannung III (Fig. 23), welche in dem Kreise I III Strom treibt. Derselbe hängt in Stärke und Phase von der Selbstinduktion s und dem Ankerwiderstand w der Maschinen ab. Er sei beispielsweise i_{III} in Fig. 24. Nun stellt in der Elektromechanik Spannung \times Projektion des Stromes auf die Spannungsrichtung die geleistete Arbeit dar, ähnlich wie in der allgemeinen Mechanik Kraft \times Projektion des Weges auf die Krafrichtung. Die Projektion AB ist der Spannung II entgegengesetzt; demnach wird die Arbeit der Maschine II um den Wert Spannung II \times Strom AB