Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **27/28 (1896)**

Heft 12

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INHALT: Zur Regulierung von Drehstrommotoren. — Romanische Skulpturen im Münster zu Basel. — Konkurrenzen: Primarschulhaus in Luzern. Kurhaus in Westerland a. Sylt. — Preisausschreiben: Verbesserungen an Elektricitätszählern für den häuslichen Bedarf. — Miscellanea: Städtische Gerüstkontrolleure in Zürich. Der Einsturz des Neubaues der Beckmannschen Baumwollspinnerei in Bocholt i. W. Lieferung der Turbine für die elektrische Kraft- und Lichtcentrale der Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône. Eine Gedenkfeier für Jakob Steiner und Ludwig Schläfli. Durchschlag des Horgener Tunnels der Linie Thalweil-Zug. Ein nachahmenswertes Vorgehen. Jura-Simplon-Bahn. — Korrespondenz. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ing.- und Arch.-Verein. G. e. P.: Generalversammlung. XVII. Adressverzeichnis. Stellenvermittelung.

Zur Regulierung von Drehstrommotoren.

Von Dr. *Hs. Behn-Eschenburg.*

Es ist bekannt, dass die Regulierung der Anzugskraft, der Anlaufsstromstärke und der Geschwindigkeit von Drehstrommotoren durch Einschalten von regulierbaren induktionsfreien Widerständen in die Stromkreise des inducierten Systems oder des Ankers bei konstanter Klemmenspannung des primären feldbildenden Stromes gleich wirksam, gleich bequem und einfach, aber auch mit den gleichen Mängeln behaftet ist wie die Regulierung von Gleichstrommotoren, deren Feld durch einen Nebenschluss konstant erregt ist und deren Bürstenspannung durch Regulierwiderstände im Hauptstromkreis reguliert wird. Eine solche Regulierung von Drehstrommotoren ist wohl zuerst von Dolivo-Dobrowolsky angewandt und in einigen Ländern zum Patent angemeldet worden (Ende 1890). In Heft 1 der E. T. Z. 1896 habe ich für die Theorie dieser Regulierung einige Formeln abgeleitet (in denen ein paar augenfällige Fehler stehen geblieben sind). Im folgenden möchte ich den Vorgang und die Berechnung dieser Methode in praktischer Form darstellen.

Allgemein besteht zwischen der Geschwindigkeit des Motors, dem Widerstand der Ankerstromkreise und dem Drehmoment oder Belastungsmoment oder der Zugkraft des Motors die einfache Beziehung, dass *das Drehmoment in Kilogrammetern nahezu gleich ist (genau ist es um 3% kleiner) der im Ankerwiderstand in Wärme umgesetzten elektrischen Energie in Watt, geteilt durch die Differenz der synchronen und der wirklichen Tourenzahl in der Minute. Daraus folgt, dass der Nutzeffekt des Motors allgemein kleiner ist als das Verhältnis der beiden Tourenzahlen.*

Beim Anlaufen ist die wirkliche Tourenzahl null, bei normalem Betrieb soll die wirkliche Tourenzahl höchstens um 5% kleiner sein als die synchrone, bei Leerlauf soll die wirkliche Geschwindigkeit praktisch gleich sein der synchronen.

Es sollen *folgende Zeichen* gebraucht werden:

E_1, E_2 Klemmenpannungen eines primären, bezüglich eines sekundären Stromes,
E_o sekundäre Klemmenspannung bei ruhendem Motor und offenen Ankerstromkreisen,
J_1, J_2 Stromstärken eines primären, bezüglich eines sekundären Stromes,
J_o primäre Stromstärke bei Leerlauf oder offenem Anker,
J_a primäre Stromstärke beim Anlauf mit kurz geschlossenem Anker,
J_b sekundäre Stromstärke beim Anlauf in kurz geschlossenem Anker,
T_o synchrone Tourenzahl, Tourenzahl des Leerlaufs,
T wirkliche Tourenzahl bei irgend einer Belastung,
D Drehmoment des Motors in Kilogrammeter (Zugkraft mal Hebelarm),
A Arbeitsleistung des Motors in Watt (inklusive mechanische und magnetische Reibungsarbeit),
s Schlüpfung des Motors,
N_1, N_2 Zahl der primären, bezüglich sekundären Ströme verschiedener Phase (in der Regel $N_1 = N_2 = 3$),
W_1, W_2 Windungszahlen einer Phasenabteilung,
r_1, r_2 ohmscher Widerstand einer Phasenabteilung,
R zugeschalteter Regulierwiderstand im Stromkreis einer sekundären Phase.

Wir führen folgende *Abkürzungen* ein:

$$m = \frac{w_1^2}{w_2^2} \cdot \frac{N_1}{N_2} \left(\text{in der Regel } m = \frac{w_1^2}{w_2^2}\right)$$

$s\,l_2 = \frac{s\,E_1}{m \cdot J_a}$ *scheinbarer induktiver Widerstand einer Ankerphase.*

Bekannt sind allgemein folgende Beziehungen:

$$A = D \,.\, T \,.\, 1{,}03 \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

$$S = \frac{T_o - T}{T_o} \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

$$\frac{J_o}{J_a} = 1 - \frac{E_o^2 \,.\, W_1^2}{E_1^2 \,.\, W_2^2} = \sigma, \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

wobei σ ein Mass für die *magnetische Streuung* im Motor ist.

An Stelle der Gleichheit in (3) tritt thatsächlich eine *Grenzbeziehung*

$$\frac{J_o}{J_a} = \sigma_{min}, \; 1 - \frac{E_o^2\, w_1^2}{E_1^2\, w_2^2} = \sigma_{max}$$

und es kann σ_{max} ungefähr dreimal grösser werden als σ_{min}.

Bei einem Betrieb des Motors mit normalen Stromstärken tritt ein Wert von σ in die Formeln, der ungefähr in der Mitte liegt. Da nun im folgenden in allen Formeln σ ausgedrückt ist durch den Quotienten $\frac{J_o}{J_a}$, so würde einerseits ein zu kleiner Wert von σ eingeführt sein, wenn für J_o und J_a die wirklich beobachteten Stromstärken des Leerlaufs und Anlaufs gesetzt werden und anderseits ein zu grosser Wert von σ, wenn für $\frac{J_o}{J_a}$ die zweite Beziehung von Formel (3) gebraucht wird.

Wir nehmen an, dass diesem Umstand im folgenden bei jeder Anwendung der Formeln Rechnung getragen worden ist.

Die *maximale Arbeitsleistung* des Motors bei *kurzgeschlossenem Ankersystem* ist:

$$A_{max} = \frac{N_1}{2} E_1\, J_a\, (1 - \sigma) \left(1 - \frac{(r_1 + m\, r_2)\, J_a}{E_1}\right) \quad . \quad (4)$$

bei einer Tourenzahl:

$$T_m = T_o \left(1 - \frac{m\, r_2\, J_a}{E_1} - \frac{r_1 \,.\, r_2 \,.\, m\, J_a^2}{E_1^2}\right)$$

und der primären Stromstärke:

$$J_m = \frac{J_a}{\sqrt{2}}.$$

Hierbei übt der Motor das *maximale Drehmoment* aus:

$$D_m = \frac{N_1\, E_1\, J_a}{2{,}06 \,.\, T_o} \left(1 - \frac{r_1 \,.\, J_a}{E_1}\right) (1 - \sigma) \quad . \quad . \quad (5)$$

Allgemein für irgend eine Geschwindigkeit, irgend eine Belastung und irgend einen Ankerwiderstand erhält man:

$$J_1^2 = \frac{1{,}03 \,.\, D\,(T_o - T)}{N_1 \,.\, m\,(1 - \sigma)\,(r_2 + R)} \left(1 + \left[\frac{m\,(r_2 + R)\, J_o}{s\, E_1}\right]^2\right) \quad . \quad (6)$$

$$J_2^2 = \frac{1{,}03 \,.\, D\,(T_o - T)}{N_2\,(r_2 + R)} = \frac{E_o^2 \,.\, s^2}{\left(r_2 + R + s \cdot \frac{r_1}{m}\right)^2 \left[1 + \frac{l_2^2\, s^2}{\left(r_2 + R + \frac{s\, r_1}{m}\right)^2}\right]} \quad (7)$$

$$s = \frac{N_1 \,.\, J_a^2\,(1 - \sigma)\, m\,(r_2 + R)}{2{,}06 \,.\, D \,.\, T_o} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{D^2}{D_{max}^2}}\right) \quad . \quad (8)$$

Das *Anzugsmoment* des Motors bei *kurzgeschlossenem Anker* ist:

$$D_a = \frac{N_1 \,.\, J_a^2\,(1 - \sigma)\, m \,.\, r_2}{1{,}03 \,.\, T_o} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

Hierbei ist zu beachten, dass die Anzugskraft des Motors in verschiedenen Stellungen verschieden ausfallen kann, so lange der Ankerwiderstand klein ist gegenüber dem durch die Streuung bedingten induktiven Widerstand l_2, was für kurz geschlossene Anker allgemein gültig ist. Das Feld ist infolge der Nuten- oder Locheinschnitte im Eisen nicht für jede Gegenüberstellung der Anker- und Feldlöcher homogen. Es ist dann ein Mittelwert von D_a einzuführen.

Durch Aufnahme des Wertes von D_a vereinfacht sich die Formel (8) erheblich. Es wird:

$$s = \frac{D_a}{2\,D} \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{D^2}{D_m^2}}\right) \frac{(r_2 + R)}{r_2} = \frac{T_o - T}{T_o} \quad . \quad (10)$$