

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 27/28 (1896)
Heft: 12

Inhaltsverzeichnis

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Zur Regulierung von Drehstrommotoren. — Romische 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 Neubaus der Beckmannschen Baumwollspinnerei in Bocholt i. W. Lieferung der Tur-

bine für die elektrische Kraft- und Lichtzentrale der Société Lyonnaise des Forces Motrices du Rhône. Eine Gedenkfeier für Jakob Steiner und Ludwig Schlüter. 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. Stellenvermittlung.

Zur Regulierung von Drehstrommotoren.

Von Dr. Hs. Behn-Eschenburg.

Es ist bekannt, dass die Regulierung der Anzugskraft, der Anlaufstromstärke und der Geschwindigkeit von Drehstrommotoren durch Einschalten von regulierbaren induktionsfreien Widerständen in die Stromkreise des induzierten 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 Klemmenspannungen eines primären, bezüglich eines sekundären Stromes,

E_o sekundäre Klemmenspannung bei ruhendem Motor und offenem 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 Schlußfung 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:

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

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

Bekannt sind allgemein folgende Beziehungen:

$$A = D \cdot T \cdot 1,03 \dots \dots \dots \quad (1)$$

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

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

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

An Stelle der Gleichheit in (3) tritt tatsächlich eine Grenzbeziehung

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

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 werden ist.

Die maximale Arbeitsleistung des Motors bei kurzgeschlossenem Ankersystem ist:

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

bei einer Tourenzahl:

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

und der primären Stromstärke:

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

Hierbei übt der Motor das maximale Drehmoment aus:

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

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

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

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

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

Das Anzugsmoment des Motors bei kurzgeschlossenem Anker ist:

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

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:

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