Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 27 (1936)

Heft: 26

Artikel: Die Ermittlung des Schmiegungskreises von Stromverdrängungsmotoren

Autor: Voigt, Hanskarl

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061537

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: 02.10.2025

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

On peut évidemment imaginer dans cet ordre d'idées quantité de perfectionnements. On peut aussi utiliser le courant microphonique pour provoquer des opérations de couplage avant chaque conversation, par exemple l'allumage de lampes, la réduction des chiffres à inscrire sur le sélecteur pour l'appel, etc. L'appel d'un poste est en général réalisé par l'onde porteuse émise par le poste qui demande la communication. Cette onde porteuse peut être déclanchée dans la ligne par le simple fait de soulever la fourchette du téléphone; elle agit alors sur un organe détecteur quelconque qui provoque à la réception le fonctionnement d'une sonnette, et ainsi de suite.

La figure 9 représente une armoire-poste telle qu'elles sont exécutées actuellement couramment.

Extension de ces principes.

La possibilité d'envoyer sur une ligne de transport à haute tension des courants à haute fréquence a permis de réaliser des relations d'autre nature que les relations téléphoniques. C'est ainsi qu'on utilise les courants à haute fréquence pour la signalisation, la télémesure, la télécommande, le téléréglage, et un jour probablement aussi pour la télévision. La télécommande et le téléréglage consistent à provoquer à distance le déplacement d'organes (résistance de champ p. ex.) modifiant le régime de certaines machines. Il suffit de disposer pour cela de relais et de servomoteurs suffisamment puissants. On aura un exemple de télémesure en imaginant un compteur wattmétrique dont la vitesse de rotation est comme on sait proportionnelle à la puissance mesurée. A chaque tour de l'induit du compteur, un courant à haute fréquence modulé à 400 Hz par exemple est lancé pendant un court instant dans la ligne. La succession plus ou moins rapide de ces impulsions agissant sur un appareil analogue à un galvanomètre balistique provoque une élongation moyenne proportionnelle à la puissance mesurée par le compteur.

Enfin la télévision sera probablement appelée à transmettre directement l'image du cadran d'un appareil de mesure et permettra de voir ainsi à distance ce qui se passe à l'endroit d'émission.

Diskussion.

Der Vorsitzende, Herr Prof. Dr. **F. Tank,** dankte Herrn Professor Juillard bestens für das interessante Referat und leitete über zur Diskussion, in welcher hauptsächlich Betriebsfragen behandelt wurden. Neben dem Vorsitzenden und dem Referenten beteiligten sich daran hauptsächlich die Herren **G. Joyet,** Lausanne, **A. Kleiner,** Zürich, **H. Leuch,** Zürich, **Walter,** Zürich, und **R. A. Schmidt,** Lausanne. Aus allen Aeusserungen ging hervor, dass die leitungsgerichtete Telephonie im Betrieb der Elektrizitätswerke weitgehend verwendet wird und sehr betriebssicher ist.

Die Ermittlung des Schmiegungskreises von Stromverdrängungsmotoren.

Von *Hanskarl Voigt,* Berlin.

621.313.333.4

Ein Verfahren wird angegeben, nach dem für Stromverdrängungsmotoren mit Hoch- oder Doppelstabläufer die zur Ermittlung des Schmiegungskreises erforderliche Gleichstromstreuung aus einem gewöhnlichen Leerlauf- und Kurzschlussversuch gefunden werden kann.

L'auteur indique une méthode qui permet de déterminer, à l'aide d'un essai ordinaire à vide et en court-circuit, la dispersion en courant continu nécessaire pour établir le cercle osculateur de moteurs à effet pelliculaire avec induit à barres hautes ou doubles.

Um für einen Stromverdrängungsmotor den Schmiegungskreis zeichnen zu können, aus dem wie bei einem normalen Asynchron-Motor die Betriebskurven abgelesen werden können, muss der gesamte Streublindwiderstand des Motors ohne Stromverdrängung im Läufer, die Gleichstromstreuung X_{g0}, bekannt sein. Zur Ermittlung von X_{g0} wurde vom Verfasser früher ein «Kurzschlussverfahren» [1]) und ein «Tangentenverfahren» [2]) angegeben. Beide erfordern eine Regelung der Frequenz in mehr oder weniger weiten Grenzen. Den Verfahren liegt die Annahme zugrunde, dass von der zu untersuchenden Maschine keinerlei Herstellungsdaten bekannt sind.

Eine Frequenzregelung beim Kurzschlussversuch wird überflüssig, wenn bestimmte Daten der Maschine bekannt sind; das wird aber, wenn beispielsweise in einem Prüffeld Maschinen eigenen Fabrikates untersucht werden sollen, meist der Fall sein. Und auch bei fremden Maschinen werden sich häufig die Voraussetzungen für den Fortfall der Frequenzregelung erfüllen lassen.

Nachfolgend soll angegeben werden, wie sich die Ermittlung der Gleichstromstreuung bei Motoren mit Hoch- oder Doppelstabläufer ohne Frequenzregelung gestaltet.

I. Der Hochstabläufer.

Es bedeuten:

R_{2o} Läuferwiderstand ohne Stromverdrängung; «Gleichstromwiderstand»,

R_{2k} Läuferwiderstand im Kurzschluss bei Nennfrequenz,

R_r Widerstand eines Ringanteiles,

R_{so} und R_{sk} Stabwiderstand im Leerlauf und im Kurzschluss,

X_c frequenzunabhängiger Teil des gesamten Streublindwiderstandes,

$X_{\sigma zo}$ und $X_{\sigma zk}$ frequenzabhängiger Teil des Streublindwiderstandes im Leerlauf und im Kurzschluss,

X_{go} und X_{gk} gesamter Streublindwiderstand im Leerlauf und im Kurzschluss.

[1]) «Indirekte Untersuchung von Stromverdrängungsmotoren», Dissertation Techn. Hochsch., Hannover 1932. Bull. SEV 1934, Nr. 8, S. 202.

[2]) E. u. M., Wien, Bd. 52 (1934), Heft 49.

Alle Werte sind auf die Windungszahl, die Blindwiderstände ausserdem auf die Frequenz des Ständers bezogen.

h Leiterhöhe in cm,
b_s Stabbreite und b_n = Nutbreite,
ϱ spezifischer Widerstand des Leitermaterials in Ω mm²/m,
α eine Konstante.

Beim Hochstabläufer ist zwischen zwei Ausführungen zu unterscheiden:

a) Der Kurzschlussring ist in Eisen gebettet.

Diese Ausführung ist zu empfehlen, um nicht nur den Stabwiderstand, sondern den gesamten Läuferwiderstand der Wirkung der Stromverdrängung zu unterwerfen. Wir können dann den Widerstand eines Ringanteiles als Teil des Stabwiderstandes rechnen und den Ring als widerstandslos annehmen. Es wird also: $R_{so} = R_{2o}$ und $R_{sk} = R_{2k}$. In Fig. 1 ist die bekannte Kurve [3])

$$\frac{R_{sk}}{R_{so}} = \frac{R_{2k}}{R_{2o}} = \varphi(\alpha \cdot h) \qquad (1)$$

dargestellt. Mit ihrer Hilfe lässt sich $\alpha \cdot h$ ermitteln, wenn R_{2k} und R_{2o} durch Messung bestimmt sind. In Fig. 2 ist die Kurve aufgetragen:

$$\frac{X_{\sigma zk}}{X_{\sigma zo}} = \lambda(\alpha \cdot h) \qquad (2)$$

Ist jetzt die Stabhöhe h bekannt, dann kann man sich die Werte für den Wirk- und Blindwiderstand

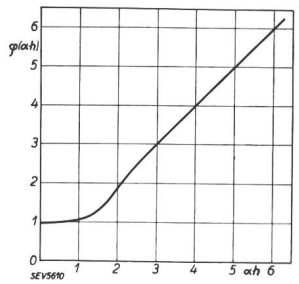

Fig. 1.

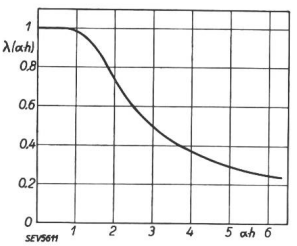

Fig. 2.

eines Stabes bei Gleichstromdurchflutung, also ohne Stromverdrängung, ausrechnen. Man findet für das Verhältnis

$$\frac{X_{\sigma zo}}{R_{so}} = \frac{X_{\sigma zo}}{R_{2o}} = 0{,}01315 \cdot \frac{b_s}{b_n} \cdot \frac{1}{\varrho} \cdot h^2 \qquad (3)$$

Man kann als Mittelwert für Kupfer etwa $\varrho = 0{,}02$ einsetzen. Da die Stäbe unisoliert in die Nuten eingelegt werden, so ist $b_s/b_n \approx 0{,}75 \ldots 0{,}9$. Die gesuchte Gleichstromstreuung ist $X_{go} = X_c + X_{\sigma zo}$. Da entsprechend $X_{gk} = X_c + X_{\sigma zk}$ ist, wird

$$X_{go} = X_{gk} + X_{\sigma zo} - X_{\sigma zk} \qquad (4)$$

Hier Gl. (2) und Gl. (3) eingefügt, ergibt:

$$X_{go} = X_{gk} + 0{,}01315 \cdot \frac{b_s \cdot R_{2o}}{b_n \cdot \varrho} \cdot h^2 [1 - \lambda(\alpha \cdot h)] \qquad (4a)$$

[3]) E. u. M., Wien, Bd. 26 (1908), S. 703. Arch. Elektrotechn., Bd. 2 (1913), S. 81.

b) Der Kurzschlussring ist nicht in Eisen gebettet.

In diesem Falle ist nur der in den Nuten liegende Stab der Wirkung der Stromverdrängung unterworfen; der Ringwiderstand kann als konstant angenommen werden. Es ist also: $R_{2o} = R_r + R_{so}$ und $R_{2k} = R_r + R_{sk}$. Um auch jetzt zur Ermittlung der Gleichstromstreuung X_{go} eine Regelung der Frequenz beim Kurzschlussversuch zu vermeiden, muss vom Läufer ausser der Stabhöhe bekannt sein: Nutenzahl Z_2, Eisenlänge L, mittlerer Ringdurchmesser D_r und das Verhältnis q_r/q_s von Ringquerschnitt zu Stabquerschnitt. Es lässt sich dann, wenn p die Polpaarzahl bedeutet, leicht ableiten:

$$\frac{R_{so}}{R_r} = 2\pi p^2 \frac{1}{Z_2} \frac{L}{D_r} \frac{q_r}{q_s} \qquad (5)$$

Der Quotient $R_{sk}/R_{so} = \varphi(\alpha \cdot h)$ ist in Fig. 1 dargestellt; durch Messung kann jetzt aber nur

$$\frac{R_{2k}}{R_{2o}} = \frac{R_{sk} + R_r}{R_{so} + R_r}$$

bestimmt werden. Setzt man zur Vereinfachung der Schreibweise

$$R_{so}/R_r = 1/u \qquad (5a)$$

so lässt sich $\varphi(\alpha \cdot h) = \frac{R_{2k}}{R_{2o}}(1 + u) - u$ berechnen, womit auch $\lambda(\alpha \cdot h)$ bekannt ist. Aus $R_{2o} = R_{so} + R_r = R_{so}(1 + u)$ wird R_{so} gefunden. Damit ergibt sich X_{go} aus Gl. (4a), wenn dort R_{2o} durch R_{so} ersetzt wird.

II. Der Doppelstabläufer.

Hier ist zu unterscheiden zwischen der Ausführung mit zwei getrennten Ringen und einem gemeinsamen Ring, während es ohne Einfluss auf den Rechnungsgang ist, ob der Ring in Eisen gebettet ist oder nicht. Ausser den unter I eingeführten Bezeichnungen ist:

R_{2a} Widerstand des Aussenkäfigs,
R_{2i} Widerstand des Innenkäfigs.

a) Getrennte Ringe.

Der Widerstand eines Ringanteiles wird zum Stab gerechnet und der Ring als widerstandslos angesehen. Um eine Regelung der Frequenz im Kurzschlussversuch zu vermeiden, muss das Verhältnis

$$R_{2a}/R_{2i} = w \qquad (6)$$

bekannt sein. Der durch Messung zu ermittelnde Gleichstromwiderstand ist gegeben durch die Gleichung:

$$R_{2o} = \frac{R_{2a} \cdot R_{2i}}{R_{2a} + R_{2i}}$$

woraus nach Einfügung von Gl. (6) folgt:

$$R_{2o} = R_{2a}/(w + 1) \qquad (7)$$

Aus dieser Gleichung kann R_{2a} berechnet werden, womit auch R_{2i} aus Gl. (6) gefunden wird.

Man setzt zur Vereinfachung der Schreibweise

$$X_{\sigma z o}/(R_{2a} - R_{2o}) = a \qquad (8)$$

Vom Verfasser wurden früher die Gleichungen abgeleitet (s. Fussnote 1 S. 773):

$$R_{2k} = \frac{R_{2o} + a^2 R_a}{1 + a^2} \qquad (9)$$

und

$$X_{\sigma zk} = \frac{X_{\sigma zo}}{1 + a^2} \qquad (10)$$

Aus Gl. (9) folgt

$$a = \sqrt{\frac{R_{sk} - R_{2o}}{R_{2a} - R_{2k}}} \qquad (9a)$$

Ist a bekannt, dann kann aus Gl. (8) $X_{\sigma zo}$ und aus Gl. (10) $X_{\sigma zk}$ berechnet werden. Die gesuchte gesamte Gleichstromstreuung X_{go} ergibt sich aus Gl. (4).

b) Gemeinsamer Ring für beide Käfige.

Ausser dem Verhältnis R_{2a}/R_{2i} muss jetzt noch der Quotient

$$R_{2a}/R_r = 1/y \qquad (11)$$

(oder auch R_{2i}/R_r) bekannt sein. Der Zahlenwert für y ist entsprechend Gl. (5) zu ermitteln. Sind Aussen- und Innenkäfig aus verschiedenem Material ausgeführt, so ist die rechte Seite der Gl. (5) noch mit dem Verhältnis der spezifischen Widerstände der verwandten Materialien zu erweitern.

Der Gleichstromwiderstand ist

$$R_{2o} = R_r + R_{so} = R_r + \frac{R_{2a} \cdot R_{2i}}{R_{2a} + R_{2i}}$$

und nach Einfügung von Gl. (6) und Gl. (11):

$$R_{2o} = R_{2a}\,[y + 1/(w + 1)]$$

Hieraus ist R_{2a} zu berechnen; dann ist mit y auch R_r bekannt. Ferner kann $R_{so} = R_{2a}/(w + 1)$ und $R_{sk} = R_{2k} - R_r$ ermittelt werden. Analog Gl. (9a) ist jetzt

$$a = \sqrt{\frac{R_{sk} - R_{so}}{R_{2a} - R_{sk}}}$$

Nachdem nun noch $X_{\sigma zo} = a(R_{2a} - R_{so})$ und aus Gl. (10) $X_{\sigma zk}$ berechnet ist, ergibt sich die gesamte Gleichstromstreuung X_{go} wieder aus Gl. (4).

Ist X_{go} bekannt, dann kann der Schmiegungskreis eines Stromverdrängungsmotors gezeichnet werden als Kreis über dem Durchmesser, der durch den Leerlaufpunkt — durch einen gewöhnlichen Leerlaufversuch zu bestimmen — und den ideellen Kurzschlusspunkt geht. Letzterer ist der Endpunkt des Vektors des ideellen Kurzschlußstromes $I_{ki} = U/X_{go}$, wenn U die Nennspannung ist.

Der Regelverbrauchstarif für Haushaltzwecke der Stadt Oxford.

Von *F. Aeberhard*, Langenthal.

621.317.8 : 64(42)

Der Autor betrachtet den Oxforder Regelverbrauchstarif vom schweizerischen Standpunkt aus und zeigt an Hand des Energieverkaufes in Langenthal (Einfach- und Doppeltarif), dass die Einführung eines ähnlichen Tarifes bei uns durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt und voraussichtlich mit Erfolg angewendet werden könnte.

L'auteur considère le tarif dégressif par tranches d'Oxford du point de vue suisse et montre, en se basant sur la vente d'énergie à Langenthal (tarif simple et tarif double), qu'un tarif analogue pourrait être parfaitement introduit chez nous et que son application aurait probablement du succès.

Im Bull. SEV 1936, Nr. 14, S. 398, erschien ein Aufsatz von W. Ohr, London, über die «Tariffrage in England». Der Verfasser hebt speziell die Verhältnisse in der 61 000 Einwohner zählenden Stadt Oxford hervor, in welcher seit der Einführung eines ganz einfachen, gut verständlichen und sehr billigen Regelverbrauch-Haushalttarifs der Elektrizitätsverbrauch ständig stark zunimmt.

Weil ich mich für die neuen englischen Tarifarten interessiere, habe ich die nötigen Unterlagen aus Oxford kommen lassen, um, wenn möglich, eine Vergleichsrechnung mit den Langenthaler Tarifen aufzustellen.

Der Oxforder Tarif ist ein Regelverbrauchstarif, bei welchem, je nach Grösse der Wohnung, vierteljährlich ein festgesetzter Regelverbrauch an kWh (Beleuchtung) zu einem hohen Preis und aller übriger Verbrauch zu einem ganz billigen Preis berechnet wird. Der Regelverbrauch pro Raum steigt mit der Zahl der Räume, weil in England in solchen Sachen allgemein von der Voraussetzung ausgegangen wird, dass der Inhaber einer grössern Wohnung in der Regel auch ein grösseres Einkommen hat und deshalb für die Beleuchtung etwas mehr auslegen kann. Die Tarifart berücksichtigt also in einem gewissen Grade die soziale Stellung und die sogenannte Kaufkraft des Abonnenten.

In den folgenden Zahlenangaben über Preise und Kosten der Elektrizität ist neben den englischen Werten der Preis in Franken zur Goldparität [1]) angeführt, unmittelbar in Klammern daneben der Preis in Franken zum heutigen Tageskurs [2]).

Der Aufbau des Tarifes geht aus Tabelle I hervor.

Für die Festsetzung des vierteljährlichen Regelverbrauches zum höhern Preis werden nur die eigentlichen Haupträume und die Küche angerechnet. Nebenräume, z. B. Korridor, Abort, Bad, Keller, Estrich, werden nicht eingerechnet.

Der Tarif gestattet dem Abonnenten, die Elektrizität für jeden beliebigen Zweck, zu jeder Tageszeit, ohne jede Einschränkung zu verwenden und das alles mit einem einzigen Einfachtarifzähler. Das Werk behält sich lediglich die Genehmigung des Anschlusses der grössern Apparate vor: der Abonnent muss hierfür auf einer vorgedruckten Karte eine Anmeldung schreiben. Der Elektrizitätsbezug für Beleuchtung, Kleinapparate, Kochherd, Heisswasserspeicher usw. ohne jede zeitliche Einschränkung und durch einen einzigen Einfachtarif-Zähler bedeutet für den Abonnenten sicher eine ideale Lösung. Auch für das Werk bietet diese Verkaufsart Vorteile; nur muss man einen Weg finden, den bisherigen, oft recht grossen Unterschied zwischen Tages- und Nachtpreis zu mildern. Vielerorts ist ja das «Nachttal» längst ausgefüllt und hat einem «Tagestal» Platz gemacht, z. B. auch in Langenthal, wo die Nachtbelastung ca. 50 ... 55 % grösser ist als die Tagesbelastung.

In Oxford hat kein Heisswasserspeicher eine Sperruhr. Der Speicher wird durch einen Thermostaten gesteuert; der Abonnent muss also nicht den nächsten Tag abwarten, um

[1]) 1 d = 10 Rp.

[2]) 1 d = 8,9 Rp.