Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 57 (1966)

Heft: 9

Artikel: Störungen von Netzkommandoanlagen durch Asynchronmotoren

Autor: Biefer, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916591

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: 14.12.2025

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Störungen von Netzkommandoanlagen durch Asynchronmotoren

Von *H. Biefer*, Burgdorf

621.398 : 621.316 : 621.391.823

1. Einleitung

Zahlreiche Elektrizitätswerke (EW) des In- und Auslandes haben Netzkommandoanlagen (Rundsteueranlagen) eingerichtet, die für die Führung des EW-Betriebes viele technische und wirtschaftliche Vorteile bieten. An dieser Stelle kann auf den Aufbau und die Eigenschaften der Netzkommandoanlagen nicht eingetreten werden. Es sei auf die in der letzten Zeit im Bulletin des SEV erschienenen Aufsätze verwiesen [1][1].

In den letzten Jahren ist hin und wieder beobachtet worden, dass hochlaufende oder in Betrieb stehende Asynchronomotoren die Netzkommandoempfänger zum Ansprechen bringen und dadurch Fehlschaltungen auslösen können. Verursacht werden diese Fehlanläufe durch Ströme höherer Frequenz, die von den Motoren verursacht werden. Von den betroffenen Elektrizitätswerken ist angeregt worden, diese Erscheinungen zu untersuchen und nach Abhilfemöglichkeiten zu suchen.

In der Publ. 3009, 1962 des SEV, Regeln für elektrische Maschinen, ist unter Ziff. 13.3.2. auch bereits der Hinweis enthalten:

«Der Oberwellengehalt des Stromes von Induktionsmaschinen kann auf Netze unzulässige Rückwirkungen haben. Festlegungen über die zulässigen Werte sind in Vorbereitung».

Im Jahre 1962 ist eine Arbeitsgruppe, Tonfrequente Störungen durch Motoren, des Fachkollegiums 2, Elektrische Maschinen, des CES [2]) gebildet worden, mit dem Auftrag, der Ursache dieser Störungen nachzugehen und höchstzulässige Werte der Oberströme festzulegen. Die Arbeitsgruppe hat ihre Arbeiten vor kurzem abgeschlossen und einen Text zur erwähnten Ziff. 13.3.2 redigiert, der auf Seite 441 dieses Heftes als Bestandteil der Änderungen und Ergänzungen zur 2. Auflage der Regeln für elektrische Maschinen zwecks Stellungnahme der Mitglieder veröffentlicht wird.

2. Grundlagen

Die Wicklungen von Asynchronmotoren sind in Nuten verlegt; dies hat bei Drehung des Rotors Schwankungen der Motorimpedanz zur Folge und es überlagern sich dem Motorstrom von Netzfrequenz Ströme höherer Frequenz. Die höherfrequenten Ströme hängen einerseits von der Dimensionierung der Motoren bezüglich Nutenzahl, Nutenschrägung, Spulensehnung usw., anderseits von der Art des Betriebes, insbesondere vom Schlupf ab. *Oberretl* [2] hat die Zusammenhänge untersucht und auch festgestellt, wie Motoren hinsichtlich der höherfrequenten Ströme am günstigsten dimensioniert werden können.

Der ungünstigste Fall der Störung einer Netzkommandoanlage durch Asynchronmotoren tritt dann auf, wenn der Motor am Ende einer längeren Freileitung angeschlossen ist, und sich zudem der Netzkommandoempfänger am Ende der Leitung oder in seiner Nähe befindet. Dieser Fall ist in Fig. 1 dargestellt. Um übersichtlich zu bleiben, ist weiter angenommen, die an der Niederspannungs-Sammelschiene gemessene, von der Verbraucherseite her betrachtete Impedanz sei klein, viel kleiner jedenfalls als die Impedanz der Freileitung. Bei dieser kommt es im hier interessierenden Frequenzbereich zwischen etwa 400 und 2000 Hz fast ausschliesslich auf ihre Betriebsinduktivität L an.

Der vom Asynchronmotor verursachte höherfrequente Strom I_f erzeugt längs jedes Polleiters der Freileitung den Spannungsabfall

$$U_f = \omega L\, I_f \tag{1}$$

Diese Spannung liegt nun auch an den Klemmen des Netzkommandoempfängers, der auf eine Ansprechspannung U_a von meistens 1...2 V dimensioniert ist. Um Störungen auszuschliessen, muss die störende Spannung U_f kleiner als die Ansprechspannung U_a sein:

$$U_f < U_a \tag{2}$$

Es interessiert nun der auf den Nennstrom I_n des Motors bezogene Störstrom, der mit der Nennscheinleistung S_n und der Nennspannung U_n wie folgt zusammenhängt:

$$S_n = \sqrt{3} \cdot U_n\, I_n \tag{3}$$

Die Kombination der Gleichungen (1)...(3) ergibt die Bedingung:

$$\frac{I_f}{I_n} < \sqrt{3}\, \frac{U_a\, U_n}{S_n\, \omega L} \tag{4}$$

3. Praktische Werte

Für die Praxis kann bei Freileitungen mit einer Betriebsinduktivität von 1,05 mH pro km Leitungslänge gerechnet werden. Nimmt man als grösste verwendete Leitungslänge 2 km an und setzt ferner $U_a = 380$ V ein, dann entsteht die Gleichung:

$$\frac{I_f}{I_n} < \sqrt{3}\, \frac{U_a \cdot 380\ \text{V}}{S_n \cdot 2\pi f \cdot 2{,}1\ \text{mH}} \tag{5}$$

[1]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.
[2]) Comité Electrotechnique Suisse.

123-124

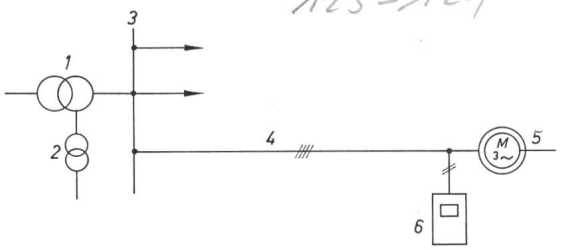

Fig. 1
Prinzipschaltbild einer Niederspannungs-Verteilung
1 Netztransformator; *2* Tonfrequenz-Einspeisetransformator; *3* Niederspannungs-Sammelschiene; *4* Niederspannungs-Freileitung; *5* störender Asynchronmotor; *6* Netzkommando-Empfänger

Dieser Zusammenhang kann auch in Form der folgenden Zahlenwertgleichung geschrieben werden:

$$\frac{I_f}{I_n} < 50 \frac{U_a}{S_n f} \qquad (6)$$

U_a in V; S_n in kVA; f in Hz

Für eine Frequenz von $f = 1000$ Hz und eine Ansprechspannung von $U_a = 2$ V ergibt sich z.B. für einen 10-kVA-Motor:

$$\frac{I_f}{I_n} < 50 \frac{2}{10 \cdot 1000} = 1\,\%$$

Um einen Netzkommandoempfänger, der bei $f = 1000$ Hz anspricht, nicht zu stören, darf also der Motor einen 1000-Hz-Strom von höchstens 1 % des Nennstromes verursachen.

In Fig. 2 ist die Beziehung (6) für den Fall $U_a = 2$ V graphisch dargestellt; bei Verwendung der doppelt-logarithmischen Teilung ergeben sich Geraden, bei denen die Scheinleistung S_n als Parameter gewählt ist. Das berechnete Beispiel ist durch den Punkt *P* wiedergegeben.

Motoren mit einer Scheinleistung von über 10 kVA können mit Rücksicht auf den 50-Hz-Spannungsabfall nicht ohne weiteres an 2 km langen Freileitungen angeschlossen werden, sondern es ist die Leitungslänge umso kürzer zu halten, je grösser die Leistung ist. Das Produkt $S_n L$ ist daher annähernd konstant und es entsteht für Scheinleistungen über 10 kVA die Beziehung:

$$\frac{I_f}{I_n} < 5 \frac{U_a}{f} \qquad (7)$$

U_a in V; f in Hz

Sie ist in Fig. 2 durch die durch *P* gehende Gerade dargestellt, die daher mit «10...60 kVA» beschriftet werden kann. Störungen durch Motoren von über 60 kVA Scheinleistung (über etwa 50 kW Wirkleistung) sind praktisch keine bekannt geworden, weshalb der Leistungsbereich hier abgebrochen werden kann. Im übrigen dürfte es auch schwierig sein, bei Motoren über 60 kVA Massnahmen zur Verminderung höherfrequenter Ströme zu treffen, da dies im allgemeinen mit einer Wirkungsgrad-Verschlechterung verbunden ist.

Im Aufsatz *Oberretl* [2] ist beschrieben, wie die höherfrequenten Ströme gemessen werden können. Das klassische Verfahren ist das mit einem Frequenzanalysator oder «Wave Analyzer», der den Spannungsabfall an einem induktionsarmen Shunt in einer der Motorzuleitungen analysiert. Aus Gründen der Messbereich-Anpassung und der Potentialtrennung wird der Shunt meistens über einen Stromwandler gespeist. Eine weniger bekannte, aber elegante Methode zur Bestimmung der höherfrequenten Ströme besteht darin, dass

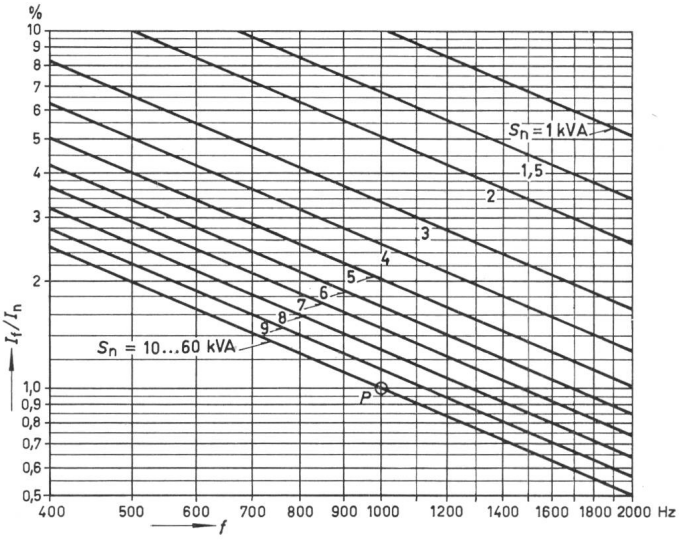

Fig. 2
Graphische Darstellung der Gl. (6) und (7) für den Fall $U_a = 2$ V
P Berechnungsbeispiel im Text

man mit einer Impedanz-Messbrücke die Induktivität zwischen zwei Anschlussklemmen des stillstehenden Motors für verschiedene, eng benachbarte Rotorstellungen misst. Die relative Induktivitätsänderung ist ein Mass für den höherfrequenten Strom.

4. Bemerkungen zum veröffentlichten Vorschlag

Die Arbeitsgruppe «Tonfrequente Störungen durch Motoren» war sich im klaren, dass es den Motorherstellern auch beim besten Willen nicht immer möglich sein wird, die empfohlenen oberen Grenzwerte für höherfrequente Ströme einzuhalten. Sie ist dieser Tatsache dadurch gerecht geworden, dass einerseits für die Ansprechspannung U_a der relativ hohe Wert von 2 V gewählt wurde, anderseits ist ausdrücklich gesagt, die Grenzwerte seien «anzustreben». Es ist damit den lokalen EW-Behörden überlassen, ob sie die Bedingungen für ihren Bereich verschärfen wollen. — Die im Vorschlag veröffentlichten Kurven sind bei 1 % und bei 6 % abgeschnitten. Der Schnitt bei 1 % drängt sich deshalb auf, weil Werte unter 1 % mit vernünftigem Aufwand kaum erreicht werden können. Ohne wesentliche Schwierigkeiten dürfte aber die 6 %-Grenze eingehalten werden können.

Literatur

[1a] Erfahrungen mit Netzkommandoanlagen. Bericht über die 29. Diskussionsversammlung des VSE vom 13. Mai 1965 in Zürich und vom 9. Juni 1965 in Lausanne. Bull. SEV, 56(1965)22, S. 1001...1009, und Nr. 23, S. 1049...1054.

[1b] *M. A. Strehler:* Experiences d'exploitation avec une installation de télécommande. Bull. SEV 56(1965)24, S. 1091...1095.

[1c] *E. Erb:* Netzkommando-Anlage des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich. Bull. SEV 57(1966)2, S. 75...82.

[1d] *U. Meyer:* Erfahrungen mit Netzkommandoanlagen. Bull. SEV 57(1966)3, S. 125...131.

[1e] *H. Mühlethaler:* Einsatz von Netzkommandoanlagen in einem ausgedehnten Überlandnetz. Bull. SEV 57(1966)4, S. 161...165.

[2] *K. Oberretl:* Störungen in Netzkommandoanlagen durch Oberströme von Asynchron-Motoren. Bull. SEV 56(1965)12, S. 453...463.

Adresse des Autors:
Hans Biefer, dipl. Elektroingenieur, Pestalozzistrasse 37, 3400 Burgdorf.