Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 71 (1980)

Heft: 2

Artikel: Beitrag zur Beeinflussung durch Oberschwingungsströme

Autor: Feist, K.-H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905209

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: 17.07.2025

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

B. Beeinflussung von Energieversorgungsanlagen

Beitrag zur Beeinflussung durch Oberschwingungsströme

Von K.-H. Feist

1. Allgemeines

Die Beeinflussung durch Oberschwingungsströme interessiert, ausser bei elektrischen Bahnen, bei der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung und bei Drehstromfreileitungen höherer Nennspannung. Nachdem Messungen in den vergangenen Jahren für die Beeinflussung durch Bahnen wesentlich niedrigere Geräuschspannungen ergeben haben als die herkömmlichen Berechnungen, interessiert festzustellen, unter welchen Voraussetzungen die in den CCITT-Leitsätzen angegebenen Verfahren, vor allem bei den übrigen Anwendungsgebieten, noch gelten.

2. Verhältnisse am beeinflussenden Leiter

Dämpfungs- und Winkelmass des induzierenden Stromes werden in den Leitsätzen des CCITT nicht berücksichtigt. Wie man ausrechnen kann, spielen aber bei Frequenzen in der Grössenordnung von 800 Hz, z.B. bei 600 Hz und 1200 Hz, für Näherungen von wenigen Kilometern Länge Dämpfungs- und Winkelmass der Stromkomponenten noch eine untergeordnete Rolle.

3. Zwischenmedium

Hier interessierte, welchen Einfluss die Verlegungstiefe eines beeinflussten Leiters hat. Aus den in den Leitsätzen des CCITT angegebenen Formeln [1; 2] ergibt sich aber folgendes: Bedeckt man einen an der Oberfläche von Erdreich mit 200 Ωm spezifischem Widerstand liegenden beeinflussten Leiter mit einer 1 m hohen Erdschicht gleichen spezifischen Widerstandes, so verringert sich infolge der Reduktionswirkung dieser Schicht die induzierte Längsspannung nur um wenige Promille (Fig. 1).

4. Kapazitive Erdfühligkeit der beeinflussten Kabeladern

Nur ein Teil der induzierten Längsspannung, die von den einzelnen Frequenzen des induzierenden Stromes im beeinflussten Leiter erzeugt wird, ist als Spannung gegen Erde wirksam. Es liegt hier ein Problem vor, welches demjenigen bei der Beeinflussung erdfühliger Rohrleitungen ähnlich ist, wobei jedoch bei einem beeinflussten Kabel die Erdfühligkeit vorwiegend kapazitiv ist. Man kann eine charakteristische Länge

$L_K = \frac{1}{|\gamma| \cdot \cos\varphi_\gamma}$ definieren,

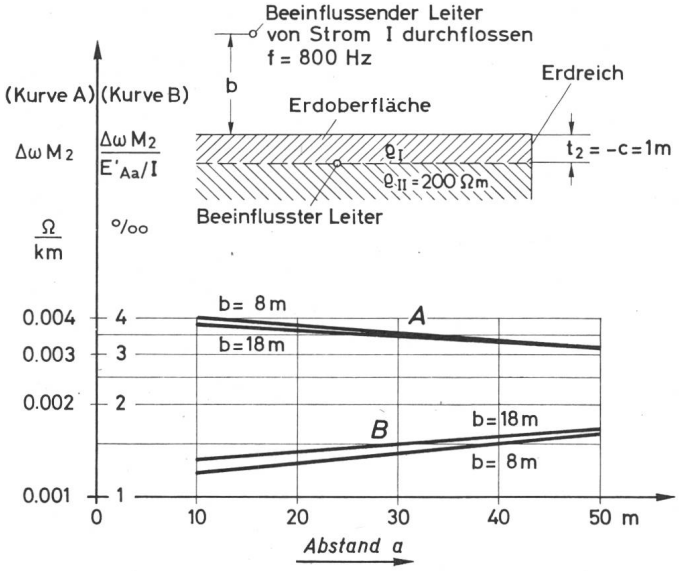

Fig. 1 Kopplungsimpedanzbelags-Vergrösserung

Kurve A:

Kopplungsimpedanzbelags-Vergrösserung $\Delta\omega M_2$ bei Vergrösserung des spezifischen Widerstandes ϱ_I von 200 Ohm · m auf $\varrho_I \rightarrow \infty$

Kurve B:

Verhältnis der Kopplungsimpedanzbelags-Vergrösserung $\Delta\omega M_2$ zum Kopplungsimpedanzbelag

$\frac{E'_{Aa}}{I}$ bei $\varrho_I \rightarrow \infty$

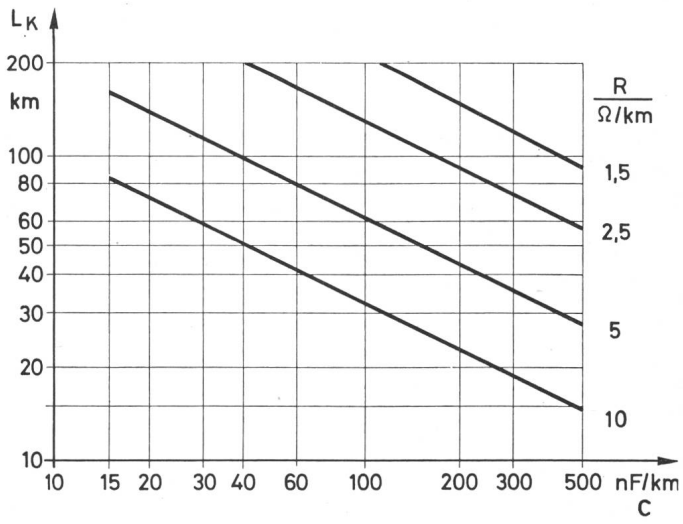

Fig. 2 Charakteristische Länge eines beeinflussten Kabels

L_K Charakteristische Länge
C Kapazitätsbelag
R Wirkwiderstandsbelag

Voraussetzungen:

1. Ader-Erd-Spannung aller Adern für denselben Kabelquerschnitt gleich
2. Frequenz der induzierten Spannungen 800 Hz
3. $\omega L \approx 12$ Ohm/km für 800 Hz

worin $\gamma = \sqrt{(R + j\omega L) \cdot (G + j\omega C)}$

das Übertragungsmass der beeinflussten Kabeladern,

R deren Wirkwiderstandsbelag,
L deren Blindwiderstandsbelag,
G deren Ableitungsbelag,
C deren Erdkapazitätsbelag
} bei Parallelschaltung

und

φ_γ der Winkel der komplexen Grösse γ ist.

Für die Frequenzen 600 und 1200 Hz sind allerdings die charakteristischen Längen sehr gross. Man erhält für Beeinflussungslängen von wenigen Kilometern an einem Ende der Näherung hier noch eine Spannung gegen Erde, die zwischen der Hälfte und dem vollen Wert der induzierten Längsspannung liegt (Fig. 2).

Literatur

[1] CCITT: Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electricity lines. ITU, Genf, 1963, Formel (10 [S_S]), S. 132.
[2] wie [1], jedoch Formel (10 [A_S]), S. 132.

Adresse des Autors

K.-H. Feist, Dr.-Ing., Siemens AG, Bereich Energieversorgung, Postfach 3240, D-8520 Erlangen 2.

Rückwirkungen in Energieversorgungsanlagen durch grosse Verbraucher mit Stromrichterantrieb

Von H. Kümmerly

1. Allgemeines

In den letzten Jahren wurden Stromrichter infolge sinkender Preise und höherer Strombelastbarkeit immer häufiger für den Antrieb von grossen Maschinen eingesetzt. Da dieser Trend anhalten wird, dürften in unsern Hoch- und Niederspannungsnetzen die Rückwirkungen noch zunehmen. Leider werden insbesondere im Werkzeugmaschinenbau, offenbar aus Preisgründen, noch oft 2pulsige Geräte mit Leistungen von mehreren Kilovoltampere eingesetzt. Da in Gewerbe- und Industriebetrieben solche Anlagen meist ohne Wissen der Werke angeschafft werden, stören solche Betriebe, abgesehen von der Beeinträchtigung der eigenen Anlagen, dann oft andere Abnehmer. Insbesondere bei grossen Verbrauchern mit Anschnittsteuerung, die in der Regel über längere Zeit im Betrieb stehen, ist die Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten besonders wichtig. Zu hohe Oberschwingungspegel beeinträchtigen aber nicht nur gewisse Anlageteile der Abnehmer, sie belasten auch Maschinen, Transformatoren und Verteilnetze und verursachen dort unnötige Verluste. Ein optimaler Betrieb von Stromversorgungsanlagen wird in Zukunft nur möglich sein, wenn periodische Netzmessungen durchgeführt werden. Es interessieren insbesondere die Gesamtbelastung, der Anteil der Blindenergie und die Oberschwingungspegel, wobei am aussagekräftigsten die Mittelwerte über 15 Minuten wären. Die routinemässige Messung der Oberschwingungspegel ermöglicht das Erkennen und Orten von Störern, bevor die Pegel ein untragbares Mass angenommen haben. Insbesondere in mittleren und grösseren Elektrizitätswerken der Schweiz ist die Präventivwirkung solcher Messungen erkannt worden. Sie werden in zunehmendem Masse durchgeführt. Eine durch den VSE organisierte gesamtschweizerische Auswertung der Messresultate ergibt zudem wertvolle Hinweise über den derzeitigen Zustand unserer Netze.

Für anschnittgesteuerte Anlagen mit einer Leistung über etwa 6 kVA werden heute im allgemeinen mindestens 6pulsige Schaltungen verlangt. Bei 6pulsigen Schaltungen werden die Oberschwingungen der Ordnungszahl 2–4 und zudem alle durch 3 teilbaren unterdrückt. Bei 12pulsigen Schaltungen werden alle Oberschwingungen mit der Ordnungszahl 2–10 sowie wiederum alle durch 3 teilbaren unterdrückt. Man hat es somit in der Hand, durch Wahl der entsprechenden Schaltung die Entstehung der Oberschwingungen stark einzudämmen.

2. Messtechnik

Damit Messungen von verschiedenen Stellen miteinander verglichen werden können, sind einige Punkte zu beachten. Unter anderem sollten die charakteristischen Merkmale der Messgeräte nicht allzuweit voneinander abweichen. Ebenso haben die Auswertungen nach besonderen Kriterien zu erfolgen. Überblick und Aussagekraft von Messungen werden wesentlich aufgewertet, wenn gleichzeitig vier verschiedene Frequenzen aufgezeichnet werden. Als günstigste Kombination erachte ich die Frequenzen 200, 250, 350 sowie 550 oder 1150 Hz. Prinzipiell kann die Spannung oder der Strom gemessen werden. Spannungsmessungen erlauben eine Beurteilung der örtlichen Situation und genügen für Routinemessungen. Die Messung ist problemlos und erfolgt praktisch immer zwischen einem geerdeten Null- oder Mittelleiter und einer Phase. Da die Anteile der Oberschwingungspegel im Verhältnis zur Grundschwingung klein sind, ergeben sich auch bei Messungen mit Wandlern keine weiteren Probleme.

Ist ein Störer zu orten oder sind Grundlagenmessungen an bestimmten Geräten oder Anlagen durchzuführen, so ist die Messung der Ströme nicht zu umgehen. Mit einigen Hilfsmitteln sind jedoch auch diese mit einfachen Pegelmessgeräten zu erfassen. Um eine Potentialtrennung und kleinere Stromwerte zu erreichen, verwendet man einen normalen Stromwandler der Klasse 0,5. Da die Oberschwingungsstrompegel im Verhältnis zum Strom der Grundwelle oft recht hoch sind, muss darauf geachtet werden, dass der Wandler auf keinen Fall mit mehr als 50 % seiner Nennbürde belastet wird, da diese sonst in die magnetische Sättigung gerät und dadurch unreelle Sekundärwerte abgibt. Als erprobte Lösung dient hier ein weiterer qualitativ guter Stromwandler der Klasse 0,5 mit einem Übersetzungsverhältnis von 5/1 A und etwa 5 VA Nennbürde. Diesen Wandler kann man direkt mit einem Shunt von maximal 2,5 Ω abschliessen, was bei Nennstrom einen Spannungsabfall von 2,5 V ergibt. Diese Anordnung erlaubt eine