Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 62 (1971)

Heft: 1

Artikel: Beeinflussung von Eisenbahnsicherungsanlagen schweizerischer Bauart durch Stromrichtertraktion

Autor: Hofstetter, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915794

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: 09.07.2025

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

Beeinflussung von Eisenbahnsicherungsanlagen schweizerischer Bauart durch Stromrichtertraktion

Beitrag zu der Diskussionstagung des SEV vom 3./4. November 1970 in Zürich,

von *E. Hofstetter*, Wallisellen

621.314.632.049:621.335

1. Vorbemerkungen

Die Eisenbahnsicherungsanlagen in der Schweiz weisen gewisse Eigenschaften auf, die im Ausland selten anzutreffen sind. Diese Besonderheiten, die mindestens teilweise mit der frühen Elektrifikation der Schweizer Bahnen mit 16⅔ Hz zusammenhängen, äussern sich auch im Störverhalten der Anlagen bei Stromrichtertraktion.

Die Erfahrungswerte über Störbeeinflussungen, über die berichtet werden kann, sind vorwiegend bei Anlagen der BLS (Bern-Lötschberg-Simplon) gewonnen worden, wobei nicht nur eine Thyristor-Lokomotive bei Versuchsfahrten, sondern auch mehrere Gleichrichtermaschinen im normalen Betrieb als Störungsquellen beurteilt werden konnten.

2. Charakterisierung der Störungsquelle

Thyristorfahrzeuge werden nach verschiedenen Schaltungen und demnach auch mit verschiedenem Oberwellengehalt im Fahrleitungsstrom gebaut. Um einen Vergleich mit andern Resultaten zuzulassen, ist es daher unerlässlich, die Störungsquelle in dieser Beziehung zu charakterisieren. Ein entsprechender Versuch wurde gemäss Fig. 1 unternommen, indem der relative Oberwellengehalt (nur ungerade Oberwellen bei ungestörter Maschine) bezogen auf die Grundwelle für die BLS-Thyristor-Maschine bei ungünstiger Aussteuerung und für die Gleichrichterlokomotiven in Funktion der Oberwellen-Ordnungszahl aufgezeichnet wurde. Zur Vervollständigung dieser Angabe muss beigefügt werden, dass der Stundenleistungsstrom im Fahrdraht für beide Lokomotiven ungefähr 350 A beträgt.

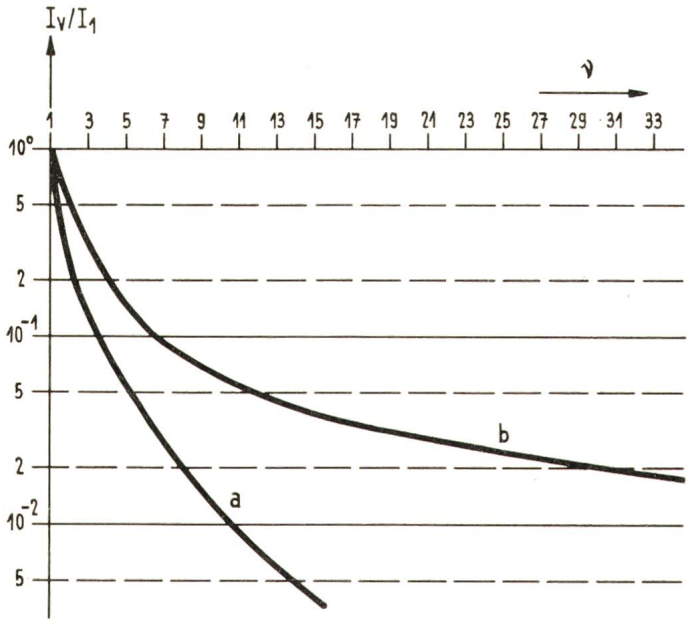

Fig. 1
Relativer Oberwellengehalt des Fahrdrahtstromes
a bei Gleichrichtertraktion; *b* bei Thyristortraktion
I_1 Grundwelle; I_ν Oberwelle; ν Ordnungszahl der Oberwelle

Als wesentlicher Inhalt von Fig. 1 kann festgehalten werden, dass im Frequenzbereich der Gleisstromkreise von 100 bis 150 Hz der Oberwellenstrom bei Gleichrichtertraktion nur um den Faktor 3 bis 5 kleiner ist als bei Thyristortraktion, dass aber die höheren Oberwellen bei der Thyristormaschine viel stärker zur Geltung kommen. Im Durchschnittsbetrieb ist der genannte Faktor sogar noch kleiner, weil die Angabe nach Fig. 1 für den ungünstigsten Aussteuerungsgrad der Thyristormaschine gilt.

3. Spannungsabhängige Störungserscheinungen

Oberwellen der Traktion können die Sicherungsanlagen über zwei Wege beeinflussen: In Abhängigkeit von der Traktionsspannung, da das Traktionsnetz als Energiequelle für die Anlagen dient, und in Abhängigkeit von Fahr- und Rückleitungsströmen, welche über induktive Vorgänge, teilweise mit galvanischer Verbindung verschiedene Anlageteile stören können.

Da das 16⅔-Hz-Traktionsnetz vom allgemeinen 50-Hz-Netz praktisch unabhängig ist, sind gleichzeitige Ausfälle beider Netze höchst unwahrscheinlich. Indem die Sicherungsanlagen umschaltbar für den Energiebezug aus dem Traktionsnetz oder aus dem Ortsnetz gebaut werden, erreicht man auf einfache und betriebssichere Art eine Dauerstromversorgung ohne aufwendige Notstromgeneratoren.

Zum Teil werden Verbraucher der Sicherungsanlage wie Lichtsignale oder Weichenantriebe über Transformatoren direkt an das Traktionsnetz angeschlossen. Für andere Teile ist ein Umformer mit Energiespeicher zwischen Netz und Verbraucher geschaltet, nämlich Ladegeräte mit Akkumulatorenbatterien, oder in neueren, grösseren Anlagen rotierende Umformer mit 50-Hz-Drehstromausgang. Es liegt in der Natur dieser Umformer mit Energiespeicher, dass sie als wirkungsvolle Oberwellenfilter funktionieren, so dass der daran angeschlossene Teil der Sicherungsanlage die Oberwellen des Traktionsnetzes nicht zu spüren bekommt. Eine bis dahin nicht untersuchte Frage besteht jedoch darin, ob die beteiligten Umformer mit den zugehörigen Steuer- und Regelapparaturen bei hohem Oberwellengehalt des Traktionsnetzes noch richtig arbeiten. Wenn eine einzige Thyristorlokomotive auf eine Netzspannungs-Kurvenform nach Fig. 2 führt, so sind Bedenken sicher anzumelden für den Fall, dass eine ganze Flotte derartiger Fahrzeuge verkehren sollte.

Direkt an das Traktionsnetz angeschlossene Verbraucher wie Lichtsignale oder Weichenantriebe dürften in ihrer Funktion nur bei ganz extremem Oberwellengehalt der Spannung gestört werden. Dieser Direktanschluss kann aber für das Nebensprechen in den Kabeln zu Störungen an andern Teilen der Sicherungsanlage führen. Die Verbindung zwischen

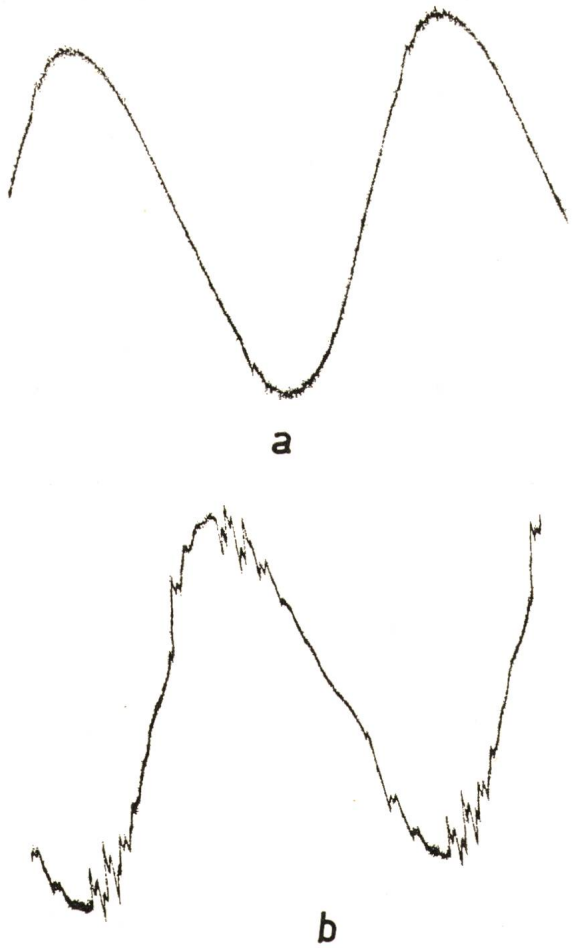

Fig. 2
Fahrdraht-Spannung
a bei Gleichrichtertraktion
b bei Thyristortraktion

der Energiequelle im Relaisraum und den Verbrauchern in der Aussenanlage wird über ein Stellwerkkabel vermittelt, mit heute üblichen Maximaldistanzen in der Grössenordnung von 5 km. Aus praktischen Gründen werden durch das gleiche, vieladrige Kabel Verbraucher sehr unterschiedlicher Leistung bedient, beispielsweise Weichenantriebe mit 220 V, 5 A, Signallampen mit 40 V, 0,5 A oder Rückmelde- und Empfangsrelais mit weniger als 1 VA.

Das Stellwerkkabel mit Lagenaufbau hat keine verdrillten Adern, was eine recht kleine Nebensprechdämpfung ergibt. Unter ungünstigen Umständen wurde bei einem 1 km langen Abschnitt die Nebensprechdämpfung gemessen mit 6,2 Np bei 50 Hz und nur 2,3 Np bei 5000 Hz. Dieses Stellwerkkabel wurde seinerzeit für die Anwendung bei Gleichstrom, 16⅔-Hz- oder 50-Hz-Wechselstrom vorgesehen, was bei sinusförmigen Spannungen keine Nebensprechprobleme aufwarf. Die grossen Leistungsunterschiede im gleichen Kabel, zusammen mit dem zunehmenden Oberwellenanteil der Traktionsspannung machen bei den schlechten Nebensprecheigenschaften Fehlbeeinflussungen auf leistungsschwache Rückmeldeempfänger sehr wahrscheinlich. Wohl sind die Sicherheitsstromkreise derart aufgebaut, dass Fremdspannungen auf die sichere Seite hin entdeckt werden, indem an sich erlaubte Betriebsvorgänge verhindert werden. Diese Störungsauswertung ist aber betriebshemmend und daher in hohem Grade unerwünscht.

Lässt sich die Oberwellen-Störungsursache nicht an ihrer Quelle beseitigen, so erlaubt die Beschreibung der spannungsabhängigen Störungsvorgänge auch Hinweise über Schutzmassnahmen auf der Seite der Sicherungsanlagen, nämlich:

a) Dimensionierung der energiespeichernden Umformer für einen zukünftigen, genau zu definierenden Oberwellengehalt der Traktionsspannung.

b) Anschluss aller Verbraucher der Stellwerkanlage an einen energiespeichernden, oberwellendämpfenden Umformer.

c) Verwendung von Kabeln mit grösserer Nebensprechdämpfung (verdrillte Adern).

4. Stromabhängige Störungserscheinungen

Die bisher erwähnten, spannungsabhängigen Störungserscheinungen treten an genau bekannten Stellen in die Sicherungsanlage ein, nämlich an den Anschlusspunkten der Stromversorgungsanlage an das Fahrleitungsnetz. Im Gegensatz dazu ist der Einflussbereich für die stromabhängigen Störungen, welche sich vorwiegend als induzierte Spannungen äussern, viel breiter und weniger genau definiert, indem überall dort, wo Fahrleitungs- oder Rückströme fliessen, auch induzierte Spannungen auftreten. Es ist daher unwahrscheinlich, dass bereits auf Grund der bisherigen Erfahrungen alle möglichen Störungsphänomene eines umfassenden Thyristorbetriebes überblickt werden können.

Als empfindlichster Teil der Sicherungsanlage für stromabhängige Störungen kann aber jedenfalls der Gleisstromkreis bezeichnet werden. Der Grund dafür liegt darin,

— dass das Gleis einen grossen Teil des Traktionsrückstromes führen muss, und
— dass der isolierte Gleisabschnitt eine ausgedehnte Empfangsschleife für magnetische Wechselflüsse darstellt.

Der in der Schweiz am häufigsten anzutreffende Typ des Gleisstromkreises besteht aus einem einschienig isolierten Gleisabschnitt, einer zentralen 12-V-Batterie als Energiequelle für eine grosse Zahl von Gleisstromkreisen mit individuellen Vorwiderständen und Empfangsrelais (Fig. 3). Diese einfache Ruhestromschaltung ist kaum gegen Oberwellen der Traktion anfällig, da die Impedanz der Relaisspule mit zunehmender Frequenz steigt, und da bei Bedarf eine Drosselspule in Serie zur Relaisspule geschaltet wird. Folgende Nachteile dieses einfachen Stromkreises haben jedoch nach anderen Lösungen gerufen:

a) Der Traktions-Rückstrom fliesst nur durch eine Schiene, was infolge des Spannungsabfalles an der stromführenden Schiene zu beträchtlichen und gefährlichen Spannungen zwischen isolierter und geerdeter Schiene führen muss.

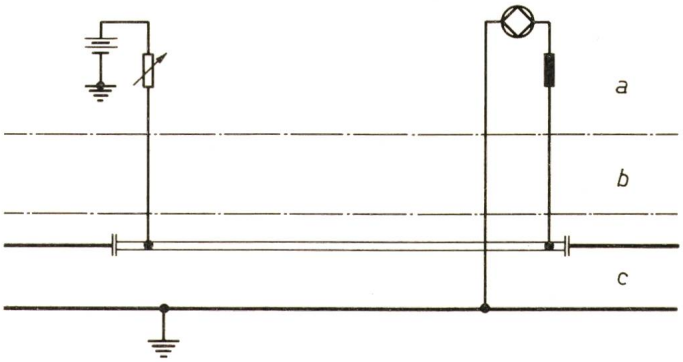

Fig. 3
Gleisstromkreise mit individuellem Vorwiderstand und Empfangsrelais
a Relaisraum; *b* Kabel; *c* Gleis

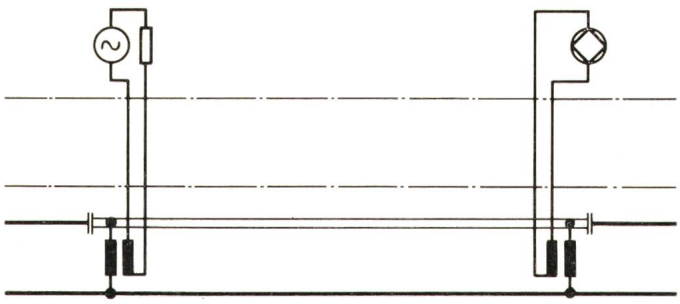

Fig. 4
Einschienig isolierter Wechselstromkreis

b) Es besteht keine galvanische Trennung zwischen Gleis und Relaisraum. Bei einem Fahrleitungsschluss auf die isolierte Schiene oder bei mangelhaften Rückleitungsverbindern werden gefährlich hohe Spannungen in den Relaisraum geleitet.

c) Der Aderwiderstand zwischen Relaisraum und Gleis ist auf kleine Widerstandwerte begrenzt.

d) Eine Fremdbeeinflussung gegen die Sicherheit ist in der Nähe von Gleichstrombahnen nicht ausgeschlossen.

Einige dieser Nachteile werden bei einschienig isolierten Wechselstrom-Gleisstromkreisen vermieden (Fig. 4). Als Sender dient hier eine Wechselspannungsquelle, als Empfänger werden Wechselspannungsrelais verwendet. Transformatoren am Gleis sorgen für eine galvanische Trennung gegen das Kabel und den Relaisraum und erlauben eine Impedanzanpassung zur Erreichung höherer Kabelwiderstände.

Die bei Wechselstromkreisen zur Gleisfreimeldung dienende Nutzsignalspannung muss sich eindeutig von der durch Traktionseinflüsse hervorgerufenen, allfälligen Störspannung unterscheiden, damit keine gegen die Sicherheit wirkende Freimeldung eines belegten Abschnittes erfolgen kann. Eine Unterscheidung der Nutzsignalspannung des Gleisstromkreises gegen die Störspannungen der Traktion durch die Frequenz allein kann diesen Wunsch auch bei fehlersicheren Filtern auf der Empfangsseite nur in beschränktem Mass erfüllen, weil die Frequenz des 16⅔-Hz-Traktionsnetzes nicht stabil ist. Dies führt dazu, dass die Oberwellen der Traktion nicht mit genau definierten Frequenzen, sondern in ganzen Frequenzbändern auftreten. Ferner muss man bei Stromrichtertraktion damit rechnen, dass bei Störungen auf dem Triebfahrzeug nicht nur die ungeraden, sondern auch die geraden Oberwellen entstehen können. Die Lücken zwischen möglichen Oberwellenfrequenzen, in welche die Nutzsignalfrequenz der Gleisstromkreise eingeordnet werden kann, werden damit sehr eng, wenn nicht ganz geschlossen.

Dieses Problem wurde bei der Entwicklung des in der Schweiz heute auf rund 1000 Gleisabschnitten betriebenen 125-Hz-Gleisstromkreises schon vor 10 Jahren erkannt und berücksichtigt, als von Thyristortraktion noch kaum die Rede war. Anstelle einer Dauer-Wechselspannung wird bei diesem System gemäss Fig. 5 eine impulsmodulierte Wechselspannung U_G als Nutzsignal gesendet. Der Signalgenerator liefert neben dieser Gleisspannung U_G auch eine Hilfsspannung U_H, für welche gegenüber U_G Impulse und Pausen vertauscht sind. Dem Empfänger werden einerseits die Gleisspannung U_G über den isolierten Gleisabschnitt und andererseits die Hilfsspannung U_H über besondere Adern zugeführt. Dieser Empfänger ist derart gebaut, dass er den Gleisabschnitt dann und nur dann frei meldet,

— wenn während der Pausen der Hilfsspannung U_H die Gleisspannung U_G am Isolierabschnitt mit genügender Amplitude vorhanden ist, und

— wenn während des Impulses der Hilfsspannung U_H die Gleisspannung verschwindet.

Da es sehr unwahrscheinlich ist, dass eine Störspannung auftritt, welche das Gleissignal U_G mit gleichem Impuls-Pausen-Verhältnis synchron nachahmt, wird durch die getroffene Massnahme ein hoher Grad von Fehlersicherheit erreicht. Da aber zu grosse Störspannungen die Pause des Nutzsignales U_G teilweise oder ganz ausfüllen können, wird dann der Abschnitt fälschlicherweise bei freiem Gleis als belegt gemeldet. Diese Meldung erfolgt wohl im Sinne der Sicherheit, sie ist aber betriebshemmend und daher unbedingt zu verhindern.

Um diese störenden, falschen Belegungsmeldungen zu unterdrücken, kann vor den Empfänger ein Filter geschaltet werden. Ohne Stromrichtertraktion genügte bisher in den meisten Fällen ein einfacher Hochpass, der 16⅔ Hz sowie die dritte und die fünfte Oberwelle davon genügend dämpfte. Für den höheren Oberwellengehalt bei Stromrichtertraktion wurde zusätzlich ein Bandpass mit Erfolg in Serie geschaltet.

Eine weitere Massnahme zur Eindämmung der Störungen besteht darin, dass man das Gleisstromkreis-Nutzsignal dem gestiegenen Störpegel anpasst, was eine höhere Sendeleistung, verbunden mit einer Verschiebung der Ansprechschwelle im Empfänger verlangt.

Bei den heute erhältlichen Halbleitern zur Erzeugung des Nutzsignales ist diese Pegelerhöhung kein technisches Problem, sondern nur eine Frage des Aufwandes. Als Hinweis über den bisher üblichen Nutzsignalpegel kann angegeben werden, dass der Empfänger bei einer 125-Hz-Spannung von rund 0,3 V am Gleis den Abschnitt freimeldet, und dass eine durch die Empfangsfilter durchgelassene Störspannung von 0,2 V am Gleis genügt, um eine falsche Belegungsmeldung zu verursachen.

Der Nutzsignal-Störabstand kann aber ganz entscheidend verbessert werden, wenn der Gleisabschnitt zweischienig statt nur einschienig isoliert wird, wie dies bei Gleichstromtraktion mit hohen Strömen seit jeher üblich war. (Fig. 6).

Bei zweischienig isolierten Abschnitten fliesst durch beide Schienen je die Hälfte des Traktions-Rückstromes. Bei gleichem Widerstand beider Schienen entsteht im theoretischen Idealfall auf Einspurstrecken überhaupt keine traktionsbedingte Störspannung für den Gleisstromkreis. Ein Vergleich

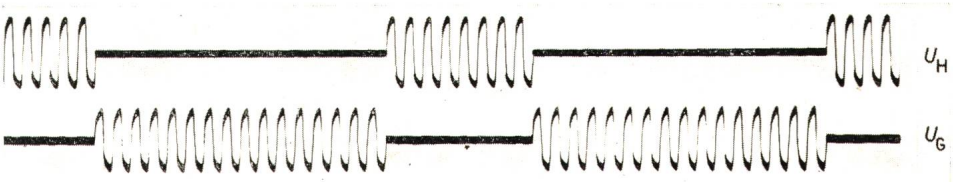

Fig. 5
Impulsmodulierte Wechselspannung als Nutzsignal
U_H Hilfsspannung; U_G Gleisspannung

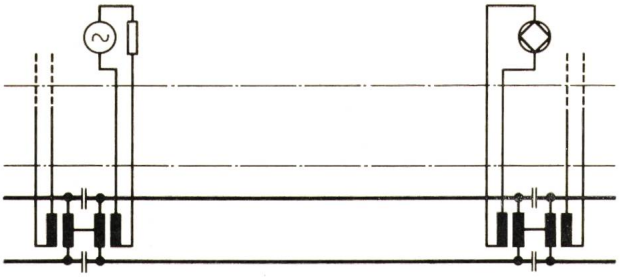

Fig. 6
Zweischienig isolierter Wechselstromkreis

von Messresultaten ergibt aber auch auf Doppelspurstrecken beim zweischienig isolierten Gleis eine durchschnittlich 30mal kleinere Störspannung als bei einschienig isoliertem Gleis. Da die Abschlussimpedanzen durch gegebene und verlangte Eigenschaften des Gleisstromkreises in beiden Fällen gleich sein müssen, entspricht die kleinere Störspannung einer rund 1000-fachen Reduktion der Störleistung am Empfänger.

Dieser Erfahrenswert lässt sich theoretisch folgendermassen begründen: Beim einschienig isolierten Gleis trägt der Rückleitungsstrom durch die stromführende Schiene des eigenen Gleises am meisten zum Fluss durch die Gleisschleife bei. Der Störfluss des Nachbargleis-Rückstromes ist infolge der grösseren Distanz wesentlich kleiner. Noch kleiner ist der Beitrag der Fahrleitung des Nachbargleises. Der Fahrleitungsstrom des eigenen Gleises kann bei durchschnittlicher Lage der Fahrleitung in der Symmetrieebene des Gleises keine Störspannung in die Gleisschleife induzieren.

Zusammen mit dem Beitrag des Ohmschen Spannungsabfalles an der stromführenden Schiene beträgt demnach die totale Störspannung U_s an einem einschienig isolierten Abschnitt der Länge l:

$$U_s = I\,(R' + \mathrm{j}\,\omega\,L')\,l$$

I Rückstrom durch die Schiene
R' auf die Längeneinheit bezogener Widerstand der Schiene
L' Induktivitätsbelag der Gleisschleife.

R' beträgt bei 16⅔ Hz rund 0,05 Ω/km und ist infolge der Stromverdrängung in der Schiene frequenzabhängig mit beispielsweise:

0,25 Ω/km bei 100 Hz oder
0,8 Ω/km bei 1000 Hz

L' ist aus dem gleichen Grund frequenzabhängig und fällt von

3 mH/km bei 16⅔ Hz auf
2 mH/km bei 100 Hz und auf
1,5 mH/km bei 1000 Hz.

Schon ab rund 100 Hz ist trotz des zunehmenden Widerstandes der induktive Anteil überwiegend, so dass die Störspannung in guter Näherung angegeben werden kann:

$$U_s = I\,\omega\,L'\,l$$

Die lineare Abhängigkeit der Störspannung von der Frequenz erklärt die in allen Versuchen festgestellte auffällige Erscheinung, dass der relative Oberwellengehalt in der Störspannung viel grösser ist als im Traktionsstrom.

Bei zweischieniger Isolierung des Gleisstromkreises führen beide Schienen den gleichen Rückstrom. Die ohmschen Spannungsabfälle sind gleich gross. Die von den beiden Schienenströmen im eigenen Gleis induzierten Störspannungen kompensieren sich, so dass bei idealer Symmetrie im eigenen Gleis keine Störspannung entstehen kann.

Der nächste stromführende Leiter ausserhalb der Symmetrieebene des Gleises ist das Nachbargleis bei Doppelspur. Aus der Geometrie der Anordnung lässt sich der Gegeninduktivitätsbelag Nachbargleis/Gleisschleife berechnen zu:

$$M'_G = 0{,}07\ \mathrm{mH/km}$$

Die Fahrleitung des Nachbargleises ist mit dem Gegeninduktivitätsbelag von

$$M'_F = 0{,}02\ \mathrm{mH/km}$$

an der induzierten Spannung beteiligt. Beim üblichen Stromfluss gegen die Stromrichtung im Gleis ist diese Spannung dem Gleisanteil entgegengesetzt. Für den totalen Strom I durch das Nachbargleis der Doppelspur ist demnach im ungünstigsten Fall der stromlosen Nachbar-Fahrleitung die Störspannung gegeben mit:

$$U_s = I\,\omega\,M'_G\,l$$

Bei gleichem Strom I durch das Gleis des einschienig isolierten Abschnittes oder als Totalstrom durch das Nachbargleis bei zweischienig isolierten Abschnitten ergibt sich somit der Quotient

$$\frac{\text{Störspannung einschienig}}{\text{Störspannung zweischienig}} = \frac{L'}{M_G'} = \frac{2}{0{,}07} = 30$$

was den im Betrieb ermittelten Erfahrungs-Durchschnittswert bestätigt.

Der Betrieb auf zweischienig isolierten Abschnitten im Lötschbergtunnel hat bei Abschnittslängen bis zu 2,2 km wesentlich kleinere Störspannungen ergeben als bei einem 350 m langen, einschienig isolierten Stationsabschnitt. Dabei ist der Betrieb im Lötschbergtunnel nicht nur in bezug auf die Abschnittslängen, sondern auch für die Traktions-Rückströme recht extrem, da die Rückströme der Lötschberg-Südrampe durch den Tunnel fliessen. Es konnten Rückströme von 500 A pro Gleis über längere Zeit gemessen werden.

Die technischen Möglichkeiten für einen störungsfreien Betrieb von fehlersicheren Gleisstromkreisen sind daher vorhanden und erprobt, nämlich:

a) Verbesserung der Empfangsfilter;
b) Vergrösserung des Nutzsignalpegels;
c) Verkürzung der Abschnittslänge;
d) Zweischienige Isolierung der Gleisabschnitte.

Die zuletzt genannte, wirkungsvollste Massnahme drängt sich bei hohen Rückströmen auch aus andern Gründen auf, nämlich mit Rücksicht auf die Berührungsspannung am Gleis und die Rückleitungsverluste.

5. Schlussbemerkungen

Die Anpassung bestehender Sicherungsanlagen an die Stromrichtertraktion ist nicht vorwiegend ein technisches Problem, sondern eine Aufwandsfrage. Dieser Aufwand ist

entweder gegen die wirtschaftlichen Vorteile der neuen Traktionsart, oder dann gegen die Aufwendungen zur Erzielung eines oberwellenfreien oder mindestens oberwellenarmen Traktionsstromes abzuwägen. Das Problem hat eine Analogie in der seinerzeitigen Elektrifikation der Bahnen, allerdings mit dem Unterschied, dass damals der Umfang der anzupassenden Fernmelde- und Signalanlagen wesentlich kleiner war.

Adresse des Autors:
E. Hofstetter, Vize-Direktor der Integra AG, 8304 Wallisellen.

Veranstaltungen — *Manifestations*

Datum *Date*	Ort *Lieu*	Organisiert durch *Organisé par*	Thema *Sujet*
1971			
11. 1.	**Zürich**	**Institut für Technische Physik der ETHZ (Inf.: Hönggerberg, 8049 Zürich)**	**Ein Computerprogramm zur Analyse des Rauschverhaltens von Verstärkerschaltungen und linearen Netzwerken**
12. 1.	**Lausanne**	**La chaire de Systemes Logiques de l'EPFL (Inf.: J. D. Nicoud, 16 chemin de Bellerive, 1007 Lausanne)**	**Conception d'un système en temps réel à base de mini-ordinateur**
12. 1.	**Zürich**	**Laboratorium für Festkörperphysik der ETHZ (Inf.: Hönggerberg, 8049 Zürich)**	**Energiespeicher**
12. 1.	**Zürich**	**Eidgenössische Technische Hochschule (Inf.: Postfach, 8039 Zürich)**	**Akustisches Kolloquium über die Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen**
12. 1.-14. 1.	Honolulu, Hawaii	IEEE (Inf.: Technical Activities Board, 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017)	Hawaii International Conference on System Sciences
12. 1.-14. 1.	Washington	IEEE (Inf.: Technical Activities Board, 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017)	Symposium on Reliability
13. 1.	**Lausanne**	**Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Département d'Electricité (Inf.: 16, ch. de Bellerive, 1007 Lausanne)**	**Applications du thyristor pour alimentations en courant à fréquence ou à tension réglable**
18. 1.-22. 1.	Paris	(Inf.: Office of the Commercial Attaché Embassy of USA, Jubiläumsstrasse 93, 3000 Bern)	Sophisticated Materials for the Electronic Industry
19. 1.	**Zürich**	**Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der ETHZ (Inf.: Sonneggstrasse 3, 8006 Zürich)**	**Kolloquium über Fortschritt bei der Erzeugung hoher Stossspannungen**
20. 1.	**Zürich**	**Lehrstuhl für Automatik der ETHZ (Inf.: Gloriastrasse 35, 8006 Zürich)**	**Berechnung optimaler Signalpläne für Strassennetze**
20. 1.-25. 1.	Paris	Comité Français des Expositions (Inf.: 22, avenue Franklin D. Roosevelt 75, Paris-8)	6. Internationale Leuchtenfachmesse
21. 1.	**Zürich**	**Photographisches Institut der ETHZ (Inf.: Clausiusstrasse 25, 8006 Zürich)**	**Zusammensetzung, Struktur und physikalische Eigenschaften photographischer Gelatinen**
24. 1.- 7. 2.	**Davos**	**Centre d'Etudes Industrielles (Inf.: 4, Chemin de Conches, 1211 Conches-Genève)**	**1. Europäisches Management Symposium**
26. 1.	**Lausanne**	**La chaire de Systemes Logiques de l'EPFL (Inf.: J. D. Nicoud, 16 chemin de Bellerive, 1007 Lausanne)**	**Potentiel du mini-ordinateur dans les tâches commerciales**
26. 1.	**Zürich**	**Laboratorium für Festkörperphysik der ETHZ (Inf.: Hönggerberg, 8049 Zürich)**	**Supraleitende und normale Kabel**
27. 1.	**Zürich**	**Lehrstuhl für Leistungselektronik der ETHZ (Inf.: Gloriastrasse 35, 8006 Zürich)**	**Dehnungsmesstreifentechnik (Grundlagen und Applikationen)**
28. 1.–2. 2.	**Zürich**	**Agifa-Fachmesse (Inf.: Postfach 257, 8033 Zürich)**	**MICROTECNIC 71, 3. Internationale Fachmesse für Präzisionstechnik und Dimensionelles Messen und Prüfen**
31. 1.- 5. 2.	New York	IEEE (Inf.: Technical Activities Board, 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017)	Winter Power Meeting
2. 2.	**Zürich**	**Institut für elektrische Anlagen und Energiewirtschaft der ETHZ (Inf.: Sonneggstrasse 3, 8006 Zürich)**	**Kolloquium über Schaltvorgänge an Asynchronmaschinen**
4. 2.	**Zürich**	**Photographisches Institut der ETHZ (Inf.: Clausiusstrasse 25, 8006 Zürich)**	**Die Induktionsperiode der photographischen Entwicklung**
9. 2.	**Lausanne**	**La chaire de Systemes Logiques de l'EPFL (Inf.: J. D. Nicoud, 16 chemin de Bellerive, 1007 Lausanne)**	**Choix et utilisation de calculatrices en ligne**
9. 2.	**Zürich**	**Laboratorium für Festkörperphysik der ETHZ (Inf.: Hönggerberg, 8049 Zürich)**	**Superconducting Motors and Generators**
10. 2.	**Zürich**	**Lehrstuhl für Automatik der ETHZ (Inf.: Gloriastrasse 35, 8006 Zürich)**	**Frequenzkriterien zur Stabilitätsprüfung von dynamischen Systemen**
14. 2.-17. 2.	Köln	Messe- und Ausstellungsgesellschaft m.b.H. (Inf.: Postfach 21 0760, D-5 Köln 21)	Internationale Messe über Hausrat und Haushalttechnik