Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 49 (1958)

Heft: 1

Rubrik: Communications ASE

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: 05.12.2025

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

quels les installations sont les plus urgentes. La nécessité d'éclairer toutes les barrières de passage à niveau a été mise en évidence de façon saisissante.

Les installations d'éclairage sont onéreuses. Une enquête détaillée a cependant montré que les sommes consacrées pour moderniser l'éclairage de 205 milles des boulevards de Chicago ont été contrebalancées en moins de 5 ans par les sommes économisées sur les accidents nocturnes évités [8].

Le nombre des nouvelles installations d'éclairage augmente rapidement dans notre pays. Malheureusement on constate très souvent que le souci d'économie est tel que le but recherché — une plus grande sécurité — n'est pas atteint. Les routes éclairées restent parsemées de taches sombres dans lesquelles disparaissent piétons et cyclistes aux yeux des automobilistes. Ces derniers continuent à circuler avec les phares allumés donc à s'éblouir mutuellement. Dans ces conditions, la sécurité n'est pas améliorée et les dépenses d'installation et d'entretien sont inutiles.

Bibliographie

[1] *Gils, J. F. L. van:* Conférence à l'occasion de la 3e Semaine Internationale de Technique de la Circulation à Stresa, 1956, organisée par l'OTA et l'AIPCR. Thème IV.

[2] *Elkouby, J.:* Les accidents corporels de la circulation en 1955. Rev. gén. des Routes et des Aérodromes t. 26(1956), n° 299, p. 77.

[3] *Tanner, J. C.* et *A. J. Harris:* Road Research Laboratory of England. Congrès CIE, 13e Session, Zurich 1955. (Publication séparée) p. 1...21.

[4] *Rieker, G. W.:* Getting Results through Traffic Engineering. Booklet III. Case Study n° 58. New York: National Conservation Bureau; Traffic Division.

[5] *Blythe, J. D.:* Night Visibility 1956. Bull. 146 du «Highway Research Board». Publ. 438 de la «National Academy of Sciences». p 1...7.

[6] *Anonym:* Effets sur les accidents de l'éclairage des rues et des chaussées. Rev. internat. de la Circulation et de la Sécurité Routière t. 4(1956), n° 2, p. 37...43.

[7] *Buffévent, M. de:* dans la Rev. gén. des Routes et des Aérodromes t. 25(1955), n° 278, p. 52...53.

[8] *Wyatt, Fr. D.* et *Ed. Lozano:* Night Visibility 1956. Bull. 146 du «Highway Research Board». Publ. 438 de la «National Academy of Sciences». p. 51...55.

Adresse de l'auteur:

P. Borel, Ingénieur au Bureau suisse d'études pour la prévention des accidents, Schauplatzgasse 33, Berne.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Die Elektrifizierung der Japanischen Staatsbahnen mit Einphasenwechselstrom von 50 Hz

621.331.3.025.1 : 625.1(52

Die totale Betriebslänge des Japanischen Staatsbahnnetzes beträgt heute rund 20 000 km, davon werden etwa 2000 km mit Gleichstrom von 1500 V elektrisch betrieben. Die elektrifizierten Strecken der Japanischen Staatsbahnen weisen einen ziemlich dichten Verkehr auf, der sich auf ungefähr 30 % desjenigen des gesamten Netzes beläuft. Im Zuge der Modernisierung des Eisenbahnwesens kommt auch der Umstellung weiterer Strecken auf elektrischen Betrieb eine wichtige Rolle zu. Die in Japan durchgeführten Untersuchungen ergaben nun — in Übereinstimmung mit den Feststellungen in anderen Ländern —, dass die Ausdehnung des Gleichstromsystems mit 1500 V die Aufwendung ganz beträchtlicher Summen für die ortsfesten Anlagen der elektrischen Zugförderung (Unterwerke und Fahrleitungen) erfordern würde. Aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus wurde deshalb die Verwendung einer höheren Fahrleitungsspannung (3000 V) ins Auge gefasst. Um auch unter diesen Verhältnissen Erfahrungen sammeln zu können, wurde in den Jahren vor dem zweiten Weltkrieg die Strecke Söul–Wönsan, die vom Gelben Meer an das Japanische Meer auf der Halbinsel Korea führt, auf 3000 V Gleichstrom umgestellt (Betriebslänge etwa 200 km). Die Erhöhung der Fahrleitungsspannung wirkte sich jedoch nicht im erwarteten Sinne aus, denn es liess sich keine eindeutige Überlegenheit gegenüber dem bisherigen System von 1500 V feststellen.

Nach der Beendigung des zweiten Weltkrieges mit dem Verlust der Halbinsel Korea wurden die Studien für einen eventuellen Übergang von 1500 V auf 3000 V Gleichstrom als Fahrleitungsspannung wieder aufgenommen. Es zeigte sich jedoch bald, dass auf diesem Wege eine technisch und wirtschaftlich befriedigende Lösung nicht zu erreichen war. Deshalb wurde das Gleichstromsystem aufgegeben und das Einphasen-Wechselstromsystem mit Industriefrequenz in Betracht gezogen, das bei der Ausführung der ortsfesten Anlagen eine erhebliche Reduktion des Kapitalaufwandes gestattet.

Im Jahre 1953 wurde eine besondere Kommission zur Behandlung des Problems der Einführung des Einphasen-Wechselstromsystems mit Industriefrequenz ins Leben gerufen. Sie liess eine rund 30 km lange Versuchsstrecke mit den erforderlichen Einrichtungen für einen Probebetrieb ausrüsten, wobei als Triebfahrzeuge Lokomotiven mit Gleichrichtern und solche mit Direktmotoren vorgesehen wurden. In wirtschaftlicher Hinsicht wurde festgestellt, dass bei den Kapitalkosten gegenüber dem Gleichstromsystem eine Einsparung von rund 35 % möglich sei.

Im Hinblick auf den geringeren Kapitalbedarf des Einphasensystems mit Industriefrequenz ist ferner ein Umbau der heute mit Gleichstrom von 1500 V betriebenen Strecken vorgesehen. Da jedoch dafür ein ziemlicher Kapitalaufwand nötig ist, wird die Umstellung einige Zeit erfordern und nur schrittweise erfolgen können.

In einer ersten Etappe sollen nach dem von den Japanischen Staatsbahnen bekannt gegebenen Plan zunächst 3300 Streckenkilometer auf elektrischen Betrieb umgestellt werden. Dabei sollen über 2600 km mit Einphasen-Wechselstrom von 50 Hz betrieben werden, während die restlichen 700 km Strecken betreffen, deren Umstellung auf Gleichstrom bereits früher in Angriff genommen wurde. In einer späteren Ausbauetappe sollen nochmals 5000 km auf Einphasen-Wechselstrom von 50 Hz umgebaut werden, so dass dann rund 50 % des Netzes der Japanischen Staatsbahnen elektrisch betrieben werden können.

Es ist vorgesehen, die Fahrleitungen von den Unterwerken aus mit einer Spannung von 20 kV zu speisen. In den Unterwerken wird die Scottsche Schaltung angewendet, um die Unsymmetrien im speisenden Drehstromnetz als Folge der einphasigen Belastungen möglichst zu verringern. Die Fahrleitungsspannung von 20 kV wurde aus verschiedenen Überlegungen heraus gewählt. Einmal ist dieser Wert in Japan für die Allgemeinversorgung normal, so dass sich vorhandenes Konstruktionsmaterial (Apparate, Schalter usw.) ohne weiteres verwenden lassen. Ausserdem besitzen die Japanischen Staatsbahnen eine grosse Zahl Brücken und Tunnel; ihr Netz ist schmalspurig gebaut. Im Hinblick auf die Einhaltung der erforderlichen Abstände war es deshalb gegeben, wegen des geringeren Lichtraumprofils gegenüber der Praxis in Europa (25 kV bei Normalspur) eine Reduktion der Fahrleitungsspannung um 5 kV vorzunehmen. Der gegenseitige Abstand benachbarter Unterwerke wird ungefähr 50 km betragen. Diese Distanz wurde im Hinblick auf die Einhaltung bestimmter Spannungsabfälle in den Fahrleitungen sowie auf die Möglichkeiten zur Speisung der Unterwerke aus den vorhandenen Drehstromnetzen gewählt.

Bei den Fahrleitungen besitzt das Tragseil einen Querschnitt von 55 mm² Kupfer; für den Fahrdraht ist ein solcher von 110 mm² gewählt worden. Im Hinblick auf die hohe Fahrleitungsspannung ist — im Gegensatz zur Gleichstromtraktion von 1500 V — kein besonders grosser Aufwand an Kupfer erforderlich, so dass die Fahrleitungen leicht werden und konstruktiv eine elegante Lösung darstellen. Im Hinblick auf den grossen Unterwerkabstand von rund 50 km werden an geeigneten Stellen in den Bahnhöfen Sektionierungen in die Fahrleitungen eingebaut, damit bei Störungen oder bei Unterhalt- und Reparaturarbeiten nur ein möglichst kleines Gebiet spannungslos gemacht werden muss.

In gewissen Übergangsbahnhöfen werden sich später das bisher verwendete Gleichstromsystem mit 1500 V und das neu zur Einführung gelangende Einphasensystem mit 20 kV und 50 Hz begegnen. Es ist nun vorgesehen, die entsprechenden Fahrleitungen umschaltbar zu machen, so dass diese je nach dem gerade zirkulierenden Triebfahrzeug immer mit der richtigen Energieform gespeist werden können. Innerhalb des Bahnhofes werden dabei die Geleiseanlagen in Abschnitte unterteilt und einzeln durch besondere Signale gesichert. Diese Signale müssen vom Lokomotivführer bei Fahrten im Bahnhofgebiet beachtet werden, wenn sie auf Halt stehen. Zur Erhöhung der Sicherheit beim Überfahren eines auf Halt stehenden Signales ist ferner vorgesehen, den auf diese Weise gesicherten Geleiseabschnitt mit der gleichen Energieart zu speisen wie den vorangehenden. Die für das Triebfahrzeug in Betracht kommende Energieart ist somit erst im übernächsten Geleiseabschnitt anzutreffen, so dass ein versehentliches Überfahren eines auf Halt stehenden Signales noch keinen Fahrleitungskurzschluss zur Folge haben wird. Es wird damit gerechnet, dass sich mit der beschriebenen Schaltung ein Wechsel der Triebfahrzeuge in einem Übergangsbahnhof in ungefähr fünf Minuten ausführen lässt.

Als Triebfahrzeuge wurden — im Gegensatz zur Praxis in England [1]) — Lokomotiven mit Direktmotoren und solche mit Ignitrons gewählt. Beide Typen weisen die Bauart $B_0 - B_0$ auf und wiegen je ungefähr 60 t. Es sind je vier Triebmotoren eingebaut, die Stundenleistungen bis etwas mehr als 1300 kW aufweisen. Zunächst wurden vier Versuchslokomotiven in Auftrag gegeben, davon drei Stück mit Direktmotoren. Ausserdem wurden für die erste Etappe der Elektrifikation mit Einphasen-Wechselstrom von 50 Hz 20 Lokomotiven mit Ignitrons und einer Leistung von je rund 1500 kW bestellt.

Verhältniszahlen für Gleich- und Wechselstrombetrieb der Bahnen in Japan

Tabelle I

Art des Verkehrs	Anlagekosten						Jahreskosten inkl. Kapitaldienst	
	Gleichstrom 1500 V			Wechselstrom 20 kV, 50 Hz			Gleichstrom 1500 V	Wechselstrom 20 kV, 50 Hz
	Ortsfeste Anlagen	Triebfahrzeuge	Total	Ortsfeste Anlagen	Triebfahrzeuge	Total		
	%	%	%	%	%	%	%	%
Starker Verkehr auf Doppelspur	53,8	46,2	100,0	40,5	42,9	83,4	100,0	81,1
Starker Verkehr auf einspur. Linien	60,0	40,0	100,0	43.8	34,8	78,6	100,0	79,5
Mittlerer Verkehr	70,3	29,7	100,0	47,2	22,8	70,0	100,0	70,5
Schwacher Verkehr	69,1	30,9	100,0	47,7	31,4	79,1	100,0	72,2

In diesem Zusammenhange muss auch erwähnt werden, dass es in Japan heute noch Drehstromnetze von 60 Hz gibt. Bei dieser Frequenz ist naturgemäss der Direktmotor gegenüber dem Gleichstrommotor wegen der Kommutierung im Vergleich zu 50 Hz im Nachteil. Diese Frage soll durch Versuche mit Direktmotoren, die mit 60 Hz gespeist werden sollen, näher abgeklärt werden. Es wird jedoch einige Zeit dauern, bis die entsprechenden Resultate vorliegen.

Auf Grund der in Japan durchgeführten Studien lassen sich nun gegenüber dem Betrieb mit Gleichstrom von 1500 V folgende Verhältniszahlen bestimmen (Tab. I).

Aus Tabelle I ergeben sich für Einphasenwechselstrom von 20 kV und 50 Hz überall günstigere Verhältnisse als für Gleichstrom von 1500 V. Die angeführten Zahlen bestätigen ferner auch die beispielsweise in Frankreich gemachten Feststellungen, dass die Elektrifikation von Strecken mit geringerem Verkehr wirtschaftlich gerechtfertigt ist, wenn an Stelle des Gleichstroms mit 1500 V Fahrdrahtspannung das Einphasensystem mit 50 Hz gewählt wird. *A. Degen*

[1]) siehe Bull. SEV Bd. 48(1957), Nr. 2, S. 44.

Kleinste Elektromotoren

621.313.13-181.4

[Nach *U. Binder:* Kleinste Elektromotoren. VDI-Z. Bd. 99 (1957), Nr. 9, S. 383...388]

Elektromotoren kleinster Leistung mit kleinsten Abmessungen für Steuerzwecke, Modellantriebe und dergleichen werden heute meist als Gleichstrommotoren mit permanentem Erregerfeld gebaut. Die Entwicklung neuer Magnetlegierungen hat hier grosse Fortschritte gebracht und viele Anwendungen solcher Motoren überhaupt erst ermöglicht. Bei gegebenen Dimensionen der Aktivteile ist das erreichbare Drehmoment und damit bei einer bestimmten Drehzahl die abgegebene Leistung eines Motors bekanntlich proportional dem Produkt aus Luftspaltinduktion und Ankerstrombelag; es handelt sich deshalb bei der Entwicklung darum, für diese beiden Grössen Höchstwerte zu erreichen.

Die Auslegung des magnetischen Kreises eines Permanentmagnet-Motors ist im wesentlichen gegeben durch die Gleichung:

$$\tau \frac{l_L q_M}{l_M q_L} = \frac{\mu_0 H_M}{B_M} = \operatorname{tg} \alpha$$

worin τ den Streufaktor, l_L die Länge des Luftweges (Luftspalt), l_M die Länge des Magneten, q_L den Luftquerschnitt, q_M den Magnetquerschnitt, H_M die Feldstärke im Magneten und B_M die Induktion im Magneten bedeuten.

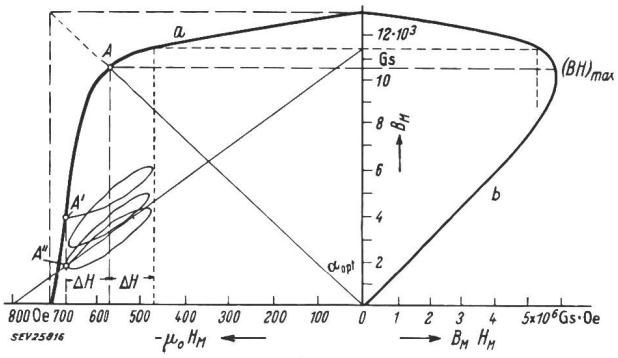

Fig. 1

Ankerrückwirkung bei Permanentmagnet-Motoren

Kurve *a*: Entmagnetisierungskurve von Koerzit 550 G (Al-Ni-Co-Stahl)

Kurve *b*: Funktion $B_M H_M = f(B_M)$

α_{opt} Ortswinkel des optimalen Arbeitspunktes *A*

ΔH zusätzliche Feldstärke, vom Ankerfeld herrührend

Weitere Bezeichnungen siehe im Text

Die günstigste Ausnützung des Magnetwerkstoffes und gleichzeitig die höchste Luftspaltinduktion erhält man, wenn der Arbeitspunkt so gewählt wird, dass $B_M H_M$ maximal wird (Fig. 1). Für verschiedene Magnetmaterialien ergeben sich je nach ihrer Entmagnetisierungskennlinie für gleiche Ankerabmessungen ganz verschiedene optimale Werte von q_M und l_M; einen anschaulichen Vergleich liefert Fig. 2.

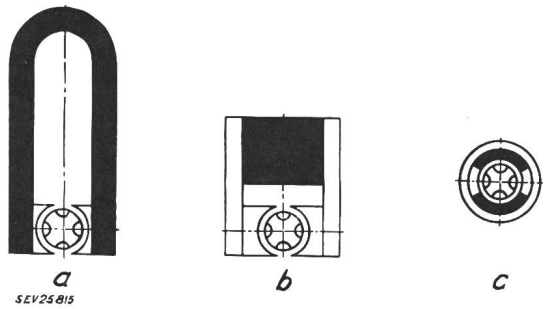

Fig. 2

Grössenverhältnisse von Elektromotoren gleicher Leistung mit Permanentmagneten aus verschiedenem Material

a Magnet aus Wolframstahl. Magnetvolumen 100 %

b Magnet aus Al-Ni-Stahl. Magnetvolumen 30 %

c Magnet aus Al-Ni-Co-Stahl. Magnetvolumen 15 %

Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 25

Es folgen «Die Seiten des VSE»