

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 29 (1951)

Heft: 4

Artikel: Ein neues HF-Telephoniesystem für elektrische Bahnen = Un nouveau système de téléphonie à haute fréquence pour chemins de fer électriques

Autor: Lauterburg, B.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875335>

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: 19.02.2026

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

Ein neues HF-Telephoniesystem für elektrische Bahnen

Von B. Lauterburg, Bern

621.395.931

Zusammenfassung. Der Verfasser gibt eine Übersicht über Versuche und Messungen zur trägerfrequenten Übertragung von Gesprächen über den Fahrdrabt elektrischer Bahnen. Eine im Dienst stehende Anlage wird kurz beschrieben.

1. Einleitung

Die im Laufe der letzten Jahre erschienenen Veröffentlichungen über Fragen der Zugstelephonie geben, obwohl sie nicht zahlreich sind, ein gutes Bild über die Möglichkeiten und Erwartungen, die sich an ihre Einführung knüpfen. Als wichtigste Ziele werden genannt: Die Vereinfachung des Betriebes durch Zentralisierung der Fahrdienstleitung (Dispatching), die Erhöhung der Sicherheit durch drahtlos gesteuerte Zugsicherungs- und Blockanlagen (USA), die Verbesserung des Rangierdienstes in grossen Bahnhöfen und andere mehr. Als weitere Aufgabe ist aber auch die Verbindung von Zugstelephonanlagen mit dem öffentlichen Telephonnetz zu prüfen. Das Interesse dafür ist vorhanden. Die Wirtschaftlichkeit wird dagegen heute noch skeptisch beurteilt, besonders für die verhältnismässig kurzen und mit schnellen Verbindungen ausgestatteten Linien der schweizerischen Bahnen. Das sollte aber kein Hindernis sein, sich bereits jetzt mit diesen Problemen zu beschäftigen.

Es ist verständlich, dass die Versuche zur Verwirklichung derartiger Anlagen, wenn auch ohne Erfolg, bis in das letzte Jahrhundert zurückgehen. Im Jahre 1925 wurde in Deutschland eine drahtlose Anlage auf der Strecke *Hamburg—Berlin* versuchsweise dem Betrieb übergeben. Sie scheint sich jedoch nicht bewährt zu haben.

Mit der starken Entwicklung der Kurzwellentechnik sind in den letzten zehn Jahren in den Vereinigten Staaten mehrere Zugstelephonanlagen für Betriebszwecke in regelmässigen Gebrauch genommen worden. Richtstrahler und Relaisstationen vermitteln Verbindungen über Teilstrecken von 20...40 km zwischen Blockstationen¹⁾. Zahlreiche Versuche mit Ultrakurzwellen wurden auch in Europa, unter anderem in der Schweiz, durchgeführt; sie sind, soweit es sich um Verbindungen mit dem öffentlichen Netz oder auf Strecken in stark coupiertem Gelände handelte, bis heute ohne grossen praktischen Erfolg geblieben. Vor kurzem sind die Ergebnisse von Versuchen der Deutschen Reichsbahn aus den Jahren 1939 bis 1943 bekannt geworden²⁾. Diese wurden in erster Linie durchgeführt, um die Führung von langen Güterzügen über die steilen Rampen der Alpenübergänge zu erleichtern, indem eine Verbindung zwischen Zug- und Schubmaschine hergestellt wurde.

Un nouveau système de téléphonie à haute fréquence pour chemins de fer électriques

Par B. Lauterburg, Berne

621.395.931

Résumé. L'auteur donne un aperçu d'essais et de mesures relatifs à la transmission de la téléphonie par la ligne de contact des chemins de fer électriques et décrit brièvement une installation en service.

1. Introduction

Bien que peu nombreuses, les publications traitant de la téléphonie à bord des trains qui ont paru jusqu'ici donnent une idée suffisante des possibilités de ce moyen de communication. Les principaux buts visés sont: simplifier le service en centralisant la direction de la circulation (dispatching), accroître la sécurité au moyen d'installations de signaux et de bloc de ligne commandées par radio (U.S.A.), améliorer le service des manœuvres dans les grandes gares, etc. Il conviendra aussi d'examiner dans quelle mesure les installations téléphoniques aménagées à bord des trains pourront être mises en communication avec le réseau public. Les voyageurs s'intéressent à cette question. Le rendement économique de telles installations est cependant douteux, particulièrement en Suisse où les lignes sont courtes et les communications rapides et fréquentes, mais cela ne doit pas nous empêcher de nous occuper de ces problèmes.

On comprend sans peine qu'au siècle dernier les techniciens aient déjà cherché, bien que sans succès, à installer la téléphonie à bord des trains. Plus tard, en 1925, une installation de téléphonie sans fil a été mise en service à titre d'essai sur les trains de la ligne *Berlin—Hambourg*. Il semble que le succès n'a pas répondu à l'attente.

La technique des ondes courtes s'étant considérablement développée au cours des dix dernières années, certaines compagnies de chemins de fer des Etats-Unis ont établi à bord des trains des installations de téléphonie utilisées régulièrement dans le service d'exploitation. Des antennes dirigées et des postes relais permettent l'échange de conversations entre des stations de bloc distantes de 20 à 40 km¹⁾. De nombreux essais de téléphonie sur ondes courtes eurent lieu en Europe, et aussi en Suisse; ils n'ont pas eu jusqu'ici de résultat pratique en ce qui touche les communications avec le réseau public ou sur des lignes à profil très accidenté. Tout récemment, on a pu avoir connaissance des résultats des essais faits par la Deutsche Reichsbahn entre 1939 et 1943²⁾. Le but recherché était de faciliter la conduite de longs trains de marchandises sur les fortes rampes des lignes des Alpes en établissant une communication entre la machine de tête et la machine de queue. La ligne de contact était utilisée comme conducteur. Vu

¹⁾ Electronics **19** (1946) 118; FM and Telev., **7** (1947), 30.

²⁾ Elektr. Bahnen **21** (1950), 273.

¹⁾ Electronics **19** (1946), 118; FM and Television **7** (1947), 30.

²⁾ Elektr. Bahnen **21** (1950), 273.

Als Übertragungsleitung wurde der Fahrdrabt benutzt; auf Grund der guten Ergebnisse konnten mehrere Anlagen dieser Art dem Betrieb übergeben werden.

Man muss sich bei der Beurteilung aller dieser mehr oder weniger erfolgreichen Versuche immer vor Augen halten, dass eine Zugstelephonieanlage sehr strenge Forderungen erfüllen muss, wenn sich ihre Einführung rechtfertigen soll. Sie muss vor allem unter verschiedensten Bedingungen noch zuverlässig arbeiten. Weder Bergstrecken noch Tunnels, kein schlechtes Wetter und auch nicht hohe Fahrgeschwindigkeiten dürfen eine brauchbare Verständigung verhindern. Bestehende drahtlose oder drahtgebundene Dienste dürfen nicht gestört werden. Änderungen und Einbauten in den Bahnanlagen sowie der finanzielle Aufwand müssen in tragbaren Grenzen bleiben. Viele Versuche und Erfahrungen und ein schrittweises Vorgehen vom Kleinen zum Grossen sind nötig, um schliesslich alle Schwierigkeiten zu überwinden.

2. Der Fahrdrabt als Übertragungsleitung

Ausgehend von der Erkenntnis, dass sich Kurzwellengeräte für die gestellten Aufgaben häufig nicht eignen, dass aber ein grosser Teil der in Frage kommenden Bahnstrecken elektrifiziert ist und daher in der Fahrleitung eine zuverlässige Übertragungsleitung besitzt, hat die Firma *Hasler AG. in Bern* ein Zugstelephoniesystem entwickelt, das die Fahrleitung zur Übertragung modulierter Trägerfrequenzströme benutzt. Eine weitgehende Unabhängigkeit sowohl von der Bodengestaltung als auch von der Witterung ist damit gesichert. Die telephonische Verbindung zwischen den Bahnhöfen oder beliebigen anderen Stellen längs der Bahnlinie unter sich, den Zügen unter sich und mit den Bahnhöfen ist auf einfachste Weise möglich.

Zur Abklärung der Übertragungsverhältnisse wurden eine Reihe von Versuchsfahrten und Messungen durchgeführt, teils auf der Strecke La Chaux-de-Fonds—Les Ponts-de-Martel der Chemin de Fer des Montagnes Neuchâteloises (CMN) und teils auf der Strecke Ostermundigen—Thun unter grosszügiger Mitarbeit der Schweizerischen Bundesbahnen, die auch mehrfach Zugkompositionen für Messfahrten zur Verfügung stellten.

Die wesentlichen Ergebnisse dieser Messreihen können wie folgt zusammengestellt werden:

- Die Betriebsdämpfung der einfachen homogenisierten Fahrleitung steigt mit zunehmender Frequenz nur langsam an. Ihr Dämpfungsbelag durchläuft im Gebiet von 20...200 kHz die Werte von etwa 40...140 mN/km (Kurve 1 der Fig. 1).
- Der Einfluss von sich unterwegs befindenden Zügen ist verhältnismässig gering, da diese im wesentlichen nur eine kapazitive Belastung in der Grössenordnung der kilometrischen Kapazität der Fahrleitung bilden. Messungen am Transformator

les bons résultats obtenus, plusieurs installations de ce genre furent mises en service.

Lorsqu'on considère les résultats des divers essais, il ne faut pas oublier qu'une installation de téléphonie de l'espèce doit satisfaire à de très hautes exigences pour justifier son introduction. Elle doit travailler de manière satisfaisante dans les conditions les plus variées. Les parcours accidentés et les tunnels, les intempéries et les vitesses élevées ne doivent pas constituer des obstacles à une bonne transmission. Le service des communications par fil ou sans fil qui existent déjà ne doit pas être troublé. Les modifications et adjonctions à apporter aux installations des chemins de fer, ainsi que les dépenses qu'elles entraînent, ne doivent pas dépasser certaines limites. Pour vaincre toutes les difficultés, il sera nécessaire de faire encore de nombreux essais et expériences, et de procéder par étapes en allant du plus petit au plus grand.

2. Utilisation du fil de contact comme ligne de transmission

Les appareils à ondes courtes ne sont souvent pas appropriés au genre de service demandé; d'autre part, la plupart des lignes entrant en considération sont électrifiées et leur fil de contact représente une ligne de transmission de qualité suffisante. C'est ce qui a poussé la maison *Hasler S.A. à Berne* à étudier pour le service des trains un système de téléphonie utilisant la ligne de contact pour la transmission de courants porteurs de haute fréquence modulés par les fréquences vocales. Le système est ainsi absolument indépendant de la structure du sol et des conditions atmosphériques. La communication téléphonique des gares entre elles ou avec d'autres points situés le long de la ligne, des trains entre eux ou des trains avec les gares est réalisée de la manière la plus simple.

Pour déterminer les conditions de transmission, on a effectué sur le tronçon La Chaux-de-Fonds—Les Ponts-de-Martel des Chemins de fer des Montagnes neuchâteloises (CMN) une série de courses d'essai et de mesures. On a fait de même sur le tronçon Ostermundigen—Thoune, avec des compositions mises à disposition par les Chemins de fer fédéraux, dont la collaboration fut des plus précieuses.

Voici une récapitulation des principaux résultats de cette série de mesures:

- L'affaiblissement de la ligne de contact simple et homogène n'augmente que lentement avec la fréquence. Dans la gamme de 20 à 200 kHz, le coefficient d'affaiblissement varie entre 40 et 140 mN/km (courbe 1 de la figure 1).
- L'influence exercée par les trains en marche est faible, ceux-ci ne représentant au fond qu'une charge capacitive de l'ordre de grandeur de la capacité kilométrique de la ligne de contact. Des mesures faites au transformateur d'une Re 4/4

einer Re 4/4 ergaben für verschiedene Frequenzen folgende Werte:

Frequenz	50	100	120	150	kHz
Z	470	195	230	130	Ω
φ	-88°	-85°	-75°	-85°	

- Der Einfluss von Stationsanlagen muss in jedem Falle untersucht werden, da die Schleifen der Stationsfahrleitungen in gewissen Frequenzgebieten hohe Dämpfungsspitzen verursachen können. Diese müssen durch Schaltungsmassnahmen im Fahrleitungsnetz oder durch Hochfrequenzsperren in tragbaren Grenzen gehalten werden. Ebenso müssen unter Umständen Stichleitungen abgesperrt werden (Kurven 2 und 3 der Fig. 1).

ont donné les valeurs suivantes pour différentes fréquences:

Fréquence	50	100	120	150	kHz
Z	470	195	230	130	Ω
φ	-88°	-85°	-75°	-85°	

- L'influence exercée par les installations des stations doit être déterminée dans chaque cas, les boucles de la ligne de contact dans les stations pouvant provoquer des pointes prononcées d'affaiblissement dans certaines gammes de fréquences. Pour maintenir ces pointes dans les limites tolérables, il faut prévoir des connexions spéciales du réseau des lignes de contact ou monter des circuits bouchons. Les lignes de contact de voies en

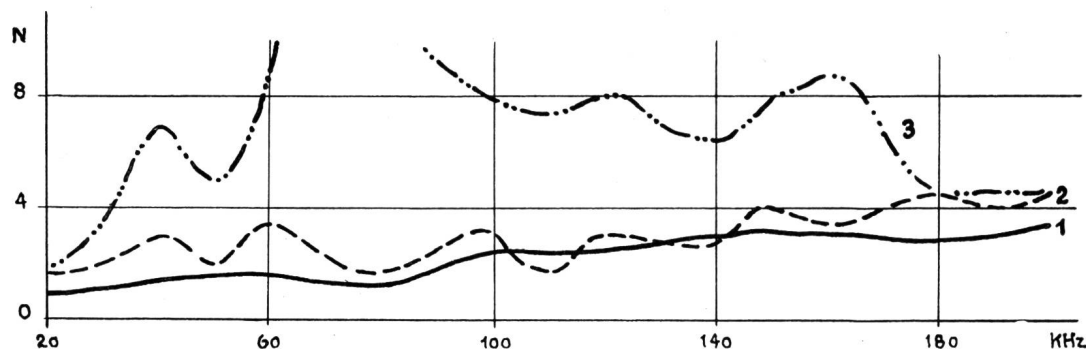


Fig. 1
Betriebsdämpfung einer Teilstrecke in Funktion der Frequenz für verschiedene Schaltzustände der Fahrleitung
Affaiblissement de tronçon de ligne de contact en fonction de la fréquence pour différentes connexions

- Die beiden Fahrleitungen zweispuriger Strecken sind stark induktiv gekoppelt, was ebenfalls frequenzabhängige Dämpfungsschwankungen zur Folge haben kann, die durch geeignete Schaltungsmassnahmen verkleinert werden müssen.
- Die Impedanz als Funktion der Frequenz und der Ankopplungsstelle schwankt in weiten Grenzen. In einzelnen Fällen wurden Extreme von 75 und über 1000 Ohm gemessen. Im Mittel bewegen sich die Werte innerhalb der Grenzen von 100 und 400 Ohm, so dass der Reflexionsfaktor Sender/Leitung meist nicht grösser als 0,33 wird³⁾.

3. Untersuchungen über den Störgeräuschpegel

Die hauptsächlichsten Geräuschquellen sind folgende:

- Funkenbildung am Stromabnehmer,
- Kollektorgerausche der Motoren,
- Störspannungen der Gleichrichter bei Gleichstrombetrieb.

Es zeigt sich, dass der Hochspannungstransformator praktisch alle auf der Niederspannungsseite erzeugten Störspannungen von den HF-Geräten fernhält. Bei Wechselstrombetrieb (50 oder 16 $\frac{2}{3}$ Hz) kommen deshalb nur die durch die Stromabnehmer erzeugten Störungen in Betracht. Dagegen müssen bei Gleichstrombetrieb die Traktionsmotoren und die Speisegleichrichter durch Drosseln und Ableitkondensatoren entstört werden, da sonst Kollektorgerausche und, vor allem bei Zweiseitenbandanlagen, die Modulation der Trägerströme durch die mit

cul-de-sac doivent suivant les cas être également munies de circuits bouchons (courbes 2 et 3 de la figure 1).

- Les deux lignes de contact des tronçons à double voie sont fortement couplées de manière inductive, ce qui peut provoquer des variations de l'affaiblissement en fonction de la fréquence. On doit pour les atténuer recourir à des mesures appropriées.
- L'impédance varie fortement en fonction de la fréquence et suivant le point de couplage. On a mesuré des valeurs extrêmes de 75 et de plus de 1000 ohms. Les valeurs moyennes sont comprises entre 100 et 400 ohms, le facteur de réflexion émetteur/ligne ne dépasse donc pas, en général, 0,33³⁾.

3. Mesures du niveau de bruit

Les principales sources de bruit sont les suivantes:

- Les étincelles à l'organe de prise de courant;
- Les bruits provenant des collecteurs des moteurs;
- Les tensions perturbatrices des redresseurs sur les chemins de fer à courant continu.

On a constaté que pratiquement les transformateurs à haute tension éloignent des appareils HF toutes les tensions perturbatrices produites du côté basse tension. Sur les lignes exploitées en courant alternatif (50 ou 16 $\frac{2}{3}$ Hz), n'entrent donc en considération que les perturbations dues aux organes de prise de courant.

Si la ligne est exploitée en courant continu, la transmission est fortement troublée par les bruits

³⁾ Vgl. Hasler Mitt. 9 (1950), 30.

³⁾ cf. Hasler Mitteilungen 9 (1950), 30.

Vielfachen der Netzfrequenz schwankende Impedanz der Gleichrichter stark stören.

Die durch den Stromabnehmer erzeugten Störspannungen lassen sich in zwei Gruppen unterteilen:

- Bei schwachem Traktionsstrom erzeugen die Unregelmäßigkeiten des Fahrdrabtes (Verunreinigungen, Oxydschichten, Eis) häufige, sehr kurze Unterbrechungen, die, besonders bei kleinen Speisespannungen, nicht durch Lichtbogen überbrückt werden und am niederfrequenten Kanalausgang als dauerndes schwaches Prasseln gehört werden. Bei genügendem Hochfrequenzpegel ist jedoch die Störwirkung nur sehr gering. Sie verschwindet praktisch ganz, sobald der Traktionsstrom einen Minimalwert überschreitet und sich Lichtbogen bilden.
- Bei Geschwindigkeiten über ungefähr 80...90 km/Std. können, je nach Anordnung und Zustand der Fahrleitung, Schwingungen des Stromabnehmers angeregt werden, die zum vollständigen Abreißen des Stromdurchganges führen. Diese «Abreisser» sind vor allem im Wechselstrombetrieb störend und müssen durch besondere Störschutzschaltungen unschädlich gemacht werden. Das ist ohne wesentliche Einschränkung der Verständlichkeit möglich, da die Unterbrechungen meist nicht länger als einige Millisekunden dauern.

Als Beispiel seien Messungen an der Anlage der CMN genannt, die psophometrische Spannungen von 2...4 mV am Pegel -1 ergaben (Fahrdrabtspannung 1500 V Gleichstrom).

4. Die Hochfrequenzausrüstungen

Die Ankopplung der Hochfrequenzgeräte an die Fahrleitungen erfolgt über hochspannungssichere Kopplungskondensatoren, deren Kapazität, je nach Umständen, zwischen 10 und 100 nF liegt. Ihre Impedanz ist für die Hochfrequenzströme meist vernachlässigbar klein oder kann durch Abstimmeelemente klein gemacht werden. Sie ist dagegen sehr gross bei den üblichen Frequenzen des Traktionsstromes (unendlich bei Gleichstrom). Schutzübertrager, Überspannungsableiter und Hochspannungssicherungen gewährleisten praktisch vollkommenen Schutz gegen gelegentlich auftretende Überspannungsspitzen. Diese Kopplungsart hat sich seit vielen Jahren bei den Hochfrequenzanlagen für Elektrizitätswerke bewährt.

Sender und Empfänger sind über den gleichen Kopplungskondensator mit dem Fahrdrabt bzw. mit dem Stromabnehmer verbunden. Da der Abstand zwischen zwei Stationen im Gespräch ständig ändern kann und auch die Übertragungseigenschaften der Leitung Schwankungen unterworfen sind, muss der Empfänger mit einem schnell und genau arbeitenden Pegelregler ausgerüstet sein, damit die Lautstärke genügend konstant bleibt.

Alle Anlagen sind als Zweidraht-Zweibandsysteme geschaltet (Quasi-Vierdraht). Es werden somit für

aus zwei Kollektoren et, surtout dans les installations à deux bandes latérales, par la modulation des courants porteurs par l'impédance des redresseurs variant à des fréquences multiples de la fréquence du réseau; il est par conséquent nécessaire de déparasiter les moteurs de traction et les redresseurs au moyen de bobines de choc et de condensateurs de dérivation.

Les tensions perturbatrices produites par les organes de prise de courant peuvent être réparties en deux groupes:

- Lorsque le courant de traction est faible, les irrégularités du fil de contact (dépôts de matières, couches d'oxyde, givre) sont la cause d'interruptions brèves, mais fréquentes, qui, surtout lorsque la tension d'alimentation est faible, ne peuvent être compensées par la production d'arcs voltaïques et se traduisent par des crépitements faibles et constants à la sortie basse fréquence du canal de transmission. L'effet perturbateur est cependant très réduit si le niveau haute fréquence est suffisant. Il disparaît entièrement dès que le courant de traction dépasse une valeur donnée et que des arcs peuvent se former.
- A des vitesses supérieures à 80 à 90 km à l'heure environ et suivant la disposition et l'état de la ligne de contact, l'organe de prise de courant peut être le siège de vibrations provoquant des interruptions totales du passage du courant. Ces interruptions sont particulièrement gênantes dans le cas du courant alternatif et doivent être rendues inoffensives au moyen de montages antiperturbateurs. La chose est possible sans que la qualité de la transmission ait à en souffrir, la durée des interruptions ne dépassant pas en général quelques millisecondes.

Citons à titre d'exemple l'installation des CMN sur laquelle on a mesuré des tensions psophométriques de 2 à 4 mV au niveau -1 (tension du fil de contact 1500 V, courant continu).

4. L'installation à haute fréquence

Le couplage des appareils à haute fréquence à la ligne de contact a lieu par l'intermédiaire de condensateurs résistant aux hautes tensions et dont la capacité est comprise entre 10 et 100 nF. Pour les courants à haute fréquence, leur impédance est généralement négligeable ou peut être réduite au moyen d'organes d'accord. Elle est en revanche très élevée pour les fréquences usuelles du courant de traction et infinie pour le courant continu. Des translateurs de protection, des paratensions et des coupe-circuit à haute tension assurent une protection efficace contre les surtensions. Ce genre de couplage a depuis longtemps fait ses preuves dans les installations à haute fréquence des usines électriques.

L'émetteur et le récepteur sont reliés par le même condensateur à la ligne de contact, respectivement à l'organe de prise de courant. Comme la distance entre deux stations en correspondance peut se modifier

den Hin- und Rückweg eines Gespräches zwei verschiedene Bänder im Trägerfrequenzbereich beansprucht. Die Teilnehmeranschlüsse werden vorzugsweise vierdrähtig geschaltet, können aber für die Herstellung von Verbindungen zu einem fremden Netz auch zweidrahtig ausgeführt werden.

Die Rufsignale werden mittels aufmodulierter Tonfrequenzen übertragen. So lassen sich entweder einfache Morsezeichen nach einem vereinbarten Code oder auch beliebige Impulsserien für die automatische Wahl durchgeben.

Das für Anlagen dieser Art verwendbare Frequenzgebiet erstreckt sich von 20 bis gegen 300 kHz (in der Schweiz nur bis 160 kHz gestattet). Die Sendeleistung ist in den meisten europäischen Ländern auf höchstens 10 oder 20 Watt festgelegt.

Geräusch- und Verzerrungsfreiheit sowie die Reichweite hängen stark von der Modulationsart der Trägerströme ab. Im Prinzip lassen sich alle bekannten Verfahren anwenden, wie Amplituden-, Frequenz- und Impulsmodulation. Wegen zu grosser Bandbreite kommen Impuls- und Frequenzmodulation praktisch kaum in Frage, letztere ausserdem auch nicht wegen der meistens ungenügenden Phasenlinearität der Übertragungsleitung. Es bleiben somit die beiden Amplituden-Modulationsarten: Zweiseiten- und Einseitenband-Übertragung mit mehr oder weniger unterdrücktem Träger.

a) Das Zweiseitenbandverfahren

Dieses System eignet sich wegen der verhältnismässig grossen benötigten Bandbreite im Hochfrequenzbereich (2×8 kHz für einen Gegensprechkanal) und der schlechten Ausnützung der Sendeleistung nur für kleinere Anlagen. Ausserdem können in grösseren Fahrleitungsnetzen infolge der unterschiedlichen Dämpfung der beiden Seitenbänder erhebliche Verzerrungen auftreten. Der einfache Aufbau der Geräte und der geringere Aufwand für die Anschaffung und den Unterhalt sind jedoch dort von Vorteil, wo nicht die äusserste Ausnutzung des Frequenzbandes und die höchste Gesprächsgüte im Vordergrund des Interesses stehen.

Die Anwendung des Wellenwechselprinzips verleiht auch Netzen mit mehreren angeschlossenen Stationen die freie Ruf- und Gesprächsmöglichkeit zwischen zwei beliebigen Teilnehmern, ohne mehr als zwei Frequenzbänder zu beanspruchen. In Ruhelage sind alle Empfänger auf das gleiche Frequenzband 1 abgestimmt. Erfolgt ein Anruf, so schaltet sich die rufende Station automatisch auf Senden in Band 1, Empfangen in Band 2, während in allen übrigen Stationen die Umschaltung verhindert wird und deren Sender somit im Band 2 antworten. Sollen mehrere Teilnehmer gleichzeitig antworten, so muss durch gute Sprechdisziplin und zeitweise Unterdrückung der Trägerfrequenzen die gegenseitige Störung vermieden werden.

constamment et que les qualités de transmission de la ligne sont soumises à des fluctuations, le récepteur doit être muni, pour que le volume du son reste suffisamment constant, d'un régulateur de niveau à fonctionnement rapide et sûr.

Toutes les installations sont montées d'après le système deux fils/deux bandes. Une conversation occupe ainsi deux bandes de la gamme des fréquences porteuses. Les raccordements sont installés de préférence selon le système à quatre fils; ils peuvent cependant être montés d'après le système à deux fils s'ils doivent servir à l'établissement de communications avec d'autres réseaux.

Les signaux d'appel sont transmis au moyen de fréquences audibles modulées. Ils peuvent consister en signaux morse simples ou en séries d'impulsions pour la sélection automatique.

La gamme de fréquences à disposition pour des installations de ce genre s'étend de 20 à 300 kHz (en Suisse, la fréquence maximum autorisée est de 160 kHz). Dans la plupart des pays européens, la puissance d'émission ne doit excéder 10 ou 20 watts.

L'absence de bruits et de distorsion ainsi que la portée dépendent dans une large mesure du genre de modulation des courants porteurs. En principe, tous les genres de modulation (d'amplitude, de fréquence, par impulsions) peuvent être utilisés. Pratiquement, la modulation de fréquence et la modulation par impulsions n'entrent pas en considération, étant donnée leur trop grande largeur de bande; en outre, pour la modulation de fréquence, la linéarité de phase de la ligne de transmission est généralement insuffisante. Ne restent plus ainsi à disposition que les deux systèmes de modulation d'amplitude: transmission sur deux bandes latérales ou sur une seule avec suppression plus ou moins complète du porteur.

a) Le système de transmission à deux bandes latérales

Du fait de la grande largeur de bande nécessaire dans la gamme des hautes fréquences (2×8 kHz pour une voie duplex) et de la mauvaise utilisation de la puissance de l'émetteur, ce système ne convient qu'aux petites installations. En outre, sur les réseaux importants, des distorsions peuvent se produire en raison de l'affaiblissement différent des deux bandes latérales. La construction plus simple des appareils, leur coût plus bas et leur entretien plus facile compensent ces défauts lorsqu'il ne s'agit pas d'utiliser au maximum la bande de fréquence et d'obtenir une transmission impeccable.

Dans les réseaux à plusieurs stations, grâce à l'application du principe du changement d'onde, deux stations peuvent s'appeler et converser librement sans occuper plus de deux fréquences. Au repos, tous les récepteurs sont accordés sur la même fréquence 1. Au moment où une station appelle, elle se met automatiquement en position d'émission sur fréquence 1 et de réception sur fréquence 2, tandis que la commutation est empêchée dans toutes les autres stations

Wellenwechselanlagen werden fast ausschliesslich mit Zweiseitenbandgeräten aufgebaut, obwohl das Verfahren auch auf Einseitenbandgeräte anwendbar wäre. Bei Einseitenbandanlagen wird statt dessen meist die Möglichkeit des leichten Aufbaus von Mehrkanalgruppen ausgenutzt, wobei dann mehrere gleichzeitige Verbindungen hergestellt werden können.

b) Das Einseitenbandsystem

Mit dieser Übertragungsart sind mehrere wesentliche Vorteile verbunden, deren wichtigste sind:

- Die volle Senderleistung steht dem einen Seitenband zur Verfügung. Der Gewinn besteht in einer erheblichen Verbesserung des Störverhältnisses und damit grösserer Reichweite.
- Die Empfindlichkeit auf lineare Verzerrungen ist gering.
- Die Bandbreite für eine Gegensprechverbindung beträgt nur 2×4 kHz. Die Kanäle können frequenzmässig eng benachbart gelegt werden. Es lassen sich daher in einfacher Weise Mehrkanalsysteme aufbauen, deren Anschluss an das bestehende Trägerfrequenz-Telephonienetz möglich ist.

Versuchsfahrten mit Einseitenbandgeräten auf einer Vollbahnstrecke haben gute Resultate gezeigt. Der Aufbau grösserer Zugstelephonnetze wird in einer späteren Veröffentlichung ausführlich behandelt werden.

5. Die Zugstelephonanlage der Chemins de Fer des Montagnes Neuchâteloises⁴⁾

Anlässlich der Elektrifizierung der Strecken La Chaux-de-Fonds—Les Ponts-de-Martel und Le Locle—Les Brenets stellte sich die Frage, ob an der bisherigen niederfrequenten Telephonanlage mit ihren vielen Unzulänglichkeiten festgehalten werden solle oder ob ein anderes System betriebssicherer und wirtschaftlicher wäre.

Die Direktion der CMN entschied sich nach eingehenden Versuchen und betriebstechnischen Erwägungen für die Einführung einer Hochfrequenzstelephonanlage. Die Firma Hasler AG. in Bern übernahm die Entwicklung und Lieferung der erforderlichen Geräte.

Die zu erfüllenden Bedingungen waren folgende:

- Telephonverkehr aller Bahnhöfe unter sich,
- Telephonverkehr aller Motorwagen unter sich,
- Telephonverkehr der Bahnhöfe mit den Motorwagen und umgekehrt,
- Anschluss an das Telephonnetz der Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) sowohl in La Chaux-de-Fonds als auch in Le Locle.

Die Strecke Les Ponts—La Sagne—La Chaux-de-Fonds ist 16 km lang. Die 5 km von La Chaux-de-Fonds entfernte Gleichrichterstation speist den

et que leurs émetteurs sont en position de réponse sur fréquence 2. Si plusieurs stations doivent répondre en même temps, il convient, pour éviter des brouillages, d'observer une stricte discipline dans la correspondance; d'autre part, les fréquences porteuses doivent être temporairement supprimées.

Les installations à changement d'onde sont presque exclusivement équipées d'appareils à deux bandes latérales, bien que le système puisse aussi s'appliquer à des appareils à une bande latérale. On préfère généralement utiliser la possibilité qu'offrent les installations à une bande latérale de constituer des groupes de plusieurs voies permettant l'établissement de plusieurs communications simultanées.

b) Le système de transmission à une bande latérale

Ce système de transmission présente plusieurs avantages dont voici les principaux:

- La puissance d'émission totale est utilisée pour une seule bande. Le rapport signal-bruit est amélioré et, par conséquent, la portée étendue.
- La sensibilité aux distorsions linéaires est faible.
- La largeur de bande nécessaire pour une communication duplex est de 2×4 kHz seulement. Les voies peuvent être très rapprochées les unes des autres. On peut de manière simple établir des systèmes multivoies qu'il est facile de raccorder au réseau existant de téléphonie à courants porteurs.

Des courses d'essai effectuées en pleine voie avec des véhicules munis d'appareils à une bande latérale ont donné de bons résultats. Un prochain article traitera plus en détail de l'établissement de réseaux téléphoniques desservant les trains.

5. L'installation de la téléphonie à bord des trains des Chemins de fer des Montagnes neuchâteloises⁴⁾

Lorsqu'on électrifia les lignes La Chaux-de-Fonds—Les Ponts-de-Martel et Le Locle—Les Brenets, on se demanda si l'on devait conserver l'ancienne installation téléphonique avec tous les inconvénients qu'elle présentait ou s'il valait mieux adopter un autre système plus sûr et plus économique.

Après de nombreux essais, et considérant les avantages qu'en retirerait l'exploitation, la direction des CMN donna la préférence à une installation à haute fréquence. La maison Hasler S.A. à Berne fut chargée de développer et de fournir les équipements nécessaires.

Les conditions à remplir étaient les suivantes:

- Toutes les gares doivent pouvoir correspondre entre elles;
- Toutes les automotrices doivent pouvoir correspondre entre elles;
- Les gares doivent pouvoir correspondre avec les automotrices et vice versa;
- L'installation doit être raccordée au réseau téléphonique des Chemins de fer fédéraux (CFF) à La Chaux-de-Fonds et au Locle.

⁴⁾ Vgl. Hasler Mitt. 9 (1950), 30.

⁴⁾ cf. Hasler Mitteilungen 9 (1950), 30.

Fahrdraht mit 1500 Volt Gleichstrom. Auszurüsten waren vier Bahnhöfe und drei Motorwagen, die gleichzeitig auf der Strecke sein können.

Die Strecke Le Locle—Les Brenets ist nur ungefähr 4 km lang. Sie wird ebenfalls mit 1500 Volt Gleichstrom betrieben. Die beiden Endstationen und zwei Motorwagen wurden ausgerüstet.

Die Anlage arbeitet mit Zweiseitenbandmodulation und Wellenwechsel.

Der geringe im Motorwagen zur Verfügung stehende Raum und die gestellte Bedingung der Austauschbarkeit aller HF-Stationen im vorgesehenen Netz haben die Konstruktion der Geräte weitgehend bestimmt. Die Ausrüstung eines Bahnhofes oder eines Motorwagens besteht aus folgenden Aggregaten:

- Telephonstation,
- HF-Station mit Befestigungsrahmen,
- Speisung,
- Kopplungselemente.

Die im Motorwagen untergebrachte Telephonstation ist für den Motorwagenführer gut erreichbar. In den Bahnhöfen brachte man die Einrichtungen an der für die Dienstbedürfnisse am besten geeigneten Stelle an. Um die Wartung der HF-Stationen zu erleichtern, ist diese sowohl in den Motorwagen als in den Bahnhöfen an einer gut zugänglichen Stelle montiert.

Die HF-Stationen der Bahnhöfe und der Motorwagen sind auswechselbar, wobei die elektrischen Verbindungen zwischen HF-Station und Befestigungsrahmen durch Messerkontakte hergestellt werden. Der Befestigungsrahmen in den Motorwagen ist auf Gummiunterlagen an der Wand montiert, um schädliche Erschütterungen zu dämpfen.

Ein Netzgleichrichter speist die Ausrüstung in den Bahnhöfen, während eine Umformergruppe, die den notwendigen Strom der Batterie des Motorwagens entnimmt, diejenige der Motorwagen speist.

Da beide Netze nur wenige Teilnehmer haben, wurde auf die automatische selektive Wahl verzichtet und das einfache System der auf allen Stationen gleichzeitig ertönenden Morsesignale beibehalten, das auch sonst häufig für Streckentelephone verwendet wird. Dagegen konnten durch die Verwendung verschiedener Ruffrequenzen die Rufzeichen für feste und mobile Stationen getrennt werden, so dass sich der Verkehr zwischen den Bahnhöfen ohne Störung für die Zugführer abwickelt.

Die beiden Anlagen haben sich im Betrieb gut bewährt und bieten eine Dienstverbindung, die in Bezug auf Verständlichkeit und Geräuschfreiheit wesentlich besser ist als die alte Streckentelephonanlage.

6. Schlussbemerkungen

Es ergibt sich aus dem Vorstehenden, dass, bei Beachtung der nötigen Vorsichtsmassregeln, gute bis ausgezeichnete Verbindungen über die Fahrleitung

La ligne Les Ponts-de-Martel—La Sagne—La Chaux-de-Fonds est longue de 16 km. La station de redresseurs installée à 5 km de La Chaux-de-Fonds alimente la ligne de contact en courant continu sous une tension de 1500 volts. Il s'agissait d'équiper pour la correspondance 4 gares et 3 automotrices pouvant se trouver ensemble en service.

La ligne Le Locle—Les Brenets ne mesure que 4 km environ. Elle est également exploitée en courant continu sous 1500 volts. Les deux stations extrêmes et deux automotrices ont été équipées pour la correspondance.

Toute l'installation travaille d'après le système de modulation à deux bandes latérales et le principe du changement d'onde.

Le genre de construction des appareils a été déterminé par la place réduite à disposition sur les automotrices et la condition imposée que toutes les stations HF soient interchangeables. L'équipement d'une gare ou d'une automotrice comprend les organes suivants:

- une station téléphonique,
- une station HF avec cadre de fixation,
- l'alimentation,
- des éléments de couplage.

La station téléphonique de l'automotrice est placée à portée du mécanicien. Dans les gares, l'appareil est placé à l'endroit le mieux approprié d'après les besoins du service. Pour faciliter l'entretien des stations HF, on les a montées, sur les automotrices comme dans les gares, à un endroit facilement accessible. Ces stations sont interchangeables; les communications électriques entre elles et leurs cadres de fixation sont assurées par des contacts à couteau. Sur les automotrices, le cadre est muni de supports de caoutchouc qui amortissent les trépidations.

L'équipement des gares est alimenté par un redresseur branché sur le réseau, tandis que celui des automotrices reçoit le courant d'un groupe convertisseur alimenté lui-même par la batterie de l'automotrice.

Les deux réseaux ne comprenant qu'un petit nombre de raccordements, on a renoncé à la sélection automatique et adopté le système simple des signaux morse retentissant à toutes les stations, tel qu'il est fréquemment employé pour le téléphone des chemins de fer. En revanche, on a pu, par l'emploi de fréquences d'appel différentes, séparer les appels destinés aux gares de ceux qui concernent les automotrices; la correspondance entre les gares peut ainsi s'échanger sans que les conducteurs d'automotrice soient dérangés.

Les deux installations ont rendu les services qu'on en attendait; au point de vue de la qualité de la transmission et de l'absence de bruit, elles surclassent nettement l'ancien téléphone de ligne.

6. Conclusion

De ce qui précède, il ressort que, pourvu que les précautions nécessaires soient prises, des communications de qualité bonne à excellente peuvent être

elektrischer Bahnen geschaffen werden können, unabhängig von Stromart und Fahrdrachtspannung. Die Reichweite kann nach den bisherigen Erfahrungen, je nach dem Aufbau der Fahrleitung der Strecke, 20...50 km betragen. Der Übergang auf grössere Netze kann durch die Anwendung der Einseitenbandtechnik geschaffen werden. Damit ist im Prinzip auch der Anschluss von Zugstelephonanlagen an das öffentliche Netz möglich. Die dabei auftretenden Probleme bedürfen aber im einzelnen noch weiterer eingehender Studien.

Adresse des Verfassers: Berchtold Lauterburg, Physiker, i. Fa. Hasler AG., Bern

Zeitachse für die Aufnahme einmaliger tonfrequenter Vorgänge mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen

Von Hans Meister, Bern 778:621.317.75

Zusammenfassung. Es wird die Schaltung einer Zeitachse für die Aufnahme einmaliger Vorgänge beschrieben, die an einen beliebigen handelsüblichen Kathodenstrahl-Oszillographen angeschlossen werden kann, bei dem Steuergitter (Wehneltzylinder) und Kathode zugänglich sind.

Das Gerät steht seit drei Jahren im Betrieb und hat sich auf einem grossen Anwendungsgebiet gut bewährt.

1. Allgemeines

Zur Aufnahme rasch verlaufender einmaliger Vorgänge mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen benötigt man ein Gerät, das bei Beginn des aufzunehmenden Vorganges an die Horizontal-Ablenkplatten eine linear mit der Zeit ansteigende Spannung legt, um den zeitlichen Verlauf des Signals längs der X-Achse abbilden zu können. Um eine Vorbelichtung des Filmes zu verhindern, darf der Strahl nur während des einmaligen Durchganges freigegeben werden; vorher und nachher wird der Strahl durch eine geeignete Schaltung unterdrückt.

Die im Handel erhältlichen Kathodenstrahl-Oszillographen sind teilweise mit Einrichtungen zur einmaligen Strahlablenkung ausgerüstet. Mit Ausnahme der teuersten Geräte erfüllen sie jedoch meistens die Erfordernisse für eine allgemeine Verwendung im Niederfrequenzgebiet aus folgenden Gründen nicht:

- a) keine Strahlspernung,
- b) Auslösung nur durch das Betätigen eines Kontaktes möglich,
- c) zu grosse Auslöseverzögerung, weil vor der eigentlichen Ablenkung ein Strahlrücklauf eintritt,
- d) nur wenige, in Stufen einstellbare Ablenkzeiten,
- e) Auslösung nur durch sehr steile Impulse,
- f) Unterbruch der Ablenkung beim Auftreten grösserer Spannungsimpulse während der Aufnahme des Oszillogrammes.

Mit dem Bau des nachfolgend beschriebenen Gerätes wurde versucht, diese Mängel zu vermeiden.

etabliert par les lignes de contact des chemins de fer électriques, quels que soient le genre de courant et la tension des lignes de contact. D'après les expériences faites, la portée peut atteindre 20 à 50 km, suivant le genre de construction de la ligne de contact. Ce genre de transmission peut être appliqué à des réseaux plus étendus, grâce à l'emploi du système à une seule bande latérale. En principe, il sera possible de raccorder les installations téléphoniques des trains au réseau téléphonique public. Cependant, les problèmes que pose cette extension ne sont pas encore résolus dans tous leurs détails.

Adresse de l'auteur: Berchtold Lauterburg, physicien de la maison Hasler S. A., Berne.

Base de temps pour la photographie, au moyen d'un oscillographe cathodique, de phénomènes de fréquence audible isolés

Par Hans Meister, Berne 778:621.317.75

Résumé. L'auteur décrit une base de temps pour la photographie de phénomènes isolés pouvant être raccordée à un oscillographe cathodique quelconque de modèle courant dont on peut atteindre la grille pilote (cylindre de Wehnelt) et la cathode. L'appareil est en service depuis trois ans et a fait ses preuves dans un champ d'application étendu.

1. Généralités

Pour photographier au moyen d'un oscillographe cathodique les phénomènes isolés se déroulant rapidement, il faut avoir recours à un dispositif qui, au début du phénomène à enregistrer, applique aux plaques de déviation horizontale une tension augmentant linéairement avec le temps et permettant de photographier la marche momentanée du signal le long de l'axe X. Afin d'éviter une exposition prématurée du film, le rayon ne doit être libéré que pendant l'unique passage du signal; il doit être supprimé avant et après par un dispositif approprié.

Certains oscillographes cathodiques qu'on trouve dans le commerce sont équipés de dispositifs donnant une déviation unique du rayon. Toutefois, à l'exception des appareils très chers, la plupart d'entre eux ne remplissent pas les conditions voulues pour être utilisés d'une manière générale dans le domaine de la basse fréquence, ceci pour les raisons suivantes:

- a) ils ne permettent pas de bloquer le rayon;
- b) on ne peut les déclencher qu'en actionnant un contact;
- c) le déclenchement se fait avec un trop grand retard car, avant la déviation proprement dite, il y a un retour du rayon;
- d) il n'y a que peu de temps de déviation réglables, et par étages seulement;
- e) le déclenchement ne se fait que par des impulsions très raides;
- f) la déviation est interrompue si une grande impulsion de tension se produit durant l'enregistrement de l'oscillogramme.