

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 11 (1933)

Heft: 2

Artikel: Die Fernwahl = La selection interurbaine

Autor: Lubberger

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873550>

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: 18.02.2026

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

Technische Mitteilungen

Herausgegeben von der schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

Bulletin Technique

Publié par l'Administration des
Télégraphes et des Téléphones suisses



Bollettino Tecnico

Pubblicato dall' Amministrazione
dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

Inhalt — Sommaire — Sommario: Die Fernwahl. La sélection interurbaine. — Neue Impuls-Messgeräte. Nouveaux enregistreurs d'impulsions. — Endverstärker für Fernsprech-Teilnehmer. — Amplificateur terminal pour station d'abonné. — Das schweizerische Kabelnetz im Dienste der internationalen Telephonie. — Politique observée par l'Administration des téléphones dans ses prestations et ses taxes. — Teslas Entdeckung des Drehfeldes und der Drehstrom-Kraftübertragung. — Die Verwendung der Telegraphenmarken in der Schweiz, 1868—1886. Sur l'emploi des timbres-télégraphe en Suisse, 1868—1886. — Verschiedenes. Divers: „Tötung durch Schwachstrom.“ — Fraternité.....téléphonique. — Nuovo circuito telefonico Zurigo-Venezia. — Essais de conversation téléphonique Londres-Stamboul. — Langstrecken-Radiotelephonie an Bord des Norddeutschen Lloydampfers „Bremen“. — Irving P. Langmuir. — Ueber die Haftung der Deutschen Reichspost für Ausästung von Bäumen. — Werbedienst in Ungarn. — Un peu d'arithmétique téléphonique. — Juristsprache. — Chinas Telephonistinnen. — Durchhalten! — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Die Fernwahl.

Die stete Zunahme der Herstellung von Fernsprechverbindungen über Fernleitungen mit der so genannten Fernwahl und die damit verknüpfte Beschleunigung des Ferndienstes erregt das Interesse nicht nur der daran beteiligten Techniker, sondern auch der Gebraucher des Ferndienstes. Ferner ist die Fernwahl auch ein lehrreiches Kapitel der technischen Geschichte, denn wieder einmal hatte eine technische Gedankenreihe vor 50 Jahren begonnen und ist erst in den letzten Jahren durch die gegenseitige Befruchtung von Wissenschaft und Technik in den Grossbetrieb übergegangen.

Die Fernwahl ist eine Nummernwahl zwischen entfernt liegenden Ortschaften mit Selbstwähler-Fernsprech-Einrichtungen über Freileitungen, auch Kraftleitungen oder Kabelleitungen mit oder ohne Verstärker oder schliesslich auch über drahtlose Kanäle. Die Nummernwahl ist bekanntlich nichts anderes als eine bestimmte Art der Telegraphie. Die Anfänge der Fernwahl müssen also in der Telegraphie gesucht werden.

Die elektrische Telegraphie begann vor mehr als 100 Jahren mit Gleichstromzeichen. Bald kamen die Duplex- und Quadruplex-Schaltungen, das sind Verfahren, um den teuersten Teil der Anlage, die Leitungen, besser auszunutzen. Die Gleichstromtelegraphie umspannt bekanntlich ganze Kontinente und Ozeane. Wenn Gleichstrom nicht für die Fernwahl über grosse Strecken brauchbar ist, so kann das nicht in einem Mangel an Reichweite oder Mehrfachausnutzung liegen. Die verhältnismässig kleinen Entfernungen der Gleichstrom-Fernwahl, die sogenannte 1000-Ohm-Grenze, sind nicht durch die Forderungen der Sprachübertragung bedingt. Diese ist bekanntlich ein Wechselstromvorgang und die Fernsprechtechnik zielt vor allem auf die beste und wirtschaftlichste Uebertragung der Sprache hin; die Signa-

La sélection interurbaine.

L'emploi du système de sélection directe pour l'établissement des communications interurbaines se propageant de plus en plus en même temps que le service téléphonique s'accélère, on conçoit que ce système commence à intéresser non seulement les techniciens qui s'occupent de cette branche, mais aussi les simples usagers du téléphone. L'histoire de la sélection interurbaine constitue un des chapitres les plus instructifs de l'histoire de la technique. Née du développement des pensées jaillies il y a 50 ans du cerveau des techniciens, ce n'est que ces derniers temps que, fécondée par la science et la technique, la sélection interurbaine est devenue une réalité et a passé dans le domaine pratique.

La sélection interurbaine est un système permettant aux abonnés de localités éloignées, disposant d'installations automatiques, de s'appeler directement au moyen du disque d'appel par l'intermédiaire de lignes aériennes, de conduites électriques ou de câbles, munis ou non d'amplificateurs, ou enfin de liaisons radiophoniques. La transmission des numéros au moyen du disque n'est en somme qu'un genre de télégraphie. C'est pourquoi l'origine de la sélection interurbaine doit être recherchée dans la télégraphie même.

La télégraphie électrique débute, il y a plus de 100 ans, en utilisant des signaux de courant continu. Bientôt, pour pouvoir tirer un plus grand parti des lignes, qui constituent la partie la plus coûteuse de l'installation, on eut recours aux systèmes duplex et quadruplex. Aujourd'hui, la télégraphie par courant continu étend son réseau sur tout le globe. Si le courant continu ne peut pas être employé pour la sélection interurbaine à de grandes distances, ce n'est donc pas parce que ce courant ne pourrait pas être transmis assez loin ou qu'on ne pourrait pas utiliser les lignes pour des transmissions multiples.

lisierung (Fernwahl, Anruf-, Schlusszeichen usw.) ist nur Mittel zum Zweck. Eine ganz neue Wissenschaft, die Elektroakustik, hat die Technik der Fernleitungen immer mehr vom Gleichstromweg abgedrängt, und heute ist die Technik gezwungen, die Signalisierung der Sprachübertragung unterzuordnen, d. h. zum Wechselstrombetrieb überzugehen. Nicht vergessen sei auch die Erscheinung, dass die Erfolge der Signalisierung mit Wechselströmen im Fernsprechwesen heute umgekehrt auch der Telegraphie zugute kommen, die jetzt als Wechselstrom-Telegraphie grosse Erfolge gezeigt hat.

Nachdem Helmholtz die Natur der Töne erforscht hatte, begannen die Versuche einer mehrfachen Telegraphie durch Ueberlagerung verschiedener Frequenzen.

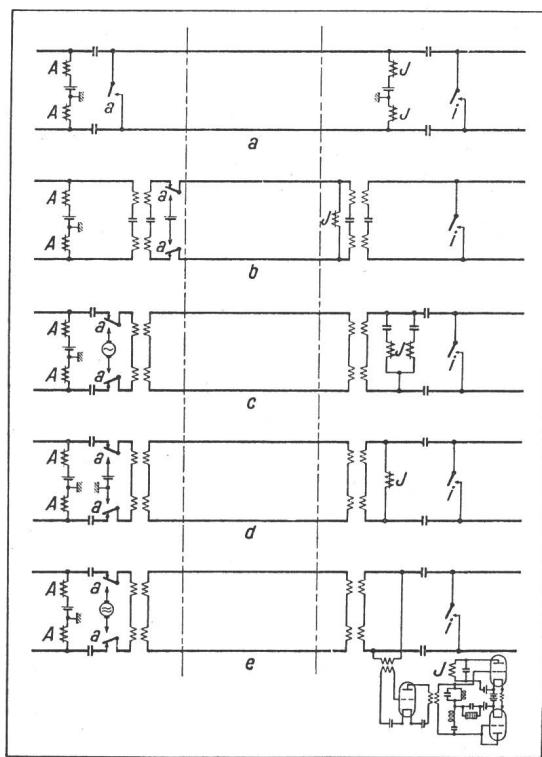
Der erste Erfinder dürfte Elisha Gray sein, der im Oktober 1877 mehrere an die Leitung gelegte, abgestimmte Pendel als Sender vorschlug, die bei ihrer Erregung Gleichstromstöße in genauen Abständen über die Leitung schickten. Als Empfänger dienten abgestimmte Relais. 1893 führte Mercadier in Chicago eine Wechselstrom-Telegraphie mit mehreren Frequenzen vor. Die Absicht war, gleichzeitig mehrere Telegramme über die Leitung schicken zu können, indem jedem Telegramm ein eigener Kanal zugewiesen wurde. Die Frequenzen wurden durch Stimmabelunterbrecher erzeugt und über Transformatoren auf die Leitung gegeben. Als Empfänger dienten abgestimmte Relais. Diese und weitere Versuche waren in einzelnen Anlagen erfolgreich, befriedigten aber nicht voll, weil die Justierung der mechanisch abgestimmten Empfänger schwierig und die Uebertragung langsam war. Die Gründe für die Schwierigkeiten in der Uebertragung waren damals noch nicht erkannt. Sie liegen darin, dass ein Gleich- oder Wechselstrom über eine mit Kapazität und Impedanz behaftete lange Leitung erhebliche Zeit zum Ein- und Ausschwingen verlangt. Ferner weiss man heute, dass bei einem Gemisch von Frequenzen neue Frequenzen (Seitenbänder) entstehen. Die Wissenschaft musste erst mathematisch und physikalisch den Wirrwarr klären und Mittel angeben, wie man jede gewünschte und vor allem nicht gewünschte Frequenz beherrschen kann. K. W. Wagner zeigte im Archiv für Elektrotechnik III 1915 eine allgemeine Theorie der Kettenleiter und entwickelte daraus zur gleichen Zeit als Sonderfall die Theorie der Siebketten (Filter). Diese letztere Theorie wurde bis 1919 zurückgehalten, wo sie dann im Archiv für Elektrotechnik VIII erschien. Unabhängig von ihm hatte auch der Amerikaner G. A. Campbell die Grundlage für die Siebketten gefunden, worüber er zuerst im Bell-System Technical Journal, November 1922, berichtete. Mit einem Filter kann man aus einem Gemisch von Frequenzen eine gewünschte Bandbreite heraussieben.

Die ältere Wechselstrom-Telegraphie arbeitet mit mechanisch abgestimmten Empfängern. Als dann die Lieben-Röhre und die Hochvakuumverstärker entstanden waren, die dazu dienen, sowohl zu verstärken als auch gleichzurichten, war es möglich, die ankommenden Wechselströme in Gleichströme zu verwandeln und gleichzeitig zu verstärken, so dass Gleichstromapparate als Empfänger verwendbar wur-

den. La distance relativement courte, appelée la limite des 1000 ohms, sur laquelle on pratique la sélection interurbaine par courant continu, n'est pas imposée par les exigences de la transmission de la voix, qui est analogue à la transmission d'un courant alternatif. La technique téléphonique cherche, avant tout, à transmettre la voix le plus économiquement et dans les meilleures conditions possibles; la signalisation (sélection, signal d'appel, signal de fin, etc.) n'est que le moyen qui lui permet d'atteindre ce but. Une science toute nouvelle, l'électro-acoustique, pousse les techniciens s'occupant des lignes interurbaines à abandonner de plus en plus le courant continu. Elle les oblige aujourd'hui à subordonner la signalisation à la transmission de la voix, c'est-à-dire à passer à un système employant le courant alternatif. Il convient de faire remarquer qu'en revanche, le développement de la signalisation par courant alternatif dans le domaine du téléphone a eu d'heureuses répercussions dans le domaine du télégraphe, où la télégraphie harmonique remporte aujourd'hui d'importants succès.

Les études faites par Helmholtz sur la nature des sons permirent d'entreprendre des essais de télégraphie multiple par la superposition de différentes fréquences.

Le premier qui imagina ce système fut probablement Elisha Gray qui, en octobre 1877, proposa d'intercaler sur la ligne, en guise de transmetteurs, plusieurs pendules syntonisés qui, mis en mouvement, envoyoyaient sur la ligne, à des intervalles réguliers, des impulsions de courant continu. Des relais syntonisés servaient de récepteurs. En 1893, Mercadier présenta à Chicago un système de télégraphie harmonique à plusieurs fréquences. Son but était d'arriver à transmettre simultanément plusieurs télégrammes sur une même ligne en attribuant à chaque télégramme une fréquence déterminée. Ces fréquences étaient engendrées par un diapason interrupteur et transmises sur la ligne par des transformateurs. Des relais syntonisés servaient de récepteurs. Ces essais et d'autres effectués plus tard furent couronnés de succès dans quelques installations, mais ne donnèrent cependant pas entière satisfaction, du fait qu'il était difficile d'obtenir mécaniquement une syntonisation parfaite des récepteurs et que la transmission était trop lente. Les causes des difficultés éprouvées dans la transmission n'avaient, à cette époque, pas encore pu être déterminées. Elles résidaient dans le fait qu'une impulsion de courant continu ou alternatif passant par un long conducteur affecté de capacité et d'impédance est retardée par des phénomènes transitoires. D'autre part, on sait aujourd'hui que dans un mélange de fréquences apparaissent toujours de nouvelles fréquences (bandes latérales). La science devait donc s'efforcer premièrement de débrouiller ce mélange au point de vue mathématique et physique et d'indiquer les moyens de maîtriser les fréquences désirées et par dessus tout les fréquences indésirables. Dans l'„Archiv für Elektrotechnik“ III, 1915, K. W. Wagner expose la théorie générale des réseaux récurrents et développe en particulier la théorie des filtres en échelle. Cette théorie des filtres ne fut rendue publique qu'en 1919, époque à laquelle elle



Grundsätzliche Darstellung der Fernwahlmöglichkeiten.

Die Anordnungen a und b zeigen die grundsätzliche Anordnung für Gleichstromimpulsgabe über kurze und lange Fernleitungen. Bei kurzen Fernleitungen wird eine Kondensatorabriegelung benutzt, bei langen Fernleitungen liegt sowohl der Gleichstromkontakt α als auch das Stromstossrelais J in der Fernleitung. Die Anordnung c zeigt die normale Wechselstromgabe über lange Leitungen mit 50periodigem Strom. Die Wechselstromquelle gibt über die α -Kontakte die Wechselstromstöße über die lange Fernleitung, die auf der Empfangsseite von dem Wechselstromrelais J aufgenommen und durch einen Kontakt gleichstromseitig weitergegeben werden. In der Anordnung grundsätzlich nicht verschieden ist die induktive Impulsgabe nach Schema d. Die Primärseite der Uebertragung wird an Batterie gelegt, wodurch der Induktionsschliessungsstrom erzeugt wird, und über die Leitung fliesst. Hierdurch wird auf der Empfangsseite ein Relais erregt, das auch polarisiert sein kann.

Die Tonfrequenzfernwahl mit 500 Hz zeigt die Anordnung e, wobei in der Fernleitung beliebig viele Verstärker liegen. Die Signalstromstöße gelangen über einen Vorverstärker zum Tonfrequenzsignalempfänger und von hier aus direkt in das Amt.

Principes des différents systèmes de sélection interurbaine.

Les figures a et b représentent en principe l'équipement nécessaire à la transmission d'impulsions de courant continu sur les lignes interurbaines, courtes et longues. Lorsqu'il s'agit de courtes lignes, on intercale des condensateurs à leurs extrémités; lorsqu'il s'agit de longues lignes, on intercale le contact α du courant continu ainsi que le relais des impulsions J directement sur la ligne. La figure c montre l'équipement normal nécessaire à la transmission d'impulsions de courant alternatif à 50 périodes sur les longues lignes. La source de courant alternatif donne les impulsions par le contact α sur la longue ligne interurbaine. Au poste récepteur, ces impulsions sont reçues par le relais à courant alternatif J et retransmises côté courant continu par le contact i . L'équipement nécessaire à la transmission d'impulsions induites représenté à la figure d ne diffère pas en principe du précédent. L'enroulement primaire du translateur est raccordé à la batterie, ce qui a pour effet d'engendrer le courant d'induction qui circule sur la ligne et qui, au poste récepteur, excite un relais. Ce relais peut être polarisé. La figure e nous montre l'équipement nécessaire à la sélection par fréquences vocales de 500 périodes, équipement avec lequel on peut intercaler sur la ligne un nombre quelconque d'amplificateurs. Les impulsions de courant d'appel arrivent par un amplificateur d'entrée au récepteur de signaux à fréquences vocales, et de là directement au central,

fut exposée dans l'„Archiv für Elektrotechnik“ VIII. Indépendamment de Wagner, l'américain C. A. Campbell découvrit lui aussi les principes des filtres en échelle, qu'il exposa pour la première fois en novembre 1922 dans le „Bell-System Technical Journal“. A l'aide d'un filtre, on peut extraire d'un mélange de fréquences la bande de fréquences désirée.

L'ancienne télégraphie harmonique utilisait des récepteurs syntonisés mécaniquement. La découverte des lampes Lieben et des amplificateurs à lampes, qui peuvent servir aussi bien de redresseurs que d'amplificateurs, permit de transformer les courants alternatifs en courants continus tout en les amplifiant et d'employer ainsi comme récepteurs des appareils à courant continu. L'emploi du filtre, du redresseur et de l'amplificateur est donc la base sur laquelle repose la télégraphie harmonique moderne.

La sélection interurbaine est cependant plus compliquée que la télégraphie harmonique, car les systèmes de téléphonie automatique forment une combinaison de télégraphie et de téléphonie. Ces deux éléments ne doivent pas se gêner mutuellement, c'est-à-dire qu'il faut avant tout que la voix ne puisse pas engendrer des courants de signalisation.

On peut pour la sélection numérique utiliser des fréquences qui, pratiquement, ne se rencontrent pas dans la voix humaine, c'est-à-dire des fréquences assez basses (50 périodes). C'est le principe du premier stade de développement: *la sélection par courant alternatif*. On peut aussi utiliser les fréquences qui sont contenues dans la voix humaine, mais on doit alors veiller à ce qu'elles n'actionnent pas les signaux. C'est sur cette base que repose le système de *sélection par fréquences vocales*. On peut enfin utiliser des fréquences inaudibles; on obtient alors ce qu'on appelle la *sélection par ondes porteuses*, sélection agissant soit par fil soit sans fil.

La sélection par courant alternatif utilise une fréquence de 50 périodes. C'est aux Etats-Unis, en 1916, que ce système fut suggéré pour la première fois et ce sont les difficultés constatées dans le fonctionnement d'une installation en service qui conduisirent à son application pratique. En 1923 fut installé, à 60 km au sud de Munich, à Weilheim, le premier central automatique utilisant la sélection à distance par courant continu. Un peu plus tard, le chemin de fer Munich-Garmisch était électrifié et l'on put constater que le courant employé par le chemin de fer gênait considérablement la sélection numérique et troubloit l'audition. Déjà auparavant, M. Hebel, qui avait prévu ces perturbations, avait commencé de les combattre en remplaçant le courant continu par du courant alternatif à 50 périodes. Les deux extrémités des lignes interurbaines furent équipées de transformateurs qui empêchaient les courants perturbateurs du chemin de fer de pénétrer dans les centraux. On fut obligé alors d'avoir recours à la sélection numérique inductive. Le courant envoyé avait une fréquence de 50 périodes et actionnait au central d'arrivée un relais de phases. Un relais de phases comprend deux circuits magnétiques. Afin d'empêcher l'armature de vibrer, les deux enroulements d'excitation de ce relais sont disposés de telle façon que les courants circulant dans ces enroule-

den. Die Siebkette, die Gleichrichtung und die Verstärkung sind nunmehr die Grundlagen der modernen Wechselstrom-Telegraphie.

Die Fernwahl aber verlangt mehr als die Wechselstrom-Telegraphie, denn die Selbstanschluss-Fernsprechsysteme sind eine Vereinigung von Telegraphie und Fernsprechen. Diese beiden Vorgänge dürfen sich gegenseitig nicht stören; vor allem darf die Sprache nicht signalisieren.

Man kann die Nummernwahl mit so niederen Frequenzen geben (50 Hz), dass die Sprache diese Frequenzen praktisch nicht enthält. Das ergibt die Grundlage der ersten Entwicklungsreihe, der sogenannten „Wechselstromwahl“. Man kann die Nummernwahl mit Frequenzen geben, die auch in der Sprache enthalten sind. Dann muss man dafür sorgen, dass die Sprachfrequenzen die Signale nicht erregen. Das gibt die Grundlage der sogenannten „Tonfrequenzwahl“. Endlich kann man die Nummernwahl auch mit nicht hörbaren Frequenzen senden. Das gibt die „Nummernwahl mit Trägerwellen“, die entweder drahtgerichtet oder drahtlos fortschreiten.

Die Wechselstromwahl ist eine Nummernwahl mit etwa 50 Hz. Die ersten Anregungen dazu entstanden 1916 in den Vereinigten Staaten. Die praktische Ausführung entstand aus einer Schwierigkeit in einer arbeitenden Anlage. 1923 wurde 60 km südlich von München das erste Selbstanschlusamt mit Gleichstromfernwahl, Weilheim, gebaut. Etwas später wurde die Bahn München-Garmisch elektrifiziert. Die Bahnströme störten die Nummernwahl, auch das Sprechen ganz erheblich. M. Hebel hatte schon vorher begonnen, die erwarteten Störungen zu bekämpfen, und zwar durch die Wechselstromwahl mit 50 Hz. Die Fernleitungen wurden an beiden Enden durch Transformatoren abgeriegelt, so dass die Bahnstörungen nicht mehr ins Amt gelangten. Dann war aber eine induktive Nummernwahl notwendig. Man sandte mit 50 Hz; im Empfangsamt spricht ein Phasenrelais auf diese Wechselströme an. Ein Phasenrelais hat zwei magnetische Kreise, deren Erregerwicklungen phasenverschobene Wechselströme führen, so dass der Anker nicht klappert. Im Mai 1925 wurden die ersten Wechselstromübertrager in diese Anlage eingeschaltet.

Die Selbstanschlusstechnik verlangt die Übertragung einer Mehrzahl von „Kriterien“, d. h. verschiedenartiger Vorgänge zur Einleitung von Umschaltungen. Die Nummernwahl selbst ist eine Aufeinanderfolge von etwa 60 Millisekunden (z. B.) Strom und 40 Millisekunden (z. B.) Stromlosigkeit. Die Auslösung (das ist ein anderes Kriterium) ist ein Strom von etwa 150 Millisekunden Dauer. Der Fernbetrieb kann noch andere Kriterien (Antwortzeichen, Aufschalten, zwangsweise Trennung, Zählzeichen) verlangen. Im wesentlichen kommt es immer auf die genaue Festlegung des Anfangs und des Endes des Signals an. Was zwischen diesen Augenblicken vor sich geht, ist an sich belanglos.

Die geschilderte Wechselstromwahl stellt nun eine Forderung, die nicht immer erfüllt ist, oder unerwünschte Kosten verursacht. Sie verlangt einen Anschluss an das Starkstromnetz (das manchmal aussetzt) oder einen Polwechsler an jeder sendenden

Stations sind déphasés l'un par rapport à l'autre. En mai 1925, on équipa cette installation des premiers translateurs à courant alternatif.

La technique de l'automatique exige la transmission d'un certain nombre de „critères“, c'est-à-dire une suite d'opérations préparant les commutations. La sélection numérique elle-même est, par exemple, une suite d'émissions de courant d'environ 60 millisecondes et d'interruptions de courant de 40 millisecondes. La déconnexion (un autre „critère“) est provoquée par l'émission d'un courant de 150 millisecondes. Le service interurbain peut exiger encore d'autres „critères“ (signaux de réponse, mise en circuit, rupture forcée, signaux de comptage). En substance, il s'agit toujours de fixer exactement le commencement et la fin d'un signal. Ce qui se passe entre ces deux instants précis est sans importance.

Le système de sélection par courant alternatif, tel que nous l'avons décrit, ne peut être mis en service qu'à une condition qui n'est pas toujours réalisée ou dont la réalisation occasionne souvent de grands frais: Il exige que l'installation soit raccordée au réseau de courant fort (dont le courant peut faire défaut) ou que chaque station émettrice d'impulsions soit équipée d'un inverseur de polarité. On peut aussi provoquer le commencement et la fin d'un signal au moyen de la „sélection inductive par courant continu“, qui n'exige qu'une faible source de courant continu. Pour émettre une impulsion, on envoie un courant continu dans le premier enroulement du transformateur. Cette impulsion parcourt la ligne jusqu'au poste récepteur où elle actionne un relais polarisé. Dès que le courant continu est interrompu, une impulsion de sens opposé est envoyée sur la ligne et le relais polarisé est ramené dans sa première position. Comme pour la sélection par courant alternatif, les „critères“ de la sélection numérique, la déconnexion, etc. sont déterminés par la durée d'excitation du récepteur.*)

Si l'on intercale des amplificateurs sur la ligne interurbaine, la fréquence de 50 périodes et les impulsions induites ne traversent pas les amplificateurs, mais doivent être détournées par des filtres ou des translateurs à relais. Des dispositifs de ce genre doivent être établis dans chaque station de répéteurs. Les trains d'ondes de 50 périodes et les impulsions induites ne sont donc pas amplifiés; ils sont ainsi soumis à l'affaiblissement total du câble. Ces trains d'ondes et ces impulsions sont efficaces sur une distance à peu près égale à la longueur du tronçon qui sépare deux amplificateurs. On peut connecter en série plusieurs de ces tronçons lorsque, à leur extrémité, on dispose des moyens de répéter les signaux. Cette répétition des signaux n'est pas possible sans autre sur les grands câbles interurbains qui se composent d'un grand nombre de tronçons. Pour éviter l'installation d'appareils accessoires, on préfère la sélection à travers les amplificateurs mêmes. Cela nous conduit à la sélection par fréquences vocales.

Dans ce cas, les lignes interurbaines servent aussi bien à transmettre les courants audibles que les courants de signalisation composés de fréquences con-

* Voir Bulletin Technique no 1/1933, „L'appel par impulsions induites sur les lignes téléphoniques équipées de translateurs,“ par H. Abrecht.

Station. Man kann nun Anfang und Ende eines Signales auch festlegen durch die „*induktive Gleichstromwahl*“, die nur eine kleine Gleichstromquelle verlangt. Zum Senden schickt man einen Gleichstrom durch die Erstwicklung des abriegelnden Transformators. Ueber die Leitung fliest dann eine Stromspitze, die im Empfänger ein polarisiertes Relais umlegt. Wird der Gleichstrom unterbrochen, so fliest eine Stromspitze umgekehrter Richtung über die Leitung, wodurch das polarisierte Relais wieder zurückgelegt wird. Wie bei der Wechselstromwahl liegen die Kriterien für Nummernwahl, Auslösen usw. in der Dauer der Erregung des Empfängers.*)

Schaltet man Verstärker in die Fernleitung ein, so werden die 50 Hz und Stromspitzen durch die Verstärker nicht weitergegeben. Sie werden durch Siebketten oder Relaisübertragungen um die Verstärker herumgeleitet. Die Umgehungen müssen in jedem Verstärkeramt eingebaut werden. Die 50 Hz. Wellenzüge und die Stromspitzen werden also nicht verstärkt und sind der gesamten Dämpfung des Kabels unterworfen. Sie sind erfolgreich ungefähr über die Länge eines Verstärkerabschnittes. Man kann mehrere solche Abschnitte zusammenstücken, wenn am Endpunkt des Verstärkerabschnittes Gelegenheit besteht, die Signale zu wiederholen. Das ist bei langen Fernkabeln, die aus vielen Verstärkerabschnitten bestehen, nicht ohne weiteres möglich. Man wünscht Zusätze zu vermeiden, also die Nummernwahl über die Verstärker selbst zu senden. Das führt zur *Tonfrequenzwahl*.

Es soll über Fernleitungen gesprochen und mit Frequenzen im Sprechbereich auch signalisiert werden, wobei Anordnungen getroffen sind, dass die Signalströme die Signale erregen, die gleichen Frequenzen innerhalb der Sprache aber die Signale nicht erregen. Die bisher bekanntgewordenen Ausführungsformen dieses Grundgedankens kann man bezüglich der Vermeidung der Signalisierung durch die Sprache in mehrere Gruppen zusammenfassen.

I. Eine Frequenz innerhalb des Sprachbandes als Signalfrequenz. Das Sprachband reicht bekanntlich von etwa 300 bis 2700 Hz bei Einbandfern sprechen oder bis 7000 Hz bei Zweibandfern sprechen.

- a) Der Unterschied zwischen Signal und Sprache liegt in der Dauer des Signals.
- b) Der Unterschied liegt in der Stärke des Signals.
- c) Der Unterschied liegt in der Reinheit des Signalstromes oder — anders ausgedrückt — in der Schmalheit des Signalbandes.
- d) Der Unterschied liegt darin, dass die Signalfrequenz in der Sprache unterdrückt wird, Kanalwahl.

II. Zwei Frequenzen innerhalb des Sprachbandes.

- a) Die beiden Frequenzen sind gleich stark und werden abwechselnd in einem ganz bestimmten Rhythmus gesandt.
- b) Die beiden Frequenzen haben weit verschiedene Tonhöhe und werden gleichzeitig gesandt, Modulation.

III. Eine Mehrzahl von Signalfrequenzen, die für jedes Signal in einer anderen Kombination gesandt werden.

Vergl. Techn. Mitt. Nr. 1 v. 1. II. 33, „*Induktive Impulsgabe über abriegelte Telephonleitungen*“, von H. Abrecht.

tenues dans la même gamme. On prendra les dispositions nécessaires pour que les signaux ne soient actionnés que par des courants de signalisation, mais non par les fréquences de même nature émises par la voix. Les formes connues jusqu'à maintenant sous lesquelles cette idée fondamentale a été réalisée peuvent, sous le rapport des moyens employés pour empêcher que la voix n'actionne les signaux, se répartir en différents groupes.

I. Une fréquence comprise dans la bande des fréquences vocales est utilisée pour la transmission des signaux. On sait que la bande des fréquences vocales s'étend de 300 à 2700 périodes dans la téléphonie sur une seule bande et atteint jusqu'à 7000 périodes dans la téléphonie sur deux bandes.

- a) La différence entre le signal et la voix réside dans la durée du signal.
- b) La différence réside dans l'intensité du signal.
- c) La différence réside dans la pureté du courant de signalisation, autrement dit dans l'extension de sa bande de fréquences.
- d) La différence réside dans le fait que la fréquence servant aux signaux est supprimée dans la bande des fréquences vocales: „canal“ spécial pour la sélection.

II. On utilise *deux* fréquences comprises dans la bande des fréquences vocales.

- a) Les deux fréquences ont la même intensité et sont envoyées alternativement à un rythme exactement déterminé.
- b) Les deux courants ont des fréquences très différentes et sont transmis simultanément: modulation.

III. On utilise plusieurs fréquences en employant pour chaque signal une combinaison spéciale.

Les installations des postes émetteurs sont compréhensibles sans autres explications. Nous nous bornerons à décrire brièvement ce qui se passe au poste récepteur.

Système Ia. Il a été suggéré en Angleterre en 1917. Ce n'est que lorsque la fréquence de signalisation circule assez longtemps pour faire fonctionner un relais à action différée installé au poste récepteur que le signal est perçu.

Système Ib. Le courant de signalisation doit être beaucoup plus fort que le courant téléphonique de même fréquence. Seul un „fort“ courant doit pouvoir exciter l'appareil récepteur.

Système Ic. Depuis que les filtres ont été découverts, on sait comment s'y prendre pour séparer les différentes fréquences. On peut donc envoyer séparément la fréquence de signalisation d'une part et toutes les autres fréquences d'autre part. Ce procédé rentre ainsi dans le groupe II puisque, en réalité, on n'envoie pas deux fréquences mais une fréquence de signalisation et, pour établir la différence, une bande de fréquences.

Système Id. Aux deux extrémités de la ligne, on filtre par exemple, parmi les fréquences vocales, la fréquence de 1700 périodes. Cette fréquence, vu son rôle de „canal“ spécial, est superposée à la fréquence de la voix. L'absence d'une étroite bande de fréquences n'affecte que dans une proportion très minime la netteté de la parole.

Die Einrichtungen der Sender sind ohne weitere Erläuterungen verständlich. Hier sollen nur die Empfänger kurz geschildert werden.

Zu Ia. Das ist eine Anregung aus England aus dem Jahre 1917. Nur wenn die Signalfrequenz so lange fliesst, dass ein Verzögerungsrelais im Empfänger abfällt, kann das Signal erhalten werden.

Zu Ib. Der Signalstrom soll wesentlich stärker sein als die gleiche Frequenz im Sprechstrom. Nur ein „starker“ Strom soll den Empfänger erregen.

Zu Ic. Seit der Entdeckung der Filter ist es bekannt, die Frequenzen eines Gemisches zu trennen. Man kann also die Signalfrequenz in eine Abzweigung, alle anderen Frequenzen in eine andere Abzweigung schicken. Damit ist dieses Verfahren in die Gruppe II übergeführt, indem allerdings nicht zwei Frequenzen, sondern eine Signalfrequenz und ein Band von Frequenzen als Unterscheidung gesandt werden.

Zu Id. Man filtert aus der Sprache an beiden Enden z. B. die Frequenz 1700 Hz aus. Diese Frequenz wird als besonderer „Kanal“ überlagert. Die Silbenverständlichkeit wird durch das Fehlen eines schmalen Bandes nur unwesentlich verminderd.

Zu IIa. Dieser amerikanische Vorschlag entstand im Jahre 1921. Im Empfänger werden die beiden Frequenzen (oder Frequenzbänder) getrennt. Die beiden Wirkungen beeinflussen ein Pendel, das im bestimmten Rhythmus angestossen werden muss, um den Signalkreis zu erregen.

Zu IIb. Die langsame, modulierende Frequenz würde allein nicht über die Verstärker gelangen. Als Modulation aber wird sie übertragen. Im Empfänger siebt man die Modulation heraus und erregt mit ihr ein abgestimmtes Empfängerrelais.

Ausser diesen Lösungen kann man die beiden Wirkungen in Brückenschaltungen, Gleichrichterschaltungen usw. wieder zusammenführen in Form von Wechselströmen oder (gleichgerichteten) Gleichströmen.

Zu III. 1928 wurde in England der Gedanke von Mercadier wieder aufgegriffen. Der Unterschied der Neuerung gegen Mercadier liegt darin, dass die Signale jetzt aus Kombinationen mehrerer Frequenzen bestehen.

Ausführungen der niederfrequenten Wechselstromwahl. Die grosse Zunahme von Wechselstrombahnen, Hochspannungsnetzen und Gleichstrombahnen mit gleichgerichtetem Strom „verseucht“ grosse Gebiete, d. h. die Erdströme und die Beeinflussungen stören vielerorts das Fernsprechen, auch bei kleineren Entfernungen, über die eine Gleichstromwahl noch gut ginge. Deshalb und wegen der Möglichkeit, Phantomkreise herzustellen, hat sich die niederfrequente Wechselstromfernwahl seit 1925 weit verbreitet.

In der Schweiz wurden im Sommer 1927 zwischen Bern und Lausanne Wechselstromwahl-Einrichtungen zum ersten Mal in regelrechten Betrieb genommen. (Vergleiche „Technische Mitteilungen“ Nr. 6, 1927, „Die automatische Fernvermittlung zwischen Bern und Lausanne mit Wechselstrom für die Impulsgabe und Steuerung“, von O. Moser.)

Ausführungen der Tonfrequenzwahl. (Siehe Karte.) Die Form Ia (Dauer des Stromes) dürfte bei den

Système IIa. Ce système, proposé en 1921, est d'origine américaine. Les deux fréquences (ou les deux bandes de fréquences) sont séparées au poste récepteur. Leurs deux fréquences agissent sur un pendule qui doit balancer à un rythme déterminé pour pouvoir exciter le circuit des signaux.

Système IIb. La lente fréquence modulante ne pourrait pas par elle-même traverser les amplificateurs. Mais elle est retransmise comme modulation. A l'arrivée, on filtre la modulation et on s'en sert pour exciter un relais récepteur syntonisé.

D'autres solutions consistent à faire passer les deux genres de fréquences par des ponts, des redresseurs, etc., et à les faire circuler ensemble sous la forme de courants alternatifs ou de courants continus (redressés).

Système III. En 1928, l'idée de Mercadier fut reprise en Angleterre. La différence entre le nouveau système et celui de Mercadier réside dans le fait que les courants de signalisation sont formés de combinaisons de plusieurs fréquences.

Installations utilisant le système de sélection par courant alternatif à basses fréquences. Les réseaux à haute tension, les chemins de fer à courant alternatif et les chemins de fer à courant continu utilisant du courant redressé ont pris une telle extension que des territoires considérables en ont été „infectés“, c'est-à-dire que l'influence de ces courants et celle des courants parasites exerceent, en beaucoup d'endroits, une action perturbatrice sur le téléphone, même lorsqu'il s'agit de petites distances sur lesquelles la sélection par courant continu aurait encore été possible. C'est pour cette raison et parce qu'on avait la possibilité d'établir des circuits fantômes que la sélection interurbaine par courant alternatif a pu prendre, depuis 1925, une grande extension.

En Suisse, la première installation équipée du système de sélection par courant alternatif a été mise en service en été 1927 entre Berne et Lausanne (voir „Bulletin technique“ No. 6 de 1927: „Exploitation automatique des circuits interurbains entre Berne et Lausanne par utilisation du courant alternatif pour les impulsions et la commande des sélecteurs“, par O. Moser.).

Installations utilisant le système de sélection par fréquences vocales (voir carte). Du fait que la transmission du numéro exige une très grande précision de temps, puisqu'il s'agit de millisecondes, le système Ia (durée du courant) ne semble guère appelé à avoir du succès. Le système Ib (intensité du courant) est, si nous sommes bien renseignés, soumis actuellement à des essais. Il est possible que les instructions publiées par le C. C. I. s'opposent à son développement puisqu'on ne doit transmettre sur la ligne que des énergies initiales relativement faibles et que les amplificateurs ne doivent pas être surchargés.

Il semble donc que le système qui prévoit l'utilisation de deux fréquences ou d'un ensemble de fréquences est celui qui actuellement rencontre le plus d'intérêt. En automne 1928, on se servit pour sélectionner à distance entre Berlin et Mannheim, y compris ses faubourgs, du système utilisant pour la différenciation la bande de fréquences vocales. La liaison, longue de 500 km, était constituée par une



Fig. 2.

scharfen zeitlichen Forderungen der Nummernwahl, die ja nur mit Millisekunden arbeitet, kaum erfolgreich werden. Mit der Form Ib (Stärke des Stromes) sollen Versuche im Gang sein. Möglicherweise werden die Bestimmungen des C. C. I. dem Verfahren entgegenstehen. Denn es sollen nur verhältnismässig kleine Anfangsenergien auf die Leitung gegeben und die Verstärker sollen nicht überschreien werden.

Es scheint, dass die Anordnungen mit zwei Frequenzen oder Frequenzgemischen zur Zeit das meiste Interesse finden. Mit einer Anordnung, die das Sprachband zur Unterscheidung benutzt, wurde im Herbst 1928 von Berlin nach Mannheim und seinen Vororten ferngewählt. Die Strecke ist 500 km lang, Zweidrahtfernleitung mit 4 Verstärkern. Die Anordnung blieb bis zum Umbau des Mannheimer Fernamtes im Betrieb. Im April 1930 wurde die Anord-

paire de conducteurs de câble équipés de 4 amplificateurs. L'installation resta en service jusqu'au moment où le central interurbain de Mannheim fut transformé. Ce système fut présenté devant une assemblée du C. C. I., en avril 1930, à Dusseldorf et, en juin 1930, à Bruxelles. En 1930, plusieurs lignes en furent équipées, en particulier: la ligne Lugano-Lausanne provisoirement, les lignes Florence-Rome et Turin-Milan, et, pour le trafic de service seulement, la ligne Hambourg-Berlin. Plus tard, on en équipe également la ligne de Rome-Milan, celle de Paris-Bordeaux et d'autres encore. Un essai très intéressant fut effectué en mars 1931 sur la liaison Berlin-Helsingfors. Cette liaison de 1600 km de longueur est formée de câbles souterrains, de câbles sous-marins et de lignes aériennes et est équipée de 14 amplificateurs. On put, depuis Berlin, appeler auto-

nung bei einer Versammlung des C. C. I. in Düsseldorf, im Juni 1930 ebenso in Brüssel vorgeführt. Im Jahre 1930 wurden mehrere Strecken ausgerüstet, so versuchsweise Lugano-Lausanne, ferner Florenz-Rom, Turin-Mailand, für den Dienstverkehr auch Hamburg-Berlin. Es folgten noch die Strecken Rom-Mailand, Paris-Bordeaux und andere. Ein sehr interessanter Versuch wurde im März 1931 zwischen Berlin und Helsingfors ausgeführt. Die Strecke ist 1600 km lang und ist aus Land-, Unterseekabeln und Freileitungen zusammengesetzt. Die Strecke läuft über 14 Verstärker. Man wählte von Berlin beliebige Teilnehmer in Helsingfors und schaltete auch eine Konferenz des finnischen Staatspräsidenten mit den finnischen Gesandten in London, Paris und Berlin an.

Eine Tonfrequenzwahl-Einrichtung besteht seit zirka einem Jahr zwischen Zürich und Lausanne. Sie ermöglicht dem Fernamt Zürich, ohne weiteres alle Teilnehmer der Netzgruppe Lausanne unmittelbar mit dem Nummernschalter aufzurufen.

Der Begriff der Modulation wird heute sehr weit gefasst. Man rechnet auch das Unterbrechen dazu. So ist die Trägerwelle (500 Hz) mit etwa 20..25 Hz „moduliert“ als Rufumsetzung weit verbreitet.

Das in England wieder aufgenommene Verfahren mit mehreren Frequenzen ist eine Art „Kodierung“, indem die verschiedenen Kriterien durch die Stromform, nicht durch Zeitunterschiede gekennzeichnet sind. Es wurde seit 1930 vielfach vorgeführt.

Die Nummernwahl mit nicht hörbaren Frequenzen. Bekanntlich kann man auf geeigneten Leitungen eine Mehrzahl von Gesprächen gleichzeitig führen, indem jedes Gespräch eine andere unhörbare Hochfrequenz (bis zu 40,000 Hz) moduliert. Diese Trägerwelle kann man auch zur Nummernwahl benutzen, und schon im Jahre 1931 wurden solche Anlagen ausgeführt, die sich seither im Betriebe bewährt haben. Die älteste Ausführung hatte drei Kanäle, die sich gegenseitig nicht beeinflussen. Man kann also gleichzeitig drei Nummernwahlen über die gleiche Leitung senden.

Mit noch höheren Frequenzen spricht und wählt man schon seit mehreren Jahren über *Hochspannungsleitungen*. Man überträgt die modulierte Hochfrequenz induktiv oder kapazitiv auf eine Kraft hochspannungsleitung und nimmt diese Welle an den Empfangsstellen in gleicher Weise wieder ab.

Drahtlos zu wählen ist selbstverständlich möglich, da ja der Nummernstromstoss ein Telegraphenzeichen ist. Dieses Verfahren wird namentlich dort angewendet, wo sonst Drahtfernleitungen über lange unkultivierte Strecken zu erstellen wären und wo eine Störung tagelange Unterbrechungen bedeuten würde.

Die moderne *Wechselstromtelegraphie* hat allen geschilderten Nummernwahlen gegenüber den Vorteil, dass keine Sprache übertragen wird. Man kann deshalb die Frequenzbänder für die einzelnen Kanäle eng zusammenlegen. So gibt es eine 12-Kanal-Telegraphie, in der die Frequenzen nur 120 Hz auseinanderliegen. Die Mittel sind auch Filter, Verstärker und Gleichrichter. Auch das *Fernschreiben* von Schreibmaschine zu Schreibmaschine ist als ein Erfolg der Elektroakustik zu buchen. Die Modulation von Trägerwellen ist ferner die Grundlage der Bildtelegraphie und des Fernsehens. Lubberger.

matiquement les abonnés désirés à Helsingfors et l'on établit une communication collective entre le président du gouvernement finlandais et les ministres de Finlande à Londres, Paris et Berlin.

Une installation appliquant le système de sélection par fréquences vocales est en activité depuis environ un an sur la ligne Zurich-Lausanne. Elle permet aux téléphonistes du service interurbain de Zurich d'appeler directement les abonnés du groupe de réseaux de Lausanne au moyen du disque d'appel.

Le terme de modulation a aujourd'hui un sens très étendu; il comprend même les interruptions. Ainsi, l'onde porteuse (500 périodes) modulée avec environ 20..25 périodes est souvent utilisée pour le courant d'appel.

Le système à plusieurs fréquences, repris en Angleterre, est un genre de „codification“ où les différents „critères“ sont déterminés non par une différence de temps mais par la forme du courant. Depuis 1930, il a été présenté à plusieurs reprises.

La sélection numérique au moyen de fréquences inaudibles. On sait que, sur les lignes qui s'y prêtent, on peut échanger en même temps plusieurs conversations en utilisant pour chacune d'elles une onde spéciale (jusqu'à 40,000 périodes). Cette onde porteuse pouvant aussi être employée pour la sélection numérique, on a, déjà en 1931, équipé en conséquence un certain nombre d'installations qui depuis lors ont très bien fonctionné. La plus ancienne de ces installations utilisait trois „canaux“, qui ne s'influenciaient pas les uns les autres. On pouvait donc en même temps faire trois sélections numériques différentes sur la même ligne.

Mais depuis plusieurs années déjà, on emploie des fréquences plus élevées encore pour transmettre l'appel et la voix sur des *lignes à haute tension*. Les ondes à haute fréquence modulée sont transmises par induction ou par capacité sur une ligne à haute tension et reçues de la même manière au poste d'arrivée.

Il est évident que la sélection peut également se faire *sans fil*, les impulsions du courant d'appel n'étant pas autre chose que des signes télégraphiques. Depuis un certain temps cependant, les communications sans fil ne sont utilisées à cet effet que lorsqu'elles doivent suppléer à des lignes qui devraient traverser de vastes régions désertes où la levée d'un dérangement exigerait plusieurs jours.

La télégraphie harmonique moderne a ce grand avantage sur tous les systèmes de sélection numérique exposés ci-dessus qu'elle ne doit pas transmettre la voix. On peut donc utiliser des bandes de fréquences très rapprochées les unes des autres. C'est ainsi qu'il existe un système de télégraphie à 12 „canaux“ dans lequel les différentes fréquences ne sont séparées l'une de l'autre que par 120 périodes. Les appareils employés sont les mêmes que dans la téléphonie à haute fréquence, soit des filtres, des amplificateurs et des redresseurs.

La télécritption, c'est-à-dire la transmission de l'écriture à distance d'une machine à écrire à une autre est également un succès de l'application des lois électro-acoustiques. Enfin, la modulation des ondes porteuses a permis la transmission des images et la télévision.

Lubberger.