

**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

**Band:** 18 (1940)

**Heft:** 5

**Artikel:** Das Telephon = Le téléphone

**Autor:** Frey, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873311>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.11.2024

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

treffen des ersten Rufes vornimmt, damit der eventuell anwesende Teilnehmer die Möglichkeit hat, direkt zu antworten. Zu diesem Zweck wird durch das Relais R ein Klinkenrad Z verdreht, das erst nach zwei Schritten den Nocken N soweit verstellt, dass der Kontakt D geschlossen wird. Der Motor, und damit die Umleitung des Anrufes, wird somit erst beim zweiten Ruf eingeschaltet.

Der beschriebene Anruf-Umleiter ist für maximal 6-stellige Teilnehmernummern eingerichtet. Aus der Funktionsbeschreibung geht ohne weiteres hervor, dass jede beliebige 1- bis 6-stellige Zahl eingestellt werden kann. Es ist also möglich, Anrufe auch an eine Dienststelle zu leiten.

Für den Anschluss des Anruf-Umleiters sind keine Änderungen am Telephonapparat des Teilnehmers erforderlich. Es werden dazu die bestehenden Klemmen benützt.

Der Antriebsmotor ist für alle praktisch vorkommenden Netzspannungen eingerichtet, und die Umschaltung kann leicht vorgenommen werden, ohne dass der Apparat geöffnet werden muss. Der Netzstrom wird beim Öffnen des Apparates durch einen mit dem Deckel verbundenen Stecker St sofort unterbrochen, so dass die starkstromführenden Teile des Anruf-Umleiters spannungslos werden.

Die Einführung von Anruf-Umleitern benötigt in den Telephonzentralen keine neuen Teilnehmer-Anschlüsse; es werden die für die betreffenden Teilnehmer vorhandenen Ausrüstungen benützt.

Die Zahl der „Nicht-Antwort-Verbindungen“ geht zurück und an deren Stelle kommen doppelt so viele gebührenpflichtige Verbindungen zustande.

Ärzten, Anwälten, Notaren, Geschäftsleuten und anderen Telephonteilnehmern, die zu gewissen Zeiten ankommende Telephonanrufe von Praxis, Bureau oder Geschäft nach ihrer Wohnung oder nach einem anderen Aufenthaltsort umleiten wollen, wird der Anruf-Umleiter ohne Zweifel ausgezeichnete Dienste leisten. Auch für öffentliche Betriebe, Elektrizitätswerke usw., mit abwechselndem Pikettpersonal, bietet ein solcher Apparat grosse Vorteile. Die Anwendung des Umleiters ist natürlich nicht auf die Ortsnetze beschränkt; es kann auch eine Umleitung nach einer anderen Zentrale der Netzgruppe veranlasst werden, wobei dann die vorhandenen Leitungen benützt werden; besondere Leitungen sind nicht nötig.

W. K.



Fig. 5.

de sorte que toutes les parties sous tension sont déconnectées.

L'installation de dispositifs déviateurs d'appels ne nécessite aucun équipement spécial; on utilise l'équipement existant des abonnés en question.

Le nombre des „communications sans réponse“ diminue et, à leur place, on a le double de communications taxées.

Le dispositif déviateur d'appels rendra sans aucun doute de précieux services à tous les médecins, avocats, notaires, commerçants et autres abonnés au téléphone qui, à certaines heures, désirent commuter les appels arrivant dans leur cabinet de consultation, leur étude, leur bureau ou leur commerce vers leur domicile ou vers un autre lieu. Cet appareil rend également de grands services aux entreprises publiques telles qu'usines électriques, etc. occupant un personnel alternativement de piquet. L'emploi du dispositif déviateur d'appels n'est naturellement pas limité au trafic local; il peut aussi dévier un appel vers un autre central du groupe de réseaux par l'entremise des lignes existantes. Il n'est pas nécessaire d'établir des lignes spéciales.

W. K.

## Das Telephon.

E. Frey, Basel.

654.15(09)

Ueber 45 Millionen Telephonapparate stehen heute über alle Weltteile verteilt im Betrieb. Die Leitung, die von jedem einzelnen Apparat ausgeht, mündet irgendwo im Knotenpunkt eines Netzes. Die Netze verteilen sich auf die ganze Erde. Die Leitungen verlaufen in allen Richtungen, auch über die Grenzen, über Berge, durch Ströme, ja selbst durch die Meere, und verbinden die Netze miteinander. Es ist heute möglich, sich mit jedem Netz verbinden zu lassen.

## Le téléphone.

E. Frey, Bâle.

654.15(09)

Plus de 45 millions d'appareils téléphoniques sont aujourd'hui en service dans toutes les parties du monde. Les lignes qui partent de chacun de ces appareils aboutissent quelque part au centre d'un réseau. Elles vont dans toutes les directions, franchissent les frontières et les montagnes, traversent les fleuves et même les mers, relient les réseaux entre eux et tissent ainsi autour de la terre une immense toile d'araignée. On peut être relié aujourd'hui avec

Überall stehen die Apparate sprechbereit, und dienstbereite Maschinen oder hilfreiche Stimmen und Hände bahnen den Weg durch das Netz, das man sich in Gedanken kaum vorstellen kann. Unter den Millionen von Wegen wählen sie den aus, der gerade gewünscht wird, und ermöglichen die Verständigung mit dem Partner am andern Apparat, sei er im selben Land oder in mehreren tausend Kilometern Entfernung.

Wie ist dieses Wunder möglich geworden?

Als das Patentamt in Washington im Jahre 1876 fast gleichzeitig von Elisha Gray aus Chicago und Alexander Graham Bell aus Salem, Massachusetts, Anmeldungen erhielt mit den Hauptansprüchen:

„Das Verfahren und die Geräte zur telegraphischen Uebermittlung von Sprache und Tönen, unter Hervorrufung elektrischer Wellenströme, die in ihrer Form den Schwingungen der Luft ähnlich sind, wie sie von der Stimme und andern Lautgebern hervorgerufen werden“, war die phantastische Entwicklung dieses neuen Verkehrsmittels noch nicht abzusehen.

Diese beiden Männer gingen fast den gleichen Weg.

Gray benützte für den Geber, wie schon sein Vorgänger Reis, eine Batterie mit Kontaktstellen, und beim Empfänger lag der Magnet unmittelbar vor der Membrane.

Bells Empfänger war ähnlich. Dagegen unterscheidet sich sein Geber grundsätzlich von denjenigen seiner Vorgänger. Da sind keine Kontaktstellen mehr. Vor einem Elektromagneten schwingt, durch die Membrane angeregt, ein Anker.

Bells Telephon arbeitet also mit Induktion! In der Patentzeichnung war noch eine Batterie angegeben. Sie war jedoch gar nicht nötig. Bell wusste es nur noch nicht. Wenige Monate später wurde der Elektromagnet durch einen Stahlmagneten ersetzt; die Batterie fiel weg. Geber und Empfänger sind gleich. Man braucht also auf jeder Seite nur ein „Telephon“, das man abwechselnd ans Ohr und vor den Mund hält, und dazwischen zwei Drähte; weiter nichts. Eine Methode, die in Störungsfällen heute noch angewendet wird. Gewiss, die Technik ist seither weitergegangen, weil die Ueberbrückung grösserer Entfernungen die Zuführung stärkerer fremder Energie durch die Batterie nötig machte. So wurde aus dem Geber von Reis das Mikrophon und aus dem Empfänger von Bell das Telephon. Dass das Telephon aber seinen Siegeszug damals antreten konnte, ist der genialen Idee von Graham Bell zu verdanken. Diesem war es auch vergönnt, bis ins Jahr 1922 mitzuerleben, wie die elektrische Stimme in immer mehr Sprachen ertönte, wie aus dem einen Telephon viele Millionen wurden.

Es wird in der Telephongeschichte auch angegeben, dass der Franzose Charles Bourseul das Telephon schon 20 Jahre vor Graham Bell und 6 Jahre vor dem Deutschen Philipp Reis erfunden habe. Bourseul war Postangestellter. Er legte seine Gedanken über den Bau eines Telephonapparates bereits am 26. August 1854 in einem Aufsatz nieder, der in der französischen Zeitung «L'Illustration» erschienen ist. Tatsache ist, dass Graham Bell an einem Kongress in Philadelphia im Jahre 1882 das

n'importe lequel de ces réseaux. Partout, des appareils sont à disposition et des machines ingénieuses ou des voix et des mains secourables sont prêtes à vous frayer la voie à travers ce réseau, qu'il est presque impossible de s'imaginer. Parmi les millions de chemins, elles choisissent précisément celui que vous désirez et qui vous mettra en communication avec votre correspondant, qu'il soit dans le pays même ou à des milliers de kilomètres.

Comment ce miracle s'est-il réalisé?

Quand, en 1876, l'office des brevets d'invention de Washington reçut presque en même temps de Elisha Gray de Chicago et de Alexandre Graham Bell de Salem (Massachusetts) une demande d'inscription portant sur les principales revendications suivantes:

„Le procédé et les appareils pour transmettre télégraphiquement la parole et les sons à l'aide d'ondes électriques, semblables dans leurs formes aux vibrations de l'air engendrées par la voix et les autres émetteurs de sons“, nul ne pouvait prévoir le développement fantastique que prendrait ce nouveau procédé!

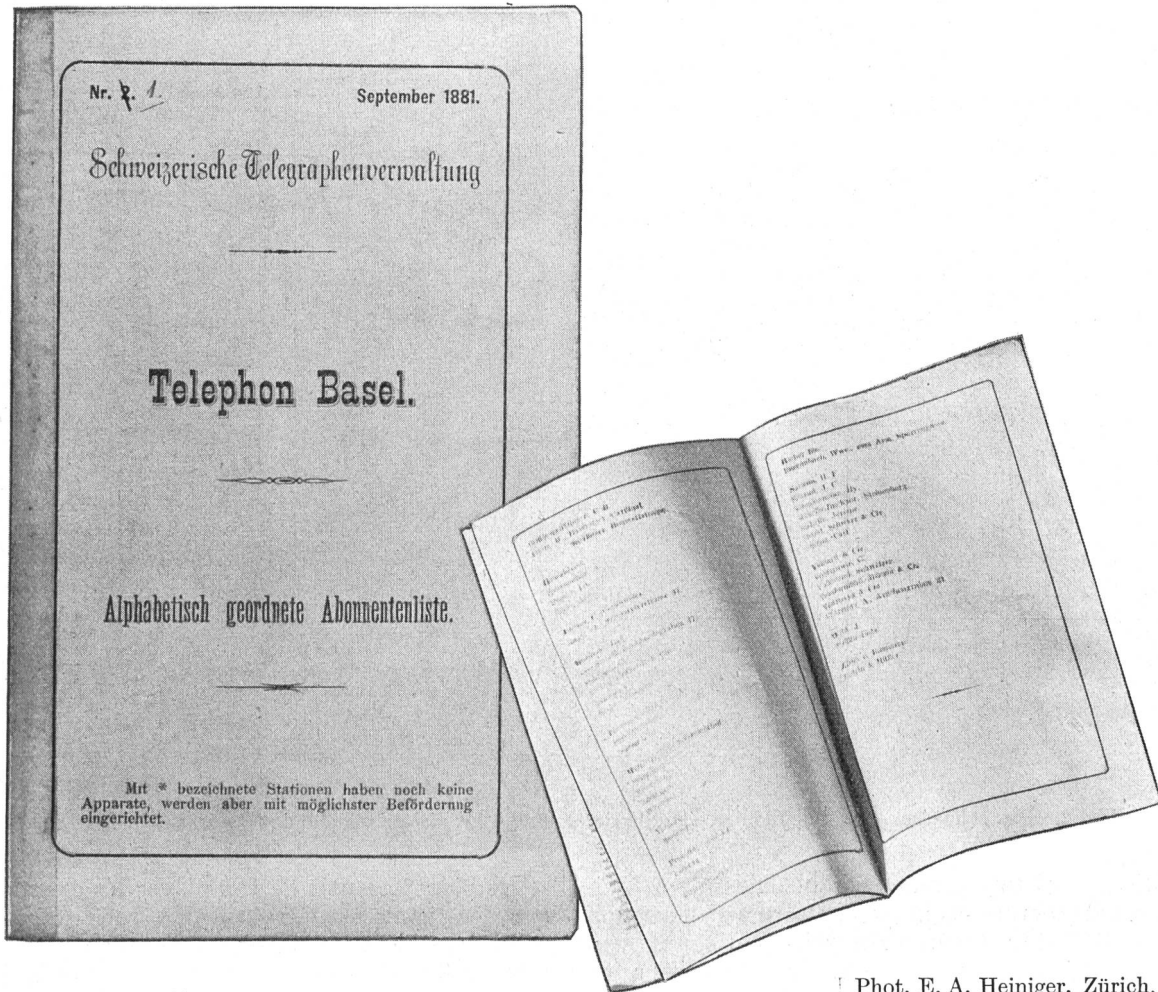
Ces deux hommes avaient suivi presque le même chemin.

Comme son précurseur Reis, Gray avait utilisé comme émetteur une batterie à contacts, et comme récepteur un aimant placé immédiatement devant la membrane.

Bell avait eu recours à un récepteur analogue; par contre, son émetteur différait en principe de celui de son prédécesseur: pas de contacts mais, devant un électro-aimant, une armature excitée par la membrane.

Le téléphone de Bell fonctionnait donc par induction! Le dessin du brevet indiquait encore une batterie. Elle était totalement superflue, mais Bell l'ignorait encore. Quelques mois après, l'électro-aimant était remplacé par un aimant d'acier et la batterie supprimée. L'émetteur et le récepteur étaient identiques. On n'avait donc besoin à chaque extrémité que d'un „téléphone“, qu'on tenait alternativement à l'oreille ou devant la bouche; entre ces deux téléphones: deux fils, et c'était tout. Cette méthode est utilisée encore aujourd'hui en cas de dérangement. Depuis lors, il est vrai, la technique a changé tout cela parce que la nécessité de franchir de plus grandes distances exigeait une énergie plus considérable, que pouvait seule fournir une batterie. C'est ainsi que l'émetteur de Reis s'est transformé en microphone et que le récepteur de Bell est devenu le téléphone. Cependant, si le téléphone a pu, dès ce moment-là, entrer dans une voie triomphale, c'est à l'idée géniale de Graham Bell que nous le devons. Ce dernier, mort en 1922, a encore pu être témoin de son prodigieux essor, entendre la voix électrique résonner dans un nombre toujours croissant de langues et voir son téléphone se multiplier par millions.

L'histoire de la téléphonie mentionne également que le français Charles Bourseul a découvert le téléphone vingt ans déjà avant Graham Bell et six ans avant l'allemand Philippe Reis. Bourseul était employé postal. Il publia ses considérations sur la construction d'un appareil téléphonique dans un article qui parut le 26 août 1854 dans le journal français „L'Illustration“. Le fait est que, Gra-



[ Phot. E. A. Heiniger, Zürich.

Fig. 1. Teilnehmerverzeichnis von Basel aus dem Jahre 1881. — Liste des abonnés de Bâle, 1881.

Genie Bourseuls anerkannte, indem er erklärte: «der genialen Idee von Bourseul verdanken wir die Hauptgrundlage für diese bewundernswerte Erfindung.»

#### Die Entwicklung.

In der Schweiz hat das Telephon seinen Siegeszug im Jahre 1880 in Zürich angetreten, wo eine Privatgesellschaft die erste Zentrale für den Anschluss von 80 Teilnehmern errichtete. Basel folgte im Jahre 1881 mit der ersten durch die Telegraphenverwaltung betriebenen Zentrale.

Amerika war natürlich zuvorgekommen, denn am 27. Januar 1877 war dort die erste öffentliche Telephonanlage der Welt in Betrieb genommen worden.

Diese Einrichtungen ermöglichten jedoch nur den Verkehr im Ortsnetz. Mit dem sofort einsetzenden starken Teilnehmerzuwachs machte sich aber bald das Bedürfnis geltend, die Ortsnetze miteinander zu verbinden. So wurden schon in den Jahren 1882 und 1883 die ersten Fernleitungen zwischen Zürich und Thalwil, Horgen und Winterthur und 1886 sogar die erste internationale Leitung zwischen Basel und St. Louis in Betrieb genommen.

#### a) Das Netz.

Die Teilnehmer- und Fernleitungen waren alle oberirdisch gebaut. Bald stellte sich aber die Notwendigkeit ein, die grossen Leitungsstränge durch

ham Bell lui-même, lors d'un congrès qui eut lieu à Philadelphie, en 1882, reconnut le génie de Bourseul et déclara: „c'est à l'idée géniale de Bourseul que nous devons le principe de cette admirable invention“.

#### Le développement.

En Suisse, le téléphone a commencé sa glorieuse carrière à Zurich où, en 1880, une société privée installa un central pour le raccordement de 80 abonnés. En 1881, ce fut le tour de Bâle, où fut installé le premier central exploité par l'administration des télégraphes.

L'Amérique nous avait naturellement précédés car, dès 1877, on y avait mis en service la première installation téléphonique du monde.

Toutefois, ces installations ne permettaient de téléphoner que dans le réseau local. Mais, comme le nombre des abonnés se mit immédiatement à augmenter très rapidement, le besoin se fit bientôt sentir de relier entre eux les réseaux locaux. C'est ainsi que furent mises en service, dans les années 1882/1883 déjà, les premières lignes interurbaines entre Zurich et Thalwil, Horgen et Winterthur et même, en 1886, la première ligne internationale entre Bâle et St-Louis.

#### a) Le réseau.

Les lignes d'abonnés et les lignes interurbaines étaient toutes des lignes aériennes. Mais la nécessité

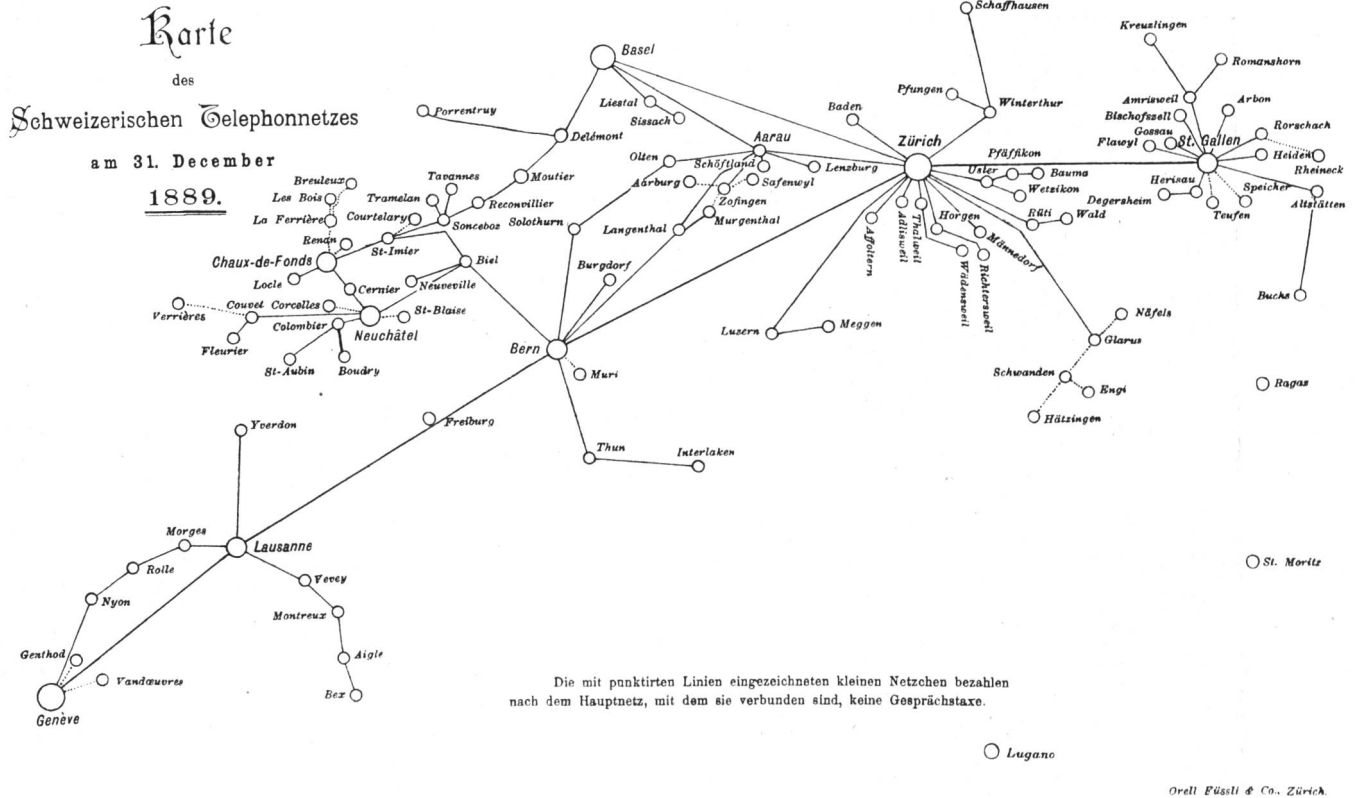


Fig. 2. Das schweizerische Telephonnetz auf Ende 1889. — Le réseau téléphonique suisse à la fin 1889.

unterirdische Leitungen zu ersetzen. Die ersten Bleikabel mit guttapercha-isolierten Leitern wurden schon im Jahre 1851 für die unterirdische Verlegung von Telegraphenleitungen verwendet. Es traten aber bei den unterirdischen Leitungen Erscheinungen auf, die bei oberirdischen Leitungen unbekannt waren. Bereits zehn Jahre bevor man anfing, Telephonleitungen zwischen benachbarten Städten herzustellen, wurden 10 000 km lange Telegraphenleitungen gebaut, und etwa ein halbes Jahrzehnt zuvor war Europa durch eine Telegraphenleitung mit Amerika verbunden worden. Man hatte also schon Erfahrungen sowohl im Freileitungs- als auch im Kabelbau.

Die Telephonströme sind jedoch viel schwächer als die Telegraphierströme und stellen als elektrisches Abbild der mehrere Oktaven umfassenden menschlichen Stimme ein recht verwickeltes Gemisch verschieden schneller elektrischer Schwingungen dar. Es ist deshalb bedeutend schwerer, sie in die Ferne zu leiten. So konnte denn auch die elektrische Stimme grössere Entfernungen nicht immer unbehindert überbrücken. Oft sah man sich vor Grenzen der Verständlichkeit und auch der Wirtschaftlichkeit, die nicht ohne weiteres überwunden werden konnten. Schritt für Schritt mussten neue Möglichkeiten geschaffen werden.

In erster Linie ging es um den Stoff, aus dem die Leiter herzustellen waren. Zuerst bestanden die Drähte aus Eisen. Man wusste, dass Leiter aus Kupfer besser gewesen wären, aber Drähte aus Kupfer liessen sich nicht zwischen den Stangen ausspannen, weil das Material zu weich war. Dann kam die Siliziumbronze; nach und nach verschwanden die Eisenleitungen.

se fit bientôt sentir de remplacer les grandes artères par des lignes souterraines. En 1851 déjà, on avait utilisé les premiers câbles sous plomb avec conducteurs isolés à la gutta-percha pour établir des lignes télégraphiques souterraines. Toutefois, on avait constaté sur ces lignes des phénomènes qui ne se manifestaient pas sur les lignes aériennes. Dix ans avant de commencer à établir des lignes téléphoniques entre des villes voisines, on avait déjà construit des lignes télégraphiques de 10 000 km et, cinq ans avant, relié l'Europe à l'Amérique par une de ces lignes. On avait donc déjà acquis bon nombre d'expériences aussi bien dans la construction des lignes aériennes que dans celle des lignes souterraines.

Mais les courants téléphoniques sont beaucoup plus faibles que les courants télégraphiques et présentent, étant l'image électrique de la voix humaine qui s'étend sur plusieurs octaves, un véritable enchevêtrement d'oscillations électriques de vitesses différentes. Il est donc beaucoup plus difficile de les transporter au loin. Ainsi, la voix électrique ne pouvait pas toujours franchir sans encombre les grandes distances. Bien souvent, on atteignit les limites de l'audibilité et de l'économie, qui ne pouvaient être que difficilement dépassées. Petit à petit, il fallut trouver de nouveaux moyens.

En premier lieu, on s'intéressa au matériel des conducteurs. Primitivement, ceux-ci étaient en fer. On savait toutefois que des conducteurs de cuivre auraient été préférables, mais comme ce matériel est beaucoup trop mou, on ne pouvait pas l'utiliser pour des fils tendus entre les poteaux. On employa alors du bronze au silicium et, peu à peu, les fils de fer disparaurent.

Im Jahre 1890 begann man die neuen Linien als Doppelleitungen auszubauen, d. h. man verzichtete auf die Verwendung der Erde als Rückleiter, was einen weitem Vorteil bedeutete. Ein grosszügiger Leitungsausbau begann und damit der Kampf gegen drei Arten von Verlusten.

Die Reichweite wird nämlich nicht nur dadurch begrenzt, dass die Ausgangsenergie der durch das Mikrophon erzeugten Sprechströme durch den Widerstand der Leitungen geschwächt wird. Es geht auch Strom durch Ableitung von Leitung zu Leitung oder zur Erde über. Ausserdem verhalten sich die



Fig. 3. Oberirdische Linie. — Ligne aérienne.

beiden Drähte wie die Belegungen eines Kondensators, der zu seiner Aufladung einen weitem Teil des Stromes verbraucht. Die Kapazität einer Leitung spielt bei der Uebertragung von Gleichstrom keine wesentliche Rolle, Wechselstrom aber wird um so mehr gedämpft, je grösser die Schwingungszahl (Frequenz) in der Sekunde ist. Bei Freileitungen ist die Kapazität gering, weil die Drähte ziemlich weit auseinander liegen. Anders verhalten sich die Kabel, in denen die Drähte eng aneinander liegen. Deshalb konnten anfänglich mit den damals bekannten Kabeln kaum mehr als 50 km überwunden werden.

Die Kabel waren daher zunächst nur in Stadtnetzen, als Ersatz für die grossen Leitungsstränge, verwendbar.

Für die immer länger werdenden Fernleitungen gab es zur Bekämpfung der Verluste noch kein anderes Mittel als: dickere Drähte und weitere Ab-

En 1890, on commença à établir des lignes à deux fils, c'est-à-dire qu'on renonça à utiliser la terre pour le retour du courant, ce qui constitua un nouveau progrès. C'est alors qu'on entreprit l'exécution d'un vaste programme de construction de lignes et en même temps la lutte contre trois sortes de pertes de courant.

On sait, en particulier, que la distance n'est pas seulement limitée par le fait que l'énergie des courants téléphoniques engendrés par le microphone est affaiblie par la résistance des lignes, mais que le courant passe aussi par dérivation d'une ligne sur l'autre ou à la terre. D'autre part, les deux fils se comportent comme les armatures d'un condensateur qui, pour se charger, consomme une autre partie du courant. La capacité d'une ligne ne joue pas un rôle important pour la transmission du courant continu; par contre, lorsqu'il s'agit de courant alternatif, plus le nombre d'oscillations (fréquences) augmente, plus le courant est affaibli. Pour les lignes aériennes, la capacité est minime du fait que les fils sont passablement éloignés l'un de l'autre. Il n'en va pas de même pour les câbles, dans lesquels les conducteurs sont étroitement rapprochés les uns des autres. C'est la raison pour laquelle, au début, avec les câbles connus alors, on arrivait à peine à dépasser une distance de 50 km.

Les câbles n'étaient donc utilisables en premier lieu que dans les réseaux urbains, pour remplacer les grandes artères aériennes.

Pour lutter contre les pertes se produisant sur les lignes interurbaines devenant de jour en jour plus longues, on ne connaissait que deux moyens: augmenter le diamètre des fils et accroître la distance qui les séparait. Mais ces deux moyens étaient limités tant au point de vue technique qu'au point de vue économique. On poussa jusqu'à un diamètre de 5 mm, ce qui permit de vaincre des distances de 800 à 1000 km. Mais on avait atteint ainsi la limite supérieure des possibilités. Comme on ne pouvait pas, pratiquement, fabriquer des fils plus épais, c'est-à-dire accroître la conductibilité, on chercha à réduire la capacité.

En 1899, le professeur Pupin constatait qu'en intercalant sur les lignes, aux endroits appropriés, des bobines d'induction aux caractéristiques électriques exactement déterminées, on arrivait à combattre avec succès la capacité par l'inductance. C'est ainsi que, grâce à la pupinisation des lignes, on parvint à vaincre des distances toujours plus grandes au moyen de fils plus minces. Ces bobines furent soit suspendues aux poteaux soit insérées dans le câble et enterrées. Une nouvelle technique, même une véritable science, qui devait entraîner un développement considérable du téléphone tout en permettant d'économiser des milliards de francs, prit naissance.

La pupinisation apporta avec elle deux avantages importants:

- 1° La possibilité d'établir les lignes en câbles, même pour les plus grandes distances;
- 2° Une baisse sensible du coût des lignes.

Pour mieux saisir l'étendue des économies réalisées, il suffit d'examiner les tableaux 1, 2 et 3 ci-après, qui indiquent quelle aurait été la consommation de cuivre pour les trois genres de lignes et pour différentes longueurs si l'on avait admis un affaiblissement de

stände. Diese beiden Mittel waren aber in bautechnischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht begrenzt. Man ging bis zu 5 mm Drahtdurchmesser und überbrückte damit Entfernungen von 800 bis 1000 km. Das war aber bereits die obere Grenze. Da man die Drähte praktisch nicht dicker bauen, d. h. die Leitfähigkeit nicht erhöhen konnte, versuchte man, die Kapazität zu bekämpfen.

Im Jahre 1899 stellte Professor Pupin fest, dass, wenn man die Induktionsspulen in den Leitungen an die richtige Stelle einbaut und ihre elektrischen Werte genau bemisst, es möglich ist, die Kapazität durch die Induktivität mit Erfolg zu bekämpfen. Und so gelang es, durch Anwendung der sogenannten „Pupinisierung“ der Leitungen, immer grössere Entfernungen unter Verwendung von dünnerem Draht zu überbrücken. Diese Spulen wurden entweder an die Maste gehängt oder im Zuge der Kabel in die Erde gebettet. Es entstand eine neue Technik, ja eine wichtige Wissenschaft, die die weitere Entwicklung des Telephons unter Einsparung von Milliarden von Franken ermöglichte.

Die Anwendung des Pupinverfahrens hat zwei wichtige Vorteile mit sich gebracht, nämlich:

1. Die Möglichkeit, die Leitungen auch für grössere Entfernungen als Kabelleitungen auszuführen.
2. Eine erhebliche Verbilligung der Leitungen.

Zur näheren Erläuterung der dadurch erzielten Einsparungen betrachte man nachstehend in den Tabellen 1, 2 und 3, wie gross der Kupferbedarf für die drei Arten von Leitungen bei verschiedenen Leitungslängen sein würde, wenn als zulässige Dämpfung der Leitungen der Wert 1,5 Neper angenommen wird, d. h. ein Wert, wie er für Fernverbindungen bis vor wenigen Jahren als zulässig angesehen wurde.

*Kupfergewichte von Freileitungen.* Tabelle 1.

Durchmesser	=	2	3	4	5	6	mm
Entfernung	=	170	350	550	750	940	km
Kupfergewicht	=	56	126	225	350	500	kg/km

*Kupfergewichte von Kabelleitungen.* Tabelle 2.

Durchmesser	=	1	2	3	4	5	mm
Entfernung	=	20	40	85	145	205	km
Kupfergewicht	=	14	56	126	225	350	kg/km

*Kupfergewichte von Pupinkabelleitungen.* Tabelle 3.

Durchmesser	=	1	2	3	4	mm
Entfernung	=	90	330	650	1000	km
Kupfergewicht	=	15	57	127	226	kg/km

Eine weitere Herabsetzung des Aufwandes an Material wurde durch die Pupinisierung der Phantomstromkreise erreicht. Der Kupferbedarf wird dadurch pro Sprechkreis auf ungefähr  $\frac{2}{3}$  herabgesetzt.

Die langen Freileitungen waren nicht unbedingt verkehrssicher. Für die langen Verbindungen von Land zu Land liess sich jedoch die grössere Betriebssicherheit der Kabel praktisch noch nicht ausnützen. Die entdämpfende Wirkung der Pupinspulen hatte zwar die Reichweite vervielfacht, aber trotzdem konnten nicht beliebig lange Strecken mit Kabeln überbrückt werden. Die neue praktische Grenze für Kabel lag jetzt bei 700 bis 800 km. Das reichte noch nicht aus. Deshalb mussten die grossen europäischen Strecken, obwohl sie manchmal über das Hochgebirge führten, noch als Freileitungen gebaut werden.

1,5 néper, c'est-à-dire une valeur considérée comme tolérable pour les lignes interurbaines il y a quelques années encore.

*Poids du cuivre des lignes aériennes.* Tableau 1.

Diamètre	=	2	3	4	5	6	mm
Longueur	=	170	350	550	750	940	km
Poids du cuivre	=	56	126	225	350	500	kg/km

*Poids du cuivre des lignes en câbles.* Tableau 2.

Diamètre	=	1	2	3	4	5	mm
Longueur	=	20	40	85	145	205	km
Poids du cuivre	=	14	56	126	225	350	kg/km

*Poids du cuivre des lignes en câbles pupinisées.* Tableau 3.

Diamètre	=	1	2	3	4	mm
Longueur	=	90	330	650	1000	km
Poids du cuivre	=	15	57	127	226	kg/km

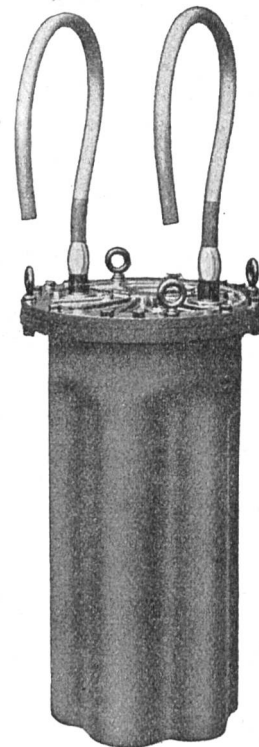


Fig. 4. Pupinspulensatz. — Bobines Pupin.

La pupinisation des circuits fantômes permet de diminuer encore l'emploi de matériel et de réduire d'un tiers environ la quantité de cuivre nécessaire pour chaque circuit.

Cependant, les longues lignes aériennes n'offraient pas une absolue sécurité au point de vue du trafic et, pour les longues communications de pays à pays, on ne pouvait pas encore utiliser entièrement la grande sécurité qu'offrent les câbles. Il est vrai que l'effet des bobines Pupin en avait considérablement augmenté la portée, mais on ne pouvait toutefois pas franchir n'importe quelle distance. La nouvelle limite pratique pour les câbles se trouvait alors entre 700 et 800 km, ce qui était encore insuffisant. Les grandes artères européennes, bien que passant parfois dans la haute montagne, étaient encore construites en lignes aériennes. C'est ainsi que pour la ligne Berlin-Rome, longue de 2000 km, qui traversait notre pays de Bâle à Brigue, on employa de nouveau du

Für die 2000 km lange Leitung Berlin-Rom, die auch unser Land von Basel bis Brig durchquerte, wurde wiederum 5 mm starker Draht verwendet. Diese Leitung wurde kurz vor Ausbruch des Weltkrieges von 1914 in Betrieb genommen.

Der Gedanke, einer Leitung unterwegs neue elektrische Leistung zuzuführen, war bei den langen Telegraphenleitungen schon längst verwirklicht. Bei den Telegraphenzeichen wurden dazu Relais verwendet, welche die durch die lange Leitung geschwächte Energie erneuerten. Relais lassen sich aber bei den Sprechströmen, wo so viele verschiedene Schwingungen in Zahl und richtiger Folge wiederzugeben sind, nicht ohne weiteres verwenden. Versuche, ein Telephon mit einem Mikrophon zusammenzuschalten, diese Einrichtung auf der Strecke einzubauen und ihr neuen Batteriestrom zuzuführen, der durch das

fil de 5 mm. Cette ligne avait été mise en service peu avant le début de la guerre mondiale de 1914.

L'idée d'introduire en cours de route, sur les longues lignes, un apport de nouvelle force électrique avait déjà été réalisée à cette époque pour les lignes télégraphiques. On utilisait, pour retransmettre les signaux télégraphiques, des relais qui renouvelaient l'énergie électrique affaiblie par la longueur de la ligne. Mais ces relais ne pouvaient pas être employés sans autre pour les courants téléphoniques, dont les nombreuses oscillations différentes doivent être retransmises exactement et dans le même ordre. On essaya d'insérer sur les lignes un dispositif formé d'un téléphone et d'un microphone, auquel on fournissait un nouveau courant de batterie commandé par le microphone; ces essais ne donnèrent pas le résultat voulu, car il était difficile de réaliser un apport mécanique de nouvelle énergie téléphonique.

Seul l'emploi d'un nouveau système, d'un dispositif sans organe intermédiaire grossier, pouvait être couronné de succès. Peu avant la guerre de 1914, on avait découvert la lampe amplificatrice, c'est-à-dire l'organe de commande électrique cherché depuis longtemps. Au début de la guerre, ce nouveau-né de la technique téléphonique était encore délicat et sensible, mais la dureté des temps l'amena à maturité.

La bobine Pupin, qui avait permis d'étendre à 700 ou 800 km la portée des câbles, trouva dans la lampe amplificatrice un précieux auxiliaire. Grâce à ces deux moyens, on parvint bientôt à vaincre les plus grandes distances.

L'invention de ces lampes amena des progrès décisifs. On put dès lors établir des lignes de n'importe quelle longueur moyennant des frais supportables. Pour nous rendre compte de l'économie de cuivre réalisée par l'emploi d'amplificateurs ou plutôt de répéteurs, prenons comme exemple un circuit à quatre fils, c'est-à-dire une communication avec voies de transmission séparées. La distance entre deux répéteurs est pratiquement déterminée par la limite de l'amplification fournie par les répéteurs. Pour une distance donnée, il faut naturellement aussi un diamètre de conducteur déterminé et, par conséquent, une quantité de cuivre également déterminée. Plus la distance entre les répéteurs est réduite, plus cette quantité diminue. Toutefois, plus on ajoute de répéteurs, plus l'installation augmente de prix. Il faut donc examiner dans chaque cas quelles sont les conditions les plus favorables.

Tableau 4.

Quantité de cuivre nécessaire pour un circuit à quatre fils.

Diamètre	=	0,2	0,5	1,0	2,0	mm
Distance entre les répéteurs	=	7	43	170	620	km
Poids du cuivre	=	0,8	5	20	76	kg/km

Peu de temps après la guerre, toutes les administrations s'efforcèrent de renouer rapidement les fils déchirés et d'en tendre de nouveaux. Un important réseau européen de câbles interurbains prit naissance.

Mais cela ne suffit pas à vaincre tous les obstacles. L'emploi de répéteurs entraîna de nouvelles difficultés et le public devint toujours plus exigeant. Selon les circonstances, il se produit parfois de la distorsion sur les lignes ou bien le répéteur commence à siffler.

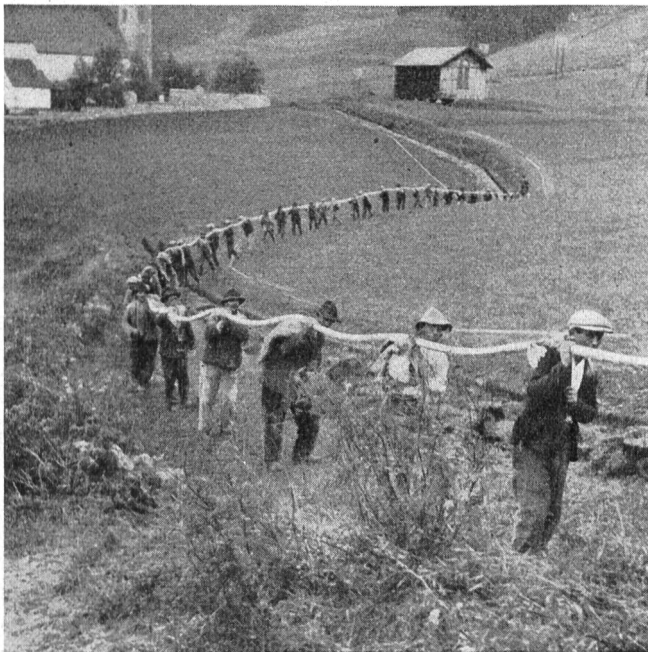


Fig. 5. Kabellegung. — Pose d'un câble.

Mikrophon gesteuert wurde, hatten nicht den erwarteten Erfolg, denn eine mechanische Zuführung von neuer Sprechenergie war nur schwer zu verwirklichen.

Nur eine neue Regelung, eine Steuerung ohne plumpe Zwischenglieder, konnte von Erfolg gekrönt sein. Kurz vor dem Krieg von 1914 wurde die Verstärkerröhre, d. h. das schon lang gesuchte elektrische Steuerglied, erfunden. Das neue Kind der Telephontechnik war zu Anfang des Krieges noch zart und empfindlich, aber die schwere Zeit liess es reifen.

Die Pupinspule, die die Reichweite der Kabel auf 700 bis 800 Kilometer erweitert hatte, bekam in der Verstärkerröhre einen Helfer. Durch die Benützung dieser beiden Hilfsmittel wurde es bald möglich, grössere Entfernungen zu überbrücken.

Diese Erfindung brachte den entscheidenden Fortschritt. Sie erschloss die Möglichkeit, die Leitungen auch bei einer beliebig grossen Entfernung mit einem tragbaren Aufwand zu erstellen. Als Beispiel für die



durch die Verstärker erzielte Kupferersparnis soll eine sogenannte Vierdrahtleitung, d. h. eine Verbindung mit getrennten Sprechwegen, betrachtet werden. Die Entfernung zwischen zwei aufeinanderfolgenden Verstärkern ist mit Rücksicht auf die praktische Leistungsfähigkeit des Verstärkers beschränkt. Für einen bestimmten Verstärkerabstand ergibt sich dadurch selbstverständlich auch eine bestimmte Leiterstärke, also ein bestimmtes Kupfergewicht. Je kleiner die Verstärkerabstände gehalten werden, um so geringer wird der Materialaufwand. Allerdings wird die Anlage wegen der grossen Zahl der Zwischenverstärker immer teuer. Es muss für jeden Fall das richtige Verhältnis ausgesucht werden.

Tabelle 4.

*Kupferaufwand einer Vierdrahtverbindung.*

Durchmesser	= 0,2	0,5	1,0	2,0	mm
Verstärkerabstand	= 7	43	170	620	km
Kupfergewicht	= 0,8	5	20	76	kg/km

Bald nach dem Krieg gingen alle Verwaltungen daran, die zerrissenen Fäden wieder zusammenzuknüpfen und neue auszuspannen. Es entstand ein grosses europäisches Fernkabelnetz.

Allerdings sind damit noch nicht alle Hindernisse überwunden. Die Verwendung der Verstärker bringt neue Schwierigkeiten. Die Anforderungen des telephonierenden Publikums werden immer grösser. Es gibt unter gewissen Umständen Verzerrungen, oder der Verstärker fängt an zu pfeifen. Auch hört man auf benachbarten Leitungen, was auf einer andern Leitung gesprochen wird. Beim Betrieb auf grosse Entfernungen wird der Sprecher durch das Echo seiner eigenen Worte gestört. Die Uebertragungsgüte muss deshalb ständig noch erhöht werden. Die Leitungen behandeln die elektrischen Schwingungen, die die Sprache vertreten, ungleichmässig. Die höheren Schwingungen werden schlechter durchgelassen, erfahren also eine grössere Dämpfung als die tieferen. Deshalb müssen die Verstärker eine Korrektur, die sogenannte „Entzerrung“, vornehmen. Man ist soweit gekommen, dass man 10, 20, 30 Verstärker unter Verwendung von Vierdrahtleitungen hintereinanderschalten kann. Sie werden in Abständen von ca. 80—120 km eingebaut.

Auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Sprache bringt auf sehr langen Leitungen neue Probleme. Man kann auf den bis dahin mit Pupinspulen belasteten und gebauten Kabeln ca. 4000 km weit sprechen. Sie genügen also für die in Europa vorkommenden Entfernungen.

Mit Rücksicht auf den spätern Weltverkehr werden in die Kabel neuerdings Adern von besonderer Güte eingebaut, die die Ueberbrückung grösserer Entfernungen und gleichzeitig die Uebertragung mehrerer Gespräche erlauben.

Gewisse Länder gehen heute sogar so weit, dass sie von der Pupinisierung der Kabeladern wieder abgehen, was eine Vermehrung der Verstärkerzahl, d. h. eine Verkürzung der Verstärkerfelder, auf der Leitung nötig macht.

(Schluss folgt.)

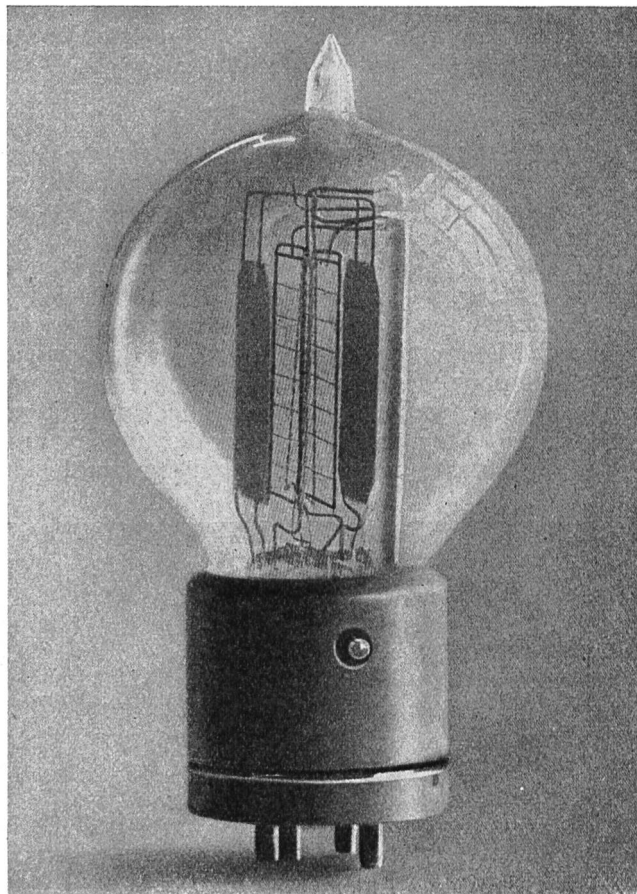


Fig. 6. Verstärkerröhre. — Lampe amplificatrice.

On entend sur une ligne ce qui se dit sur la ligne voisine. Sur les grandes distances, celui qui parle est gêné par l'écho de sa propre voix. La qualité de la transmission doit donc être améliorée encore d'année en année. Les lignes transmettent irrégulièrement les oscillations électriques remplaçant la voix, car les hautes fréquences passent plus difficilement, c'est-à-dire subissent un plus fort amortissement que les basses. Ce sont les répéteurs qui doivent faire la correction. On est allé si loin qu'aujourd'hui on peut, en employant des circuits à quatre fils, intercaler 10, 20, 30 répéteurs l'un après l'autre. Ceux-ci sont installés à des distances d'environ 80 à 120 km.

La vitesse de propagation de la voix sur les très longues lignes pose aussi de nouveaux problèmes. Les câbles pupinisés établis jusqu'ici permettent de causer sur une distance d'environ 4000 km et suffisent ainsi pour toutes les distances européennes.

Pour tenir compte du futur trafic mondial, on place maintenant dans les câbles des conducteurs de qualité supérieure qui permettent de vaincre de plus grandes distances et d'échanger simultanément plusieurs conversations.

Certains pays vont même si loin aujourd'hui qu'ils abandonnent de nouveau la pupinisation des conducteurs, ce qui exige une augmentation du nombre des répéteurs, c'est-à-dire un raccourcissement des champs d'amplification.

(A suivre.)