

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:	5 (1927)
Heft:	3
Artikel:	Stand der Tonfrequenztelegraphie = Etat de la télégraphie à fréquence musicale
Autor:	Clausing, A.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-873830

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: 15.02.2026

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

station communale (Avers-Cresta), un maître de poste (Avers-Cresta), une usine électrique et même une mine d'arsenic (Salanfe). Le raccordement de cette dernière, en commun avec celui de l'Hôtel de la Dent-du-Midi (1895 m.) représente presque un travail de Titans, car tout le matériel (poteaux, isolateurs, fil, etc.) dut être transporté à dos d'homme depuis la gare de Salvan (925 m.). C'est du reste à ce moyen qu'ont recours également les ingénieurs de la mine pour le transport de la nourriture des ouvriers, du carburant de moteur, etc.

La région 2000 à 2100 m. compte 22 abonnés, dont 17 hospices, hôtels ou restaurants, une station de chemin de fer (Alp Grüm, point de vue unique sur la Bernina, Poschiavo et sa vallée), deux bureaux de poste au col de la Furka, un bureau de douane à la Motta (Bernina) et un agriculteur à Starlera (réseau d'Andeer). Par ces abonnés, les passages les plus importants des Alpes sont reliés au réseau suisse; ce sont le Simplon, le Bernardino, la Bernina, le Gothard, l'Oberalp, la Furka, la Gemmi et la petite Scheidegg.

Au-dessus de 2100, soit de 2100 à 2200 m., neuf abonnés, dont huit hôtels et un agriculteur. Celui-ci habite avec son bétail à 2134 m. et se sert de son téléphone pour correspondre avec le vétérinaire en cas de maladie de son bétail, pour commander du bois dans la vallée, car là-haut, il n'y a plus d'arbres, etc. Il est, au point de vue de l'administration des téléphones, certainement le paysan le plus à la hauteur!

Mais le téléphone va plus haut encore, car entre 2200 et 2300 m., il est possible de compter encore huit abonnés, dont un hôtel et un bureau de poste à la Furka, un hôtel à Riffelalp au-dessus de Zermatt, un hospice au col du Julier (2287 m.), à proximité des colonnes romaines (les Romains et le téléphone ne se rencontrent pas qu'à Rome!) et quatre à la Bernina pour le service du fameux chemin de fer de la Bernina et de l'usine électrique de Brusio.

Sans se lasser, il monte encore; preuve en sont ces sept abonnés situés entre 2300 et 2400 m. Ils méritent

qu'on les nomme. Ce sont l'hospice de la Bernina (2309 m.), l'Hôtel Wildstrubel, à la Gemmi (2322 m.), la station Eigergletscher du chemin de fer de la Jungfrau (2326 m.), l'Hôtel Weisshorn (2345 m.), au-dessus de Vissoye, dans le beau val d'Anniviers, l'Hôtel Niesen (2367 m.), l'Hospice de la Fluela sur le col de ce nom (2388 m.) et l'Hôtel Plattje, au-dessus de Saas-Fee.

Est-ce tout? mais non. Voyez ceux qui se sont aventurés dans la région de 2400 à 2500 m.: le bureau de poste et l'Hôtel de Furka-Passhöhe, à 2431 m., la station supérieure et l'Hôtel du Funiculaire Muottas-Muraigl, à 2436 m., l'Hôtel Torrenthorn (2470 m.) au-dessus de Loeche, l'Hospice et l'Hôtel du Grand Saint-Bernard, à 2473 m.

Viennent maintenant, pour terminer, les géants. C'est le Cervin et ses contreforts qui les abritent; à tout seigneur tout honneur. Ils se nomment: Hôtel Schwarzeé et Hôtel Riffelberg, à 2590 m., Hôtel Gornergrat-Kulm, à 3136 m., et Hôtel Belvédère-Cervin, à 3298 m. Ce sont les abonnés les plus élevés, non pas seulement de Suisse, mais sans doute aussi d'Europe. Et de là-haut, on peut correspondre téléphoniquement avec Londres, on téléphonera bientôt avec Oslo, Stockholm et un jour avec Constantinople, New-York et San-Francisco.

Pour être complet, nous devons ajouter que le téléphone est allé se nicher, dans le courant de l'année 1926, sous une tente installée au sommet du Moine, à 4105 m. d'altitude. Mais, là-haut, il remplissait des fonctions plus nobles qu'en plaine, où il sert à tous les usages. Il mettait deux savants, qui s'étaient donné pour tâche d'étudier les rayonnements de la haute atmosphère, en relation directe avec l'Office central de météorologie, à Zurich. Pour cela, un lacet avait été tiré depuis le sommet du Moine jusqu'à la station Jungfraujoch (3460 m.), reliée elle-même par fil privé avec Eigergletscher. Journellement, les savants de là-haut et les savants d'en bas se communiquaient leurs observations. Mi.

Stand der Tonfrequenztelegraphie.*)

Von A. Clausing.

Sonderdruck aus der Elektrotechnischen Zeitschrift,
1926, Heft 17.

Die Fernleitungskosten einer Telegraphenanlage haben auf die Höhe der Telegrammgebühr einen um so grösseren Einfluss, je geringer die Zahl der in der Zeiteinheit über die Leitung beförderten Telegrame-worte ist. Von jeher zielten deshalb die Bestrebungen der Technik auf eine Verbesserung der Leitungsaus-nutzung. Neben der Erhöhung der Telegraphierge-schwindigkeit bietet sich als Lösung dieser Aufgabe die gleichzeitige Beförderung mehrerer Telegramme über ein und dieselbe Leitung. Als wirksamstes Mittel für diese Mehrfachausnutzung der Leitung hat sich in den letzten Jahren das Telegraphieren mit Träger-frequenzen erwiesen. Auf Freileitungen verwendet

Etat de la télégraphie à fréquence musicale.*)

Par A. Clausing.

Tirage spécial de l'Elektrotechnische Zeitschrift, 1926, N° 17.

Les frais afférant à une ligne télégraphique à grande distance ont une influence d'autant plus sensible sur les taxes télégraphiques, que le nombre des mots transmis sur la ligne, dans l'unité de temps, est moins élevé. De tout temps, la technique a donc cherché à obtenir une utilisation plus intense de la ligne. Outre l'augmentation de la vitesse de transmission, l'envoi simultané de plusieurs télégrammes sur une seule et même ligne permet aussi d'atteindre ce résultat. Le moyen qui, durant ces dernières années, s'est montré le plus effi-cace pour obtenir une utilisation multiple de la ligne, a été la télégraphie à l'aide de fréquences porteuses. Sur les lignes aériennes, on utilise à cet effet les fré-

*) Anmerkung der Redaktion: Die zur Veröffentlichung dieses Artikels nötigen Klischees sind uns von der Firma Siemens & Halske in zuvorkommender Weise zur Verfügung gestellt worden.

*) Note de la Rédaction. Les clichés nécessaires à la publi-
cation de cet article nous ont été obligamment prêtés par la
maison Siemens & Halske, Berlin.

man dabei die unhörbaren Frequenzen oberhalb des Sprachbereiches. Es bestand aber auch ein dringendes Bedürfnis, in Pupinkabeln, wie sie für Fernsprechzwecke in den letzten Jahren in der ganzen Welt, insbesondere in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Deutschland, verlegt worden sind, zu telegraphieren. Herr Lüschen konnte schon vor zwei Jahren im Elektrotechnischen Verein ein im Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A.-G. entwickeltes System vorführen, das gestattete, sechs Telegramme über eine solche Pupinleitung gleichzeitig zu übermitteln. Dieses System ist inzwischen in Deutschland in grösserem Umfange von der Reichspostverwaltung in die Praxis eingeführt worden.

Wenn Herr Staatssekretär Dr. Bredow in der Diskussion im Anschluss an den Vortrag des Herrn Lüschen der Hoffnung Ausdruck gab, dass sich die Tonfrequenztelegraphie in der Praxis ebenso gut wie bei den Betriebsversuchen des Telegraphentechnischen Reichsamtes bewähren möge, und wenn Herr Oberpostrat Wollin bei derselben Gelegenheit bemerkte, dass die praktische Telegraphie auf die Tonfrequenztelegraphie grosse Hoffnungen setze, und er glaube, dass sie dazu beitragen wird, manche Schwierigkeiten im Telegraphenverkehr zu überwinden, so kann man heute wohl sagen, dass die damals ausgesprochenen Hoffnungen nicht unerfüllt geblieben sind. Die Tonfrequenztelegraphie hat die Feuerprobe im praktischen Betriebe bestanden.

Zwischen Berlin und Frankfurt a. M. ist auf zwei 0,9 mm starken Aderpaaren im Hin- und Rücksprechen je ein sechsfacher Wechselstrom-Telegraphierbetrieb mit Schnelltelegraphen erprobt. Das System arbeitet seit etwa $\frac{3}{4}$ Jahr zur vollen Zufriedenheit mit den Aemtern Frankfurt a. M., Basel, Mannheim, Freiburg i. Br., Stuttgart und Karlsruhe. Dieser Versuch sollte zeigen, unter welchen Betriebsbedingungen in den Tonfrequenz- und Verstärkerämtern (Bitterfeld, Weimar, Fulda) ein gesicherter Betrieb möglich

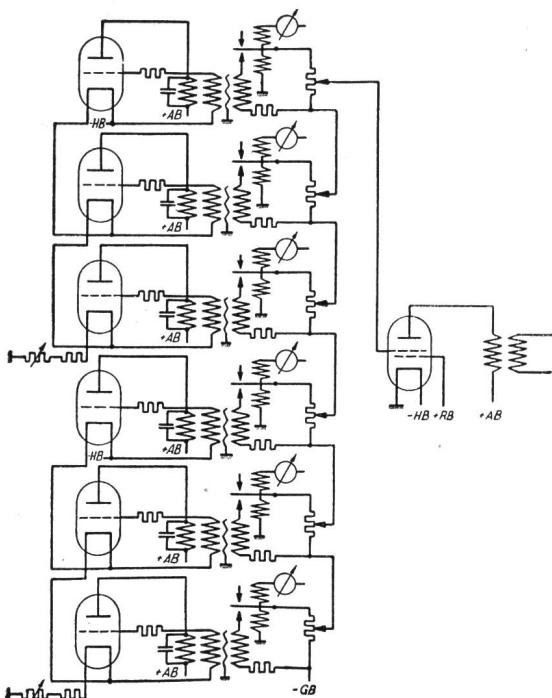


Bild 1. Tonfrequenz-Sechsfachsender.

quences inaudibles, se trouvant dans une zone supérieure à celles des fréquences perçues par l'ouïe. La nécessité de pouvoir télégraphier sur les câbles pupiniés, posés sur une grande échelle en Allemagne et en Amérique pour la téléphonie, se fit également sentir d'une façon assez prononcée. Il y a deux ans déjà, Monsieur Lüschen a, dans une conférence faite devant l'association des électrotechniciens, présenté un système, mis au point dans le laboratoire central Siemens et Halske S. A., qui permet de transmettre 6 télégrammes simultanément sur une ligne de ce genre. L'Administration des postes allemandes a, dès lors, mis en pratique ce système dans d'assez grandes proportions. Les voeux émis par MM Bredow et Wollin lors de la discussion qui suivit cette conférence, vœux formés pour l'avenir de la télégraphie à fréquence musicale, se sont réalisés en grande partie. La fréquence musicale a reçu le baptême du feu au point de vue pratique. Entre Berlin et Francfort-sur-Main, des essais d'exploitation sextuple dans les deux directions, sont effectués sur 2 lacets de 0,9 mm, en utilisant des appareils à grand rendement. Le système est en service depuis environ $\frac{3}{4}$ d'année et est exploité d'une façon très satisfaisante avec les offices de Francfort s. M., Bâle, Mannheim, Fribourg en Br., Stuttgart et Karlsruhe. Ces essais devaient permettre de juger dans quelles conditions pourrait s'effectuer un service irréprochable dans les offices émetteurs de fréquence et dans les stations amplificatrices (Bitterfeld, Weimar et Fulda). En outre, il s'agissait de rechercher si, du fait des phénomènes transitoires dans les câbles, la vitesse de transmission ne serait pas trop restreinte. L'exploitation a démontré que le système travaille d'une façon impeccable dans les conditions normales exigées pour la téléphonie, et que la vitesse de transmission normale de 600 lettres est encore loin d'être affectée par les phénomènes transitoires du câble. D'autres essais pratiques entre Berlin, Stolp et Königsberg, effectués sur des câbles téléphoniques Krarup, ont donné entière satisfaction; succès dû à la collaboration intime entre l'administration des télégraphes du Reich et la S. A. Siemens et Halske. Ces succès ont déterminé l'administration des postes allemandes à adopter d'une façon définitive et générale ce genre de télégraphie pour des conducteurs de câbles téléphoniques.

Le but de mes explications est de décrire le développement qu'a pris la télégraphie à fréquence musicale depuis les premières démonstrations faites à l'intention de l'association des électrotechniciens. Je me permets tout d'abord de rappeler brièvement le principe et le fonctionnement de la télégraphie à fréquence musicale. Dans la télégraphie à fréquence musicale, le transport des signaux télégraphiques s'effectue à l'aide de courants alternatifs et, pour chaque communication, nous avons une fréquence spéciale, la fréquence porteuse. Les différents courants alternatifs, qui pour la télégraphie multiple par exemple ont des fréquences de $f = 400, 638, 877, 1110, 1350$ et 1590 Hertz, sont produits par des émetteurs à lampes (fig. 1). Les circuits de chauffage de chaque groupe de 3 lampes sont connectés en série. Le réglage de fréquence s'effectue en variant l'induction de l'enroulement oscillant; cette variation s'opère en déplaçant le noyau de fer de la bobine oscillatrice. Entre l'en-

ist. Ferner sollte geprüft werden, ob die *Telegraphiergeschwindigkeit durch die Einschwingvorgänge im Kabel* nicht zu früh begrenzt wird. Der Betrieb hat gezeigt, dass das System ohne andere Anforderungen, als sie vom normalen Fernsprechbetrieb gestellt werden, zuverlässig arbeitet, und dass die Begrenzung der Telegraphiergeschwindigkeit durch die Einschwingvorgänge weit oberhalb der betriebsmässigen Geschwindigkeit von 600 Buchstaben liegt. Weitere Betriebsversuche zwischen Berlin, Stolp und Königsberg über Krarup-Fernsprechkabeladern verliefen durchaus zufriedenstellend, ein Erfolg engster Zusammenarbeit zwischen der Reichstelegraphenverwaltung und der Siemens & Halske A.-G., der die Reichspostverwaltung zur endgültigen allgemeinen Einführung dieser Art der Telegraphie in Fernsprechkabeln veranlasste.

Zweck meiner heutigen Ausführung ist es, die Weiterentwicklung der Tonfrequenztelegraphie seit der ersten Vorführung im Elektrotechnischen Verein zu schildern. Ich darf vorher noch einmal die Grundlagen und die Wirkungsweise der Tonfrequenztelegraphie kurz zusammenfassen.

Als Träger der Telegraphierzeichen werden in der Tonfrequenztelegraphie Wechselströme verwendet, und zwar für jede Telegraphierverbindung eine besondere Frequenz, die Trägerfrequenz. Die einzelnen Wechselströme, die beispielsweise für eine Vielfachtelegraphie die Frequenzen $f = 400, 638, 877, 1110, 1350$ und 1590 Hertz haben, werden durch Röhrensender (Bild 1) erzeugt. Die Heizkreise von je drei Röhren sind in Reihe geschaltet. Die Frequenzregelung erfolgt durch Änderung der Induktivität der Schwingungswicklung; diese Änderung wird durch Verschieben des Eisenkerne der Schwingungsspule bewirkt. Zwischen der Schwingungswicklung und der Tastwicklung liegt ein elektrostatischer, geerdeter Schirm, um kapazitive Unsymmetrien der Tastwicklung zu beseitigen. Es wird dadurch erreicht, dass die Amplitudenwiderstände im Gitterkreis der Sende-verstärkerröhre während der Strompausen vollkommen stromlos sind.

Die einzelnen Tastkreise sind je über einen hochohmigen Vorwiderstand, einen Regelwiderstand für das Einstellen der Wechselstromamplitude und den Anker und Arbeitskontakt je eines Senderrelais geschlossen. Die von den Telegraphenapparaten gesteuerten Wechselstrom-Tastrelais legen die Wechselspannung im Takte der gesandten Telegraphierzeichen an die Leitung. Die als Spannungsleiter ausgebildeten Amplitudenwiderstände liegen in Reihe geschaltet im Gitterkreis der Sende-verstärkerröhre. Da die Sende-röhre im Gebiete negativer Gittervorspannung ohne Gitterstrom arbeitet, erzeugt die Wechselspannung dieses Senders keinen Spannungsabfall an den Amplitudenwiderständen der Nachbarsender, d. h. die Sender stören sich gegenseitig nicht. Durch die beschriebene Reihenschaltung der Amplitudenwiderstände im Gitterkreis wird ferner die Amplitude der Kabelanfangsspannung einer Frequenz unabhängig von der Offen- und Schliessstellung der Tastrelais der anderen Frequenzen. Da die Widerstände in den einzelnen Tastkreisen gegenüber dem Scheinwiderstand der Tastwirkung gross gewählt sind, gibt praktisch die Schwingungsrohre beim Senden von Zeichen keine Leistung ab, so dass die Frequenz der Sender konstant

roulement oscillant et l'enroulement du circuit de manipulation se trouve un écran électro-statique relié à la terre et éliminant la dissymétrie capacitive de l'enroulement du circuit de manipulation. De ce fait, les résistances d'amplitude intercalées dans les circuits de grille ne sont parcourues par aucun courant dans les intervalles qui séparent les signaux.

Chaque circuit de manipulation est fermé à travers une haute résistance, une résistance variable permettant de régler l'amplitude du courant alternatif, et par l'armature et le contact de travail d'un relais émetteur. Les relais de manipulation à courant alternatif, actionnés par les appareils télégraphiques, envoient sur la ligne la tension alternative à la cadence des signaux transmis. Les résistances d'amplitude formant conducteurs de tension sont intercalées en série dans le circuit grille de la lampe amplificatrice d'émission. Comme la lampe d'émission travaille avec un potentiel grille négatif et par conséquent sans courant grille, il n'y aura pas de chute de tension dans les résistances d'amplitude des émetteurs voisins ; en d'autres termes, les émetteurs ne se gênent pas entre eux. En reliant les résistances d'amplitude en série dans le circuit grille de la façon indiquée, l'amplitude de la tension d'une fréquence à l'entrée du câble est rendue indépendante de l'ouverture et de la fermeture des circuits de manipulation des autres fréquences. Comme les résistances des différents circuits de manipulation sont d'un ordre très élevé par rapport à la résistance apparente qui résulte de la manipulation, la lampe d'oscillation ne fournit pratiquement aucun travail durant les émissions de signaux, et la fréquence des émetteurs reste constante.

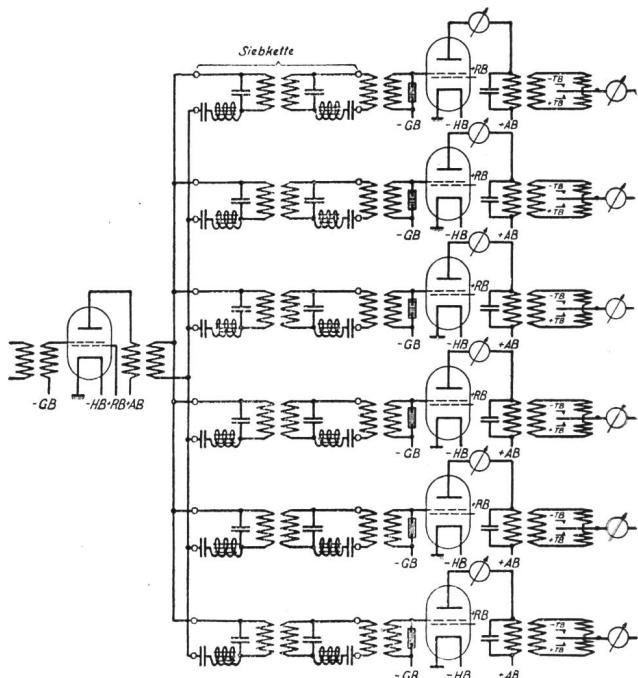


Bild 2. Tonfrequenz-Sechsfachempfänger.

Les phénomènes transitoires, à l'intérieur de la lampe, occasionnés par les variations de la charge sont ainsi éliminés et la vitesse de transmission n'est pas limitée.

bleibt. Die durch die Belastungsänderungen bedingten Einschwingvorgänge in der Senderöhre sind dadurch vermieden, so dass keine Begrenzung der Telegraphiergeschwindigkeit erfolgt. Die Telegraphierspannungen an den einzelnen Amplitudenwiderständen überlagern sich ungestört und verursachen im Anodenkreis der Verstärkerröhre proportionale Stromänderungen, die über den Anodenübertrager dem Leitungsanfang zugeführt werden. Zur Vermeidung von Uebersprechstörungen in den Nachbarleitungen werden die Telegraphierspannungen der einzelnen Frequenzen, auf den Leitungsanfang bezogen, zu etwa 0,2 V gewählt, so dass die Kabelanfangsspannung beim Betrieb mit allen Frequenzen etwa 1 V beträgt. In die für die Tonfrequenztelegraphie verwendeten

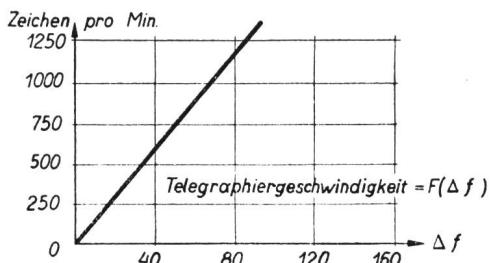


Bild 3. Abhängigkeit der Telegraphiergeschwindigkeit von der Siebketten-Spaltbreite Δf .

0,9 mm starken Normalkabelleitungen sind in Abständen von etwa 150 km die aus dem Fernsprechverstärkerbetrieb bekannten entzerrenden Vierdrahtverstärker eingeschaltet; ebenso liegt am Leitungsende ein entzerrender Verstärker (Bild 2). Da alle Verstärkerröhren so gewählt sind, dass sie nur in dem geradlinigen Teil ihrer Charakteristik ausgenutzt sind, und da die verwendeten Schaltmittel, wie Uebertrager, Drosselpulen usw., bei den verwendeten Leistungen amplitudunabhängig sind, erhält man hinter dem Empfangsverstärker ein Gemisch der sechs Frequenzen, deren Amplituden zueinander das gleiche Verhältnis wie die Kabelanfangsströme haben. Dieses Frequenzgemisch gelangt hinter dem Empfangsverstärker auf sechs parallel geschaltete Siebketten, deren mittlere Durchlässigkeitsfrequenzen entsprechend den Betriebsfrequenzen gewählt sind. Die Ketten zerlegen das Frequenzgemisch in Einzelfrequenzen.

Zur Erzielung einer bestimmten Telegraphiergeschwindigkeit müssen die Siebketten ein Frequenzband hindurchlassen, das die Trägerfrequenz enthält. Die Breite dieses Bandes Δf steht zur Einschwingzeit der Kette in einer festen Beziehung. Es ist nämlich Einschwingzeit $T = \frac{0,8}{\Delta f}$. Da das Wechselstromzeichen schon innerhalb einer Punktdauer seine volle Amplitude erreicht haben muss, darf die Einschwingzeit höchstens gleich der Punktdauer sein. Hat man z. B. eine Telegraphiergeschwindigkeit von $B = 600$ Fünferzeichen/Minute, so kommen auf eine Minute $600 \cdot 5 = 3000$ Punkte. Die Punktdauer ist dann $\frac{60}{5 B} = \frac{1}{50}$ sek, die Punktfréquenz 25 Hertz. Setzt man Einschwingzeit = Punktdauer, so folgt $\frac{0,8}{\Delta f} = \frac{60}{5 B}$ oder $B = 15 \cdot \Delta f$. Die Bandbreite Δf

Les tensions aux différentes résistances d'amplitude se superposent sans se brouiller et produisent des variations de courant proportionnelles dans le circuit de plaque de la lampe amplificatrice. Ces variations sont transmises à la ligne par l'intermédiaire du transformateur du circuit de plaque. Pour éviter les troubles dus à la diaphonie dans les conducteurs voisins, la tension pour les différentes fréquences sera d'environ 0,2 V au commencement de la ligne, si bien que la tension à l'entrée du câble atteindra à peu près un volt lorsque toutes les fréquences sont en action.

Dans les câbles du type normal de 0,9 mm, on a intercalé tous les 150 km des relais amplificateurs à 4 fils bien connus dans la téléphonie et éliminant la distorsion produite par le câble. A l'extrémité du câble se trouve également un amplificateur analogue (Fig. 2).

Comme les lampes amplificatrices choisies à cet effet ne travaillent que dans la partie rectiligne de leur caractéristique et que les différents éléments tels que transformateurs, bobines d'induction, etc., sont indépendants de l'amplitude pour les puissances utilisées, nous obtenons, après l'amplificateur, un mélange des 6 fréquences dont les amplitudes sont entre elles dans le même rapport que les courants émis à l'entrée du câble. A la sortie de l'amplificateur de réception, ce mélange de fréquences arrive à 6 filtres reliés en parallèle, syntonisés sur des fréquences correspondant aux diverses fréquences employées pour la transmission. Les filtres trient ce mélange en fréquences isolées.

Pour obtenir une certaine vitesse de transmission, les filtres doivent laisser passer une bande de fréquences contenant la fréquence porteuse. La largeur de cette bande Δf est en rapport fixe avec la durée du phénomène transitoire du filtre (durée du phénomène transitoire $T = \frac{0,8}{\Delta f}$). Le signal à courant alternatif devant déjà atteindre son amplitude complète pendant la durée d'un point, la durée du phénomène transitoire peut tout au plus être égale à la durée d'un point. Si l'on a, par exemple, une vitesse de transmission B de 600 signaux à 5 émissions par minute, on obtient en une minute $600 \times 5 = 3000$ points; la durée d'un point est donc $\frac{60}{5 B} = \frac{1}{50}$ de seconde, la fréquence des points est de 25 Hertz. Si l'on pose: durée du phénomène transitoire = durée du point, il s'ensuit $\frac{0,8}{\Delta f} = \frac{60}{5 B}$ ou $B = 15 \cdot \Delta f$.

La largeur de la bande Δf devrait, d'après ce que nous avons vu, avoir au moins 40 Hertz pour une transmission à la vitesse de 600 lettres. En réalité, nous utilisons des filtres avec une bande d'une largeur de 80 Hertz. La fig. 3 montre de quelle façon la vitesse de transmission dépend de la largeur de la bande du filtre. D'après cela, on voit qu'avec un filtre ayant une bande $\Delta f = 80$ Hertz, il est possible d'atteindre une vitesse maximum de 1200 lettres télégraphiques avec des appareils à grand rendement.

müsste demnach bei einer Telegraphiergeschwindigkeit von 600 Buchstaben mindestens 40 Hertz betragen. Tatsächlich verwenden wir Siebketten mit einer Bandbreite von 80 Hertz. Bild 3 zeigte die Abhängigkeit der Telegraphiergeschwindigkeit von der Spaltbreite der Siebkette. Sie können daraus ersehen, dass bei einer Spaltbreite von $J f = 80$ Hertz die Siebketten eine Höchst-Telegraphiergeschwindigkeit von 1200 Schnelltelegraphen-Buchstaben zulassen.

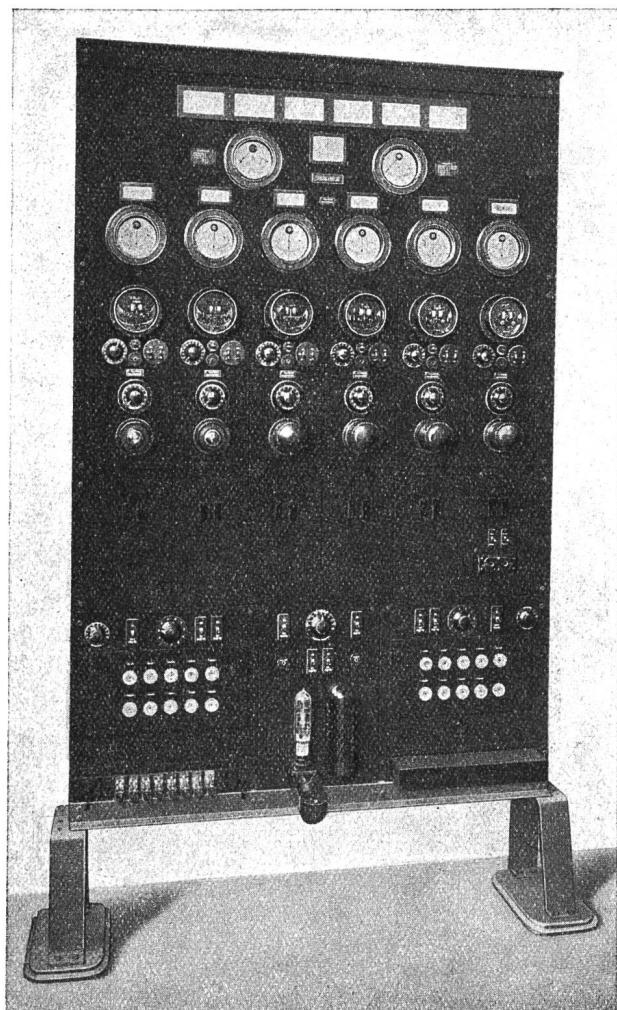


Bild 4. Tonfrequenz-Sendergestell.

Hinter jeder Siebkette liegt ein Gleichrichter, der die Wechselstromzeichen in Gleichströme negativer und positiver Richtung umwandelt. Der Gleichrichter besteht aus einem an die Siebkette angepassten Vorübertrager, dessen Sekundärseite auf den Gitterkreis der Gleichrichterröhre arbeitet. Die Gittervorspannung ist dabei so gewählt, dass im Ruhezustande der Anodenkreis stromlos ist. Im Anodenkreis liegt ein für die *Stromschrittfrequenz* an die Röhre angepasster Uebertrager, dessen Sekundärseite mit der Wicklung eines polarisierten, neutral eingestellten Relais verbunden ist. Parallel zur Anodenwicklung des Uebertragers liegt ein Kondensator. Trifft ein Wechselstromwellenzug auf das Gitter der Gleichrichterröhre, so fliesst im Anodenkreis ein pulsierender Gleichstrom, dessen Wechselstromkomponente über den Kondensator und dessen Gleichstromkomponente durch den Uebertrager fliesst. Beim Entstehen des

Après chaque filtre se trouve un redresseur, qui transforme les courants alternatifs en courants continus positifs et négatifs. Le redresseur se compose d'un transformateur d'entrée ajusté au filtre, et dont le secondaire agit sur le circuit grille de la lampe rectificatrice. Le potentiel grille doit être choisi de telle façon qu'au repos le circuit de plaque soit sans courant. Dans le circuit de plaque se trouve un transformateur spécial ajusté à la lampe, et dont l'enroulement secondaire est relié à l'enroulement d'un relais polarisé réglé à l'indifférence. Un condensateur est relié en parallèle sur l'enroulement de plaque du transformateur. Si un train d'ondes de courant alternatif agit sur la grille de la lampe rectificatrice, un courant continu pulsatoire sera engendré; les composantes alternatives passent à travers le condensateur, et les continues à travers le transformateur. À l'apparition du courant continu dans l'enroulement primaire du transformateur, il se produit une impulsion dans l'enroulement secondaire, laquelle amènera l'armature du relais sur le butoir de travail. Lorsque le courant continu est coupé, une impulsion de signe contraire est produite dans le secondaire, impulsion qui provoque le retour de l'armature du relais sur le contact de repos. Dans le circuit local du relais récepteur est branché l'appareil télégraphique récepteur, d'après le principe des deux polarités. L'utilisation du transformateur entre la lampe rectificatrice et le relais récepteur permet d'utiliser des relais réglés à l'indifférence. Il est vrai qu'en principe il serait possible d'intercaler le relais récepteur directement dans le circuit de plaque. Cependant, du fait qu'il est impossible d'adapter les relais télégraphiques du type normal à la haute résistance intérieure de la lampe rectificatrice, cette dernière disposition est inférieure à celle que nous utilisons.

Je voudrais maintenant vous montrer sous quelle forme nous fabriquons les appareils à fréquence musicale. La fig. 4 montre le tableau d'émission et la fig. 5 le tableau de réception pour installations à 6 fréquences. Lors de la construction, nous avons attaché une grande importance à la disposition bien ordonnée des éléments les plus importants d'une même fréquence, en les plaçant sur un même panneau interchangeable afin qu'il soit possible, lors d'un dérangement de l'une d'elles, de sortir facilement tous les éléments qui s'y rapportent. Sur les différents panneaux du tableau d'émission sont montés le relais de télégraphe, la lampe oscillatrice sous calotte protectrice, les dispositifs pour le réglage de la fréquence et de l'amplitude de la tension d'exploitation ainsi qu'un commutateur permettant, lors de la suppression d'une fréquence, d'intercaler à la place du filament de la lampe oscillatrice une résistance de valeur équivalente. Ce dispositif est nécessaire, car, comme nous l'avons vu, les lampes sont, pour le chauffage, reliées en série par groupes de 3. Les relais des différents panneaux peuvent être actionnés, d'une part, depuis le tableau au moyen d'une clef d'essai, d'autre part, depuis l'office télégraphique. Le courant à deux polarités, qui alimente le relais de transmission, est amené à l'instrument qui se trouve sur le panneau spécial et qui permet au fonctionnaire de surveiller le fonctionnement correct de l'émetteur télégraphique. Sur chaque panneau

Gleichstromes in der Primärwicklung des Uebertragers entsteht in der Sekundärwicklung ein Induktionsstoss, der den Relaisanker an den Arbeitskontakt legt. Beim Aufhören des Gleichstromes entsteht im Sekundärkreis ein Induktionsstoss entgegengesetzter Richtung, der den Relaisanker an den Trennkontakt legt. Im Ortsstromkreis des Empfangsrelais liegt in der bekannten Doppelstromschaltung der Telegraphenempfangsapparat. Die Verwendung des Uebertragers zwischen Gleichrichterröhre und Empfangsrelais ermöglicht die Benutzung neutral eingestellter Empfangsrelais. Es ist zwar grundsätzlich möglich, das Empfangsrelais unmittelbar in den Anodenkreis zu legen. Da jedoch bei der Konstruktion der normalen Telegraphenrelais eine Anpassung an den hohen inneren Widerstand der Gleichrichterröhre nicht erzielt werden kann, ist die letztgenannte Anordnung der von uns verwendeten unterlegen.

Ich möchte nun zeigen, in welche fabrikationsmässige Form wir die Tonfrequenzapparate gebracht haben. Sie sehen hier das Sendergestell Bild 4 und das Empfangsgestell Bild 5 für einen Betrieb mit sechs Frequenzen. Bei der Konstruktion haben wir Wert auf die Zusammenfassung aller wichtigsten einer Frequenz zugeordneten Schaltelemente auf auswechselbare Einzelplatten gelegt, so dass im Falle der Störung einer Frequenz alle dieser Frequenz zugeordneten Apparateile leicht ausgewechselt werden können. Die Einzelplatten des Sendegestells tragen das Telegraphenrelais, die unter einer Schutzkappe sitzende Schwingungsrohre, die Frequenz- und Amplitudenregler für die Telegraphierspannung und eine Abschaltetaste, die beim Ausserbetriebsetzen einer Frequenz an Stelle des Heizfadens der Schwingungsrohre einen gleichwertigen Widerstand einschaltet. Dies ist erforderlich, weil, wie schon oben erwähnt, je drei Schwingungsrohren in Reihe geheizt werden. Die Betätigung der auf den Einzelplatten sitzenden Sendedrähte kann einmal am Gestell selbst, durch Betätigung eines Prüfschalters, und ausserdem vom Telegraphenamt aus erfolgen. Der die Wechselstrom-Senderelais steuernde $+$ -Strom wird über ein Instrument auf der oben sitzenden Instrumentplatte geleitet. Dieses dient dem Beamten zur Ueberwachung des richtigen Arbeitens des Telegraphensenders. Auf der Einzelplatte befindet sich ferner eine Klinke, in die ein Telephon zur Kontrolle der Frequenz oder ein Röhrenspannungsmesser zur Messung der Amplituden eingeschaltet werden kann. Unter den sechs Einzelplatten befinden sich wieder kleinere Platten, welche die Kippschalter für die Sprechverbindung zum Telegraphenamt und zum Gegentonfrequenzamt tragen. Die Einstellung der Apparate vor Aufnahme des Betriebes geschieht unter Zuhilfenahme einer Sprechverbindung zwischen den beteiligten Dienststellen. Für die Sprechverständigung wird der aus den beiden Betriebsaderpaaren kombinierte Vierer verwendet. Das Gegenamt oder die Zwischenämter werden über den Vierer mit Tonfrequenz gerufen. Auf den Mittelteil der unteren Plattenreihe ist die Sendeverstärkerrohre montiert. Neben ihr befindet sich eine Ersatzröhre, die automatisch eingeschaltet wird, wenn die Betriebsröhre unwirksam wird. Auf der Platte befindet sich ausserdem ein Drehwiderstand für die Regelung der Heizstromstärke, ausserdem Schalter

se trouve, en outre, un jack pour l'intercalation d'un téléphone servant au contrôle de la fréquence ou d'un instrument permettant de mesurer les amplitudes. Sous les 6 panneaux mentionnés sont placés de plus petits panneaux, qui portent des commutateurs pour la ligne téléphonique reliée à l'office télégraphique et à l'office émetteur avec lequel on est en relation. Le réglage des appareils avant l'ouverture du service a lieu à l'aide d'une communication téléphonique entre

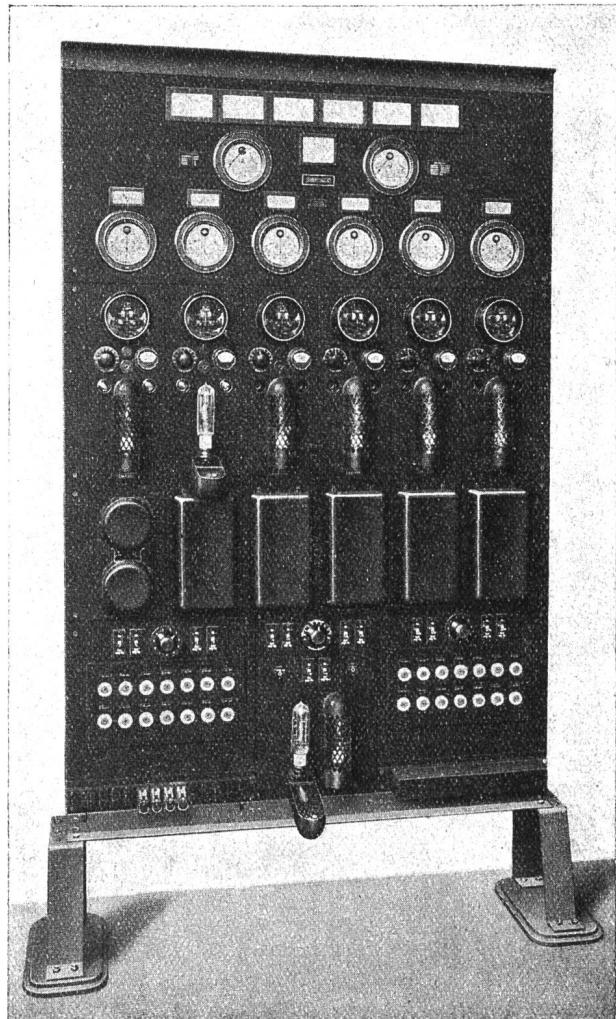


Bild 5. Tonfrequenz-Empfängergestell.

les offices en cause. Pour cette communication, on utilise le circuit combiné au moyen des deux lacets d'exploitation. L'office correspondant ou les offices intermédiaires sont appellés sur le circuit combiné à l'aide de fréquences musicales. Sur le panneau inférieur du milieu est montée la lampe amplificatrice de transmission, à côté de laquelle se trouve une lampe de réserve qui s'intercale automatiquement si la première vient à faire défaut. Sur le panneau se trouve une résistance variable insérée dans le circuit de chauffage, ainsi que des commutateurs permettant d'intercaler les tensions de chauffage et de plaque de la lampe amplificatrice de transmission. Les jacks qui s'y trouvent servent à contrôler les tensions que les 6 lampes émettrices fournissent au circuit grille ainsi

zur Anschaltung der Heiz- und Anodenspannung für die Sendeverstärkerröhre. Die an derselben Stelle angebrachten Klinken dienen zur Prüfung der von den sechs Senderöhren auf den Gitterkreis gegebenen Spannungen und des auf die Fernleitung gehenden Stromes. Die links und rechts vom Mittelfeld angebrachten Platten tragen die Sicherungen für die einzelnen Stromkreise, die Kippschalter für Heizung und Anodenspannung der Schwingungsrohren, je einen Heizwiderstand für die drei in Reihe geheizten Senderöhren sowie je einen Instrumentumschalter. Der rechte Instrumentumschalter dient zur Anschaltung des auf der obersten Platte am Gestell sitzenden Spannungsmessers an die Betriebsspannungen, der linke zur Anschaltung des rechts vom Spannungsmesser sitzenden Strommessers an die Sender- und Sendevertärker-Heizkreise. Im Prinzip ist auch dieser Strommesser ein Spannungsmesser, denn man misst mit ihm an festen Widerständen, die in jeden Heizkreis eingeschaltet sind, die Spannung; er ist aber in Ampère geeicht. Oben auf der höchsten Platte sind noch Signaltafeln angebracht, welche als optisches Signalisierungsmittel bei irgendeiner Störung verwendet werden. Die in den einzelnen Rahmen ruhenden Mattscheiben sind beschriftet mit Heizspannung, Anodenspannung, Raumladspannung, Telegraphierspannung und Gitterspannung. Im Falle des Fortbleibens irgend einer Spannung wird die betreffende Schrift mittels einer hinter der Mattscheibe sitzenden Lampe erleuchtet. Neben diesem optischen Signal wird noch ein Klingelsignal betätigt, das den Beamten aufmerksam macht. Die noch an der obersten Gestellplatte sitzenden Rähmchen sollen für den Betrieb wichtige Schilder tragen. An den Rückwänden der Gestellplatten ruhen noch Drosseln und Kondensatoren zum Unterdrücken der von der Anodenmaschine kommenden Spannungsschwankungen.

qu'à mesurer le courant dans le circuit à grande distance. Les panneaux extrêmes portent les fusibles pour les différents circuits, les commutateurs pour le chauffage et pour la tension de plaque des lampes oscillatrices, une résistance pour chaque groupe de 3 lampes reliées en série ainsi qu'un commutateur pour connecter les instruments. Le commutateur de droite sert à relier le voltmètre du panneau supérieur du tableau aux diverses tensions; celui de gauche, à intercaler dans les circuits de chauffage d'émission et d'amplification l'ampèremètre fixé à droite du voltmètre. En principe, cet instrument est aussi un voltmètre, car il sert à mesurer les tensions aux extrémités des résistances fixes qui sont intercalées dans chaque circuit de chauffage. L'instrument, toutefois, est étalonné en ampères. Sur le panneau supérieur se trouvent encore des signaux optiques qui servent à indiquer un dérangement quelconque. Les disques, en verre dépoli, fixés dans les différents cadres portent les inscriptions: tension de chauffage, tension de plaque, tension grille auxiliaire, tension d'exploitation et tension grille. Si l'une des tensions vient à manquer, une lampe placée derrière le disque de verre dépoli éclaire l'inscription correspondante. En outre, une sonnerie est actionnée pour rendre le fonctionnaire attentif à l'irrégularité. Les petits cadres fixés au panneau supérieur sont réservés aux indications de service d'une certaine importance. Sur la paroi postérieure du tableau sont montés des condensateurs et des selfs destinés à aplatiser les fluctuations du courant d'anode provenant de la machine.

Alessandro Volta.

C. Berini.

Pure a noi ricorre l'obbligo morale di richiamare all'attenzione dei molti, il nome di Alessandro Volta, il grande fisico del secolo scorso. Né con ciò s'intende da parte mia di illustrare in extenso le sue laboriose invenzioni, che a suo tempo mandarono in visibilio il mondo intero ed aggiunsero tante pagine di gloria ai volumi della scienza. A me basta — secondo le mie forze — di contribuire modestamente alla riuscita delle onoranze Voltiane che in ricorrenza del primo centenario della morte del grande scienziato, si svolgeranno a Como a partire dal mese di maggio, onoranze che desteranno, penso, una grande eco in tutto il globo terrestre, ovunque l'umana civiltà ha messo le sue radici.

Alessandro Volta nacque a Como il 18 febbraio 1745 da una rispettabile famiglia. I suoi genitori eran certo ben lontani dal pensare che il tenero germoglio fosse destinato ad immortalare il nome. Di temperamento vivo, egli nutre profondo amore per la famiglia ed è rispettoso con tutti. Frequenta le scuole cittadine e subito si segnala per la sua intelligenza sveglia e per la naturale inclinazione allo studio. Suo padre ravvisa

in lui queste precoci e rare doti, e con utili consigli cerca alimentarne la nobil fiamma. I paterni insegnamenti sono molto ben ricompensati dal profitto che il piccolo Alessandro ne trae. Ma nel momento in cui la guida paterna gli è più che mai necessaria, il buon genitore muore. Uno zio canonico ne assume le veci.

Destinato dapprima alla carriera giuridica, nel corso degli studi manifesta una predilezione per la fisica. Sotto l'abile direzione dei suoi maestri e dello zio, impara molto bene il latino e il francese, lingue che gli serviranno più tardi a far conoscere ai dotti le sue importanti invenzioni. A diciott'anni si è già messo in corrispondenza epistolare con Nollet, un fisico francese di gran valore, e discute con questi su temi scientifici. A ventiquattro anni, si rende noto pubblicando il suo primo trattato di fisica. Lo scritto si diffonde rapidamente e rivela in lui uno studioso d'eccelsa classe e di sicuro avvenire. I primi a render onore al merito sono i suoi concittadini stessi. Diventato vacante il posto di reggente delle scuole di Como, Alessandro Volta vi è subito eletto a pieni voti.