

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 42 (1964)

Heft: 12

Artikel: Le réseau principal suisse à paires coaxiales = Das Haupt-Koaxialkabelnetz der Schweiz

Autor: Jacot, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875188>

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: 15.03.2025

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

che de terrains, impossibilité d'acheter de gré à gré et obligation de recourir à l'expropriation quand faire se peut, retards dans la construction et l'installation du matériel des centraux, autres dépenses supplémentaires qui s'imposent, etc.);

- à cela, il faut aussi ajouter la liberté d'action importante qui en résulte et qui est une mesure de prudence, puisque, du côté pratique, il n'y aura aucune difficulté pour faire démarrer les travaux au moment le plus opportun et les mener à chef avec un minimum de heurts et de difficultés dans le meilleur esprit de coordination.

C'est ainsi que les services des télécommunications pourront être en mesure de satisfaire dans des délais acceptables, à un rythme régulier, toutes les demandes en nouveaux raccordements téléphoniques et assurer à leurs détenteurs le service auquel ils ont droit, tant en qualité qu'en sécurité.

Grundstücke nach freier Übereinkunft zu erwerben; vermehrte Anwendungen des Enteignungsverfahrens; Verspätungen bei den Bauarbeiten und der Einrichtung von Zentralen; unerwünschte, zusätzlich unnötige Ausgaben usw.). Hier soll auch die sich daraus ergebende Handlungsfreiheit erwähnt werden. Es ist dies eine Vorsichtsmassnahme, die es ermöglicht, mit den Arbeiten im günstigsten Augenblick zu beginnen und sie im Sinne bester Koordination sowie mit einem Minimum von Hindernissen und Schwierigkeiten zum Abschluss zu bringen.

Auf diese Weise werden die Fernmeldedienste in die Lage versetzt, in annehmbaren Fristen und in regelmässigem Rhythmus alle Begehren um neue Telefonanschlüsse zu befriedigen und ihren Teilnehmern den Dienst zu sichern, auf den sie sowohl in bezug auf Qualität als auch auf die Sicherheit Anspruch haben.

Le réseau principal suisse à paires coaxiales Das Haupt-Koaxialkabelnetz der Schweiz

Résumé. La mise en service du câble coaxial Berne-Lausanne, dernière étape de l'établissement du réseau de base suisse des circuits à grande vitesse de transmission, fournit l'occasion de rappeler la genèse de ce réseau dont la pose a commencé en 1953 par l'artère internationale Berne-Besançon. Après avoir rappelé les principales caractéristiques des équipements de ligne, on montre comment, grâce aux progrès de la technique, il a été possible par l'élargissement de la bande de fréquences transmises jusqu'à 6,2 MHz, de porter le nombre de voies à 1260. Une partie des nouveaux équipements est déjà réalisée en modèle 62.

Zusammenfassung. Die Inbetriebsetzung des Koaxialkabels Bern-Lausanne, des letzten Teilstückes des schweizerischen Basis-Leitungsnetzes grosser Übertragungsgeschwindigkeit, gibt Anlass zu einem Rückblick auf die Entwicklungsgeschichte dieses Netzes, mit dessen Auslegung 1953 auf dem internationalen Teilstück Bern-Besançon begonnen wurde. Nach Erwähnung der wichtigsten Charakteristika der Leitungs-ausrüstungen wird gezeigt, wie es, dank den Fortschritten der Technik, möglich geworden ist, durch Erweitern des übertragenen Frequenzbandes auf 6,2 MHz die Zahl der Gesprächskanäle auf 1260 zu erhöhen. Ein Teil der neuen Ausrüstungen ist bereits in der Bauweise 62 erstellt worden.

Riassunto. La rete principale svizzera di cavi coassiali. L'attivazione del cavo coassiale Berna-Losanna, ultima tappa della rete di base svizzera dei circuiti a grande velocità di trasmissione dà l'occasione di rammentare la genesi di questa rete, la cui posa è cominciata nel 1953 con l'arteria principale Berna-Besançon. Dopo aver rammentato le principali caratteristiche degli equipaggiamenti di linea, l'autore mostra come, grazie ai progressi della tecnica, l'allargamento fino a 6,2 MHz della banda di frequenze trasmesse ha permesso di portare a 1260 il numero di canali di trasmissione. Una parte dei nuovi equipaggiamenti è già realizzata in costruzione 62.

Introduction

La mise en service du câble coaxial Berne-Lausanne le 24 avril 1964 marque la dernière étape de l'établissement du réseau de base suisse des circuits à grande vitesse de transmission (achèvement de son axe Est-Ouest, St-Gall-Zürich-Berne-Lausanne-Genève). L'axe Nord-Sud, Schaffhouse-Zürich-Lugano, a été terminé en 1963. Ce réseau, constitué par 800 km de câbles à 4 paires coaxiales 2,6/9,5 mm type CCITT, 4 quarts de bourrage isolées au papier et une quarte centrale isolée au polyéthylène, relie les principaux centraux de concentration interurbains de la Suisse et a accès au réseau de câbles à paires coaxiales des pays voisins (*fig. 1*): par Berne-Neuchâtel-Besançon et Bâle-Mulhouse vers la France; par Schaffhouse-Donaueschingen vers l'Allemagne; par St-Gall-

Einführung

Mit der Einschaltung des Koaxialkabels Bern-Lausanne, am 24. April 1964, wurde die letzte Lücke im schweizerischen Basisnetz der Leitungen grosser Übertragungsgeschwindigkeit auf der Achse Ost-West (St. Gallen-Zürich-Bern-Lausanne-Genf) geschlossen. Die Achse Nord-Süd (Schaffhausen-Zürich-Lugano) war bereits 1963 beendet worden. Dieses 800 km lange Kabelnetz wird von Kabeln gebildet, die aus 4 Koaxialtuben 2,6/9,5 mm vom Typ CCITT, 4 papierisolierten Füllvierern und einem Polyäthylen-isolierten Vierer im Zentrum bestehen. Es verbindet die Haupt-Fernknotenämter der Schweiz, hat aber auch Zugang zum Koaxialkabelnetz der Nachbarstaaten (*Fig. 1*): über Bern-Neuenburg-Besançon und Basel-Mülhausen nach Frankreich, über Schaffhausen-Donaueschingen



Fig. 1

Réseau coaxial de base suisse et sa position dans le réseau européen
Haupt-Koaxialkabelnetz der Schweiz und seine Verbindungen
mit dem europäischen Netz

Feldkirch vers l'Autriche et par Lugano-Como-Milan
vers l'Italie.

Commencée en 1953 par la pose du premier câble
coaxial international Berne-Neuchâtel-Morteau-Besançon,
la construction de ce réseau a été marquée

nach Deutschland, über St.Gallen-Feldkirch nach
Österreich und über Lugano-Como-Mailand nach
Italien.

Mit der Verlegung des ersten internationalen Koaxialkabels wurde 1953 auf der Strecke Bern-Neuenburg-Morteau-Besançon begonnen. Weitere Etappen waren: St.Gallen-Feldkirch (1954), Zürich-Lugano (1955), Lugano-Como-Mailand (1956), Basel-Mülhausen, Basel-Zürich und Genf-Lausanne (1958), St. Gallen-Zürich (1960), Zürich-Schaffhausen-Donauesschingen und Zürich-Bern (1963), Bern-Lausanne (1964).

Für die Unterbringung der alle 8...9 km notwendigen Zwischenverstärker dieser Koaxialkabelverbindungen mussten 85 Verstärkerstationen gebaut werden (Fig. 2...4). Sie werden von den elf Hauptstationen aus mit 50 Hz-Wechselstrom gespeist. In den Hauptstationen können einzelne Kanäle oder Primärgruppen mit 12 beziehungsweise Sekundärgruppen mit 60 Kanälen abgezweigt werden.

Merkmale der Linieneinrichtungen

Bis zum Jahre 1958 wurden die Leitungen für die Übertragung von Systemen mit 960 Kanälen gebaut, das heisst 16 Sekundärgruppen wurden im Frequenzband 60...4028 kHz übertragen.

Da das erste Koaxialkabel Bern-Neuenburg-Morteau die Verbindung mit dem französischen Netz herstellte, war es gegeben, dass die schweizerischen PTT-Betriebe dieselben Ausrüstungen vorsahen, wie unser Nachbarland, um Anpassungen an den Grenzübergängen zu vermeiden. Die französische Verwaltung stellte der Schweiz dazu bereitwillig gewisse technische Unterlagen zur Verfügung. Die Linieneinrichtungen wurden von der Firma Hasler AG hergestellt.

Der Verstärker besteht aus zwei dreistufigen Verstärkern, die am Ein- und Ausgang parallelgeschaltet



Fig. 2

Maissonnette pour les amplificateurs intermédiaires
Zwischenverstärkerstation

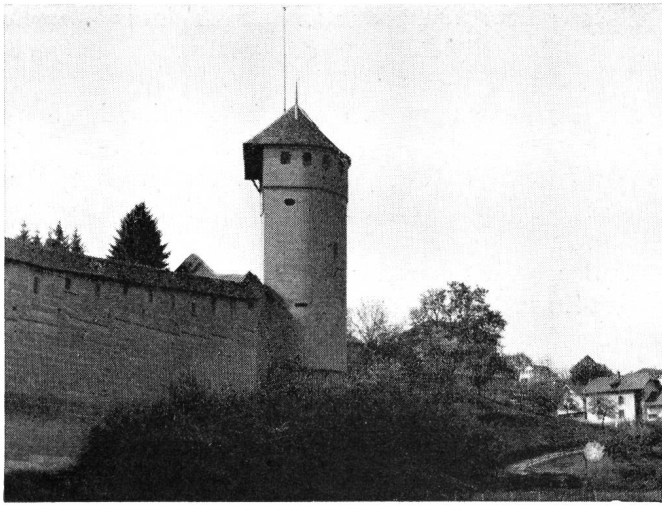


Fig. 3

Monument historique abritant une station intermédiaire
Dieses historische Bauwerk beherbergt eine Zwischenverstärkerstation

par les étapes suivantes: St-Gall-Feldkirch (1954); Zurich-Lugano (1955); Lugano-Como-Milan (1956); Bâle-Mulhouse, Bâle-Zurich et Genève-Lausanne (1958); St-Gall-Zurich (1960); Zurich-Schaffhouse-Donaueschingen et Zurich-Berne (1963) et Berne-Lausanne (1964).

Pour loger les amplificateurs intermédiaires qui sont nécessaires tout les 8 à 9 km, il a fallu construire 85 maisonnettes (fig. 2...4). Les amplificateurs intermédiaires sont téléalimentés en courant alternatif à 50 Hz à partir de 11 stations principales, dans lesquelles on peut dériver les voies individuellement ou par groupes primaires à 12 voies ou secondaires à 60 voies.

Caractéristique des équipements de ligne

Jusqu'en 1958, les lignes furent construites pour des systèmes à courants porteurs transmettant 960 voies, c'est-à-dire 16 groupes secondaires dans la bande de fréquences transmise en ligne de 60 à 4028 kHz. Comme le premier câble à paires coaxiales Berne-Neuchâtel-Morteau mis en chantier établissait une liaison avec le réseau français en construction, il était logique que l'administration suisse choisisse les mêmes équipements de ligne que ses voisins pour éviter de devoir procéder à des adaptations au passage de la frontière. L'administration française mit très amicalement un certain nombre de renseignements techniques à notre disposition.

L'amplificateur est composé de deux chemins d'amplification à 3 étages montés en parallèle à l'entrée et à la sortie, ce qui augmente la sécurité de fonctionnement, puisqu'une seule moitié peut encore assurer le service. Chaque chemin d'amplification est surveillé par une onde pilote à 308 kHz, par un récepteur pilote qui signale à la station principale toute coupure ou déviation du niveau. L'influence des variations de température sur la caractéristique affaiblissement-

sind. Dies erhöht die Betriebssicherheit, da eine Hälfte genügt, um den Betrieb aufrecht zu erhalten. Jeder Verstärkerzweig wird durch eine Pilotfrequenz von 308 kHz überwacht. Ein Pilotempfänger meldet jeden Unterbruch oder jede Pegeländerung nach der Hauptstation. Die durch Temperaturschwankungen verursachten frequenzabhängigen Dämpfungsänderungen in den Koaxialpaaren, können durch Temperaturkorrektoren kompensiert werden. Diese Temperaturkorrektoren werden über von der Hauptstation aus über eine Füllader steuerbare Relais ein- und ausgeschaltet. Die Temperaturkorrektoren sind passive Vierpole, deren Dämpfung über das ganze Frequenzband einem Koaxialpaar von 450 m Länge entspricht. In der Hauptstation werden die Pilotfrequenzen 308 kHz und 4092 kHz dauernd aufgezeichnet. Die Fernspeisung der Zwischenverstärker wird über Innen- und Aussenleiter der koaxialen Röhren vorgenommen, die jeweils eine Verstärkerhälfte speisen. Dies hat zur Folge, dass eine Störung in einem der zur Speisung verwendeten rotierenden Umformer keinen Unterbruch des Übertragungsweges verursacht. Alle Verstärker des nationalen Koaxialkabelnetzes wurden nach diesem Prinzip gebaut.

Für die Linienrüstungen der die Verbindung mit dem Ausland herstellenden Kabel hat man bis zur nächsten Hauptstation den von der ausländischen Verwaltung gewählten Typ verwendet. Somit sind die Verstärker der Strecken St. Gallen-Feldkirch und Lugano-Como von der Standard Telephon und Radio AG, jene von Donaueschingen nach Schaffhausen von der Siemens EAG geliefert worden.

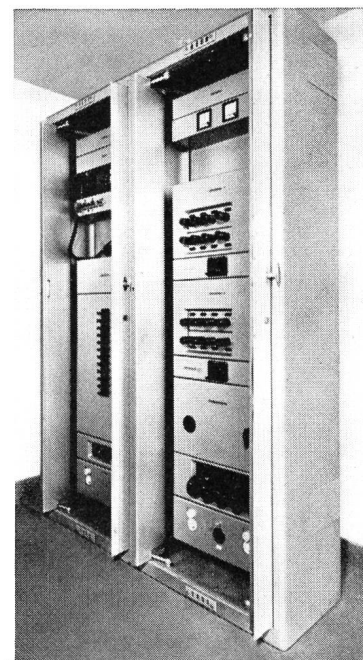


Fig. 4

L'intérieur d'une maisonnette
Innenansicht einer Zwischenverstärkerstation

fréquence des paires coaxiales peut être compensée par des correcteurs de température que l'on peut insérer ou éliminer au moyen de relais commandés par les paires interstitielles depuis les stations principales; ce sont des quadripôles passifs dont l'affaiblissement est égal pour toutes les fréquences à celui d'une longueur de paire coaxiale de 450 m. L'écart des niveaux des deux ondes pilotes de 308 kHz et 4092 kHz est enregistré dans les stations principales. Les amplificateurs sont téléalimentés à intensité de courant constante par les conducteurs des paires coaxiales qui alimentent l'un des deux chemins d'amplification de chaque amplificateur, de sorte qu'une panne d'un des groupes rotatifs de la téléalimentation ne cause pas d'interruption de la voie de transmission. Tous les amplificateurs des câbles coaxiaux nationaux ont été conçus sur ce modèle.

Pour les équipements de ligne des câbles établissant les liaisons avec l'étranger, on a choisi le type utilisé par l'administration étrangère jusqu'à la station principale la plus proche; on évite ainsi toute adaptation des équipements. C'est ainsi que les amplificateurs des sections St-Gall-Feldkirch et Lugano-Como ont été livrés par la Standard Téléphone et Radio S. A., et ceux de la section Schaffhouse-Donau-schingen par la maison Siemens EAG.

Des groupes convertisseurs spéciaux d'une puissance maximum de 20 kVA garantissent une alimentation ininterrompue des amplificateurs intermédiaires; ils sont constitués par un moteur asynchrone branché sur le réseau industriel à 50 Hz qui entraîne un moteur-générateur à courant continu ainsi qu'un alternateur qui alimente les barres collectrices de la téléalimentation en courant 220 V, 50 Hz (*fig. 5*). En service normal, le moteur-générateur à courant continu charge la batterie 48 V de réserve. En cas de panne du réseau d'alimentation, le générateur est commuté en moteur, alimenté par la batterie de réserve, et continue d'entraîner l'alternateur. Les deux groupes connectés en parallèle sur les barres collectrices fournissent chacun la moitié de la puissance nécessaire, mais en cas de défaillance de l'un d'eux, l'autre peut assurer seul le service. Un 3^e groupe de réserve peut remplacer l'un des groupes de service en cas de révision ou d'avarie grave.

Evolution des équipements de ligne

En adaptant l'amplificateur de ligne de manière à élargir la bande de fréquence transmise jusqu'à 6,2 MHz tout en conservant la même section d'amplification de 9 km, il était possible non seulement d'utiliser de telles lignes pour des transmissions télévisuelles, mais aussi pour la transmission téléphonique à 21 groupes secondaires, soit 1260 voies. Les voies des groupes supérieurs (17 à 21) ne peuvent donner des circuits possédant la qualité requise pour les circuits internationaux; elles sont réservées pour des circuits nationaux courts. Le premier système, mis en service en 1958, avec les nouveaux amplificateurs à 6,2 MHz, fut celui du câble Genève-Lausanne. Depuis, tous les

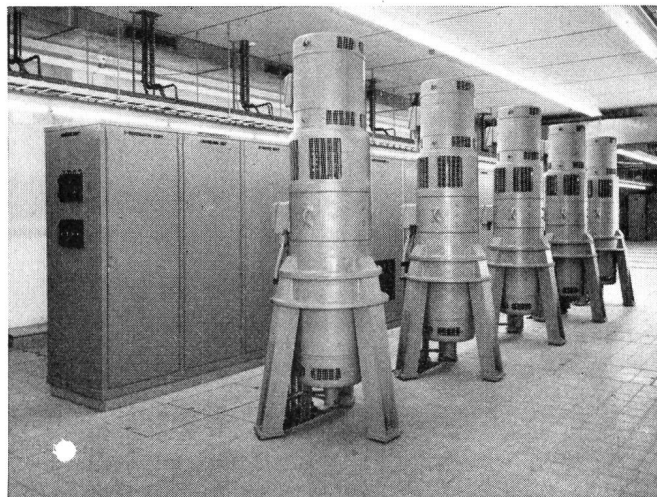


Fig. 5

Groupe de téléalimentation
Umformergruppe für die Fernspeisung der Zwischenverstärker

Besondere Umformergruppen mit einer maximalen Leistung von 20 kVA stellen die unterbrochlose Speisung der Zwischenverstärker sicher. Diese Umformergruppen bestehen aus einem netzgespeisten Asynchronmotor, der einen Gleichstrommotor-Generator antreibt, und einem Wechselstrom-Generator 220 V 50 Hz für die Fernspeisung (*Fig. 5*). Im Normalbetrieb lädt der Gleichstrommotor-Generator eine 48 V-Batterie auf. Bei Ausfall der Netzspeisung arbeitet der Gleichstromgenerator als Motor, mit Speisung aus der 48 V-Batterie, und treibt den Wechselstromgenerator an. Zwei solche Gruppen sind parallel auf die Sammelschiene geschaltet; jede liefert die Hälfte der benötigten Leistung. Bei Ausfall einer Gruppe kann jedoch die andere die volle Leistung übernehmen. Eine dritte Gruppe dient als Reserve, für den Fall, dass eine der beiden andern für grössere Revisionen ausser Betrieb gesetzt wird oder wegen bedeutender Schäden ausfallen sollte.

Entwicklung der Linienausrüstungen

Durch Anpassung des Linienverstärkers zur Übertragung eines 6,2 MHz breiten Frequenzbandes ist es bei gleicher Verstärkerfeldlänge von 9 km möglich, die Leitungen zur Übertragung eines Fernsehkanales oder von 21 Sekundärgruppen, das heisst 1260 Telephonikanälen, zu benutzen. Die Kanäle der oberen Sekundärgruppen (17...21) entsprechen dann allerdings den für internationale Leitungen geforderten Qualitäten nicht mehr ganz. Diese Kanäle werden deshalb für kürzere, nationale Leitungen eingesetzt.

Das erste System mit solchen neuen 6,2 MHz-Verstärkern wurde 1958 im Koaxialkabel Genf-Lausanne in Betrieb genommen. Von jenem Jahre an wurden alle neuen Systeme mit derartigen Verstärkern ausgerüstet. Die Leitung wird, entsprechend den CCITT-Empfehlungen, mit drei Pilotfrequenzen – 308 kHz, 4092,45 kHz und 6200 kHz – überwacht.

nouveaux systèmes sont équipés des mêmes amplificateurs fabriqués par la maison Hasler S. A., Berne. La ligne est surveillée par 3 ondes pilotes à 308 kHz, 4092,45 kHz et 6200 kHz, conformément aux avis du CCITT.

La régulation se fait manuellement et automatiquement. Dans chaque amplificateur télésurveillé, deux correcteurs de température correspondant chacun à une section de paire coaxiale de 250 m peuvent être insérés ou éliminés à partir des stations principales. Aux stations terminales, 3 correcteurs variables, dont les caractéristiques d'affaiblissement sont déterminées par la résistance ohmique d'un thermistor, sont commandés par les 3 ondes pilotes de ligne. Le signal à haute fréquence de la ligne, après avoir été amplifié par l'amplificateur de réception, passe par ces 3 correcteurs pour être à nouveau amplifié par un amplificateur de régulation; 3 filtres très aigus séparent les ondes pilotes des signaux vocaux. Les ondes pilotes sont à nouveau amplifiées en commun par un amplificateur et séparées ensuite par des filtres plus simples et redressées. Le courant redressé de chaque onde pilote est mesuré d'une part par un appareil enregistreur et d'autre part comparé à une tension continue de référence, dans un pont de comparaison qui détermine dans quelle mesure chaque correcteur doit agir. Le premier correcteur règle le niveau pour toute la bande de fréquences, le 2^e correspond à une section de câble variable, et le 3^e compense les variations de la caractéristique dues au vieillissement des tubes électroniques. Les tensions de régulation très faibles sont transformées par modulation en signaux à 500 Hz et, après amplification, utilisées directement pour le

Die Regulierung kann manuell oder automatisch erfolgen. In jeder unbewachten Zwischenverstärkerstation können zwei Temperaturkorrektoren, entsprechend je 250 m Koaxialkabel, von der Hauptstation aus ein- oder ausgeschaltet werden. Mit den drei Leitungspiloten lassen sich drei verschiedene, veränderbare Entzerrer automatisch steuern. Der Dämpfungsverlauf der variablen Entzerrer wird vom ohmschen Widerstand eines Thermistors bestimmt. Am Ausgang des Empfangsverstärkers durchläuft das HF-Signal die drei variablen Entzerrer und wird im Zusatzverstärker wieder verstärkt. Sehr steile Pilotfrequenzfilter trennen am Ausgang des Zusatzverstärkers die Leitungspilotfrequenzen von jenen der Sprachsignale. Die drei Pilotfrequenzen werden nach der Filterung wieder vereinigt und in einem Pilotverstärker gemeinsam verstärkt. Am Ausgang des Pilotverstärkers werden sie mit verhältnismässig einfachen Filtern erneut getrennt und hernach gleichgerichtet. Dann speisen sie einerseits Anzeige- und Registrierinstrumente, andererseits werden sie in einer Brückenschaltung mit einer Referenzspannung verglichen, die festlegt, wieviel jeder Korrektor arbeiten muss. Der erste regelt den Pegel über das ganze Frequenzband, der zweite entspricht einer veränderlichen Kabellänge, während der dritte die durch die Röhrenalterung bedingten Veränderungen kompensiert. Die Steuerspannungen sind sehr klein; sie werden mit 500 Hz moduliert und nach Verstärkung direkt für die Heizung der Thermistoren verwendet. Dieses Reguliervsystem gestattet die Pegelschwankungen um das Verhältnis 1:15...1:20 zu verkleinern (Fig. 6).

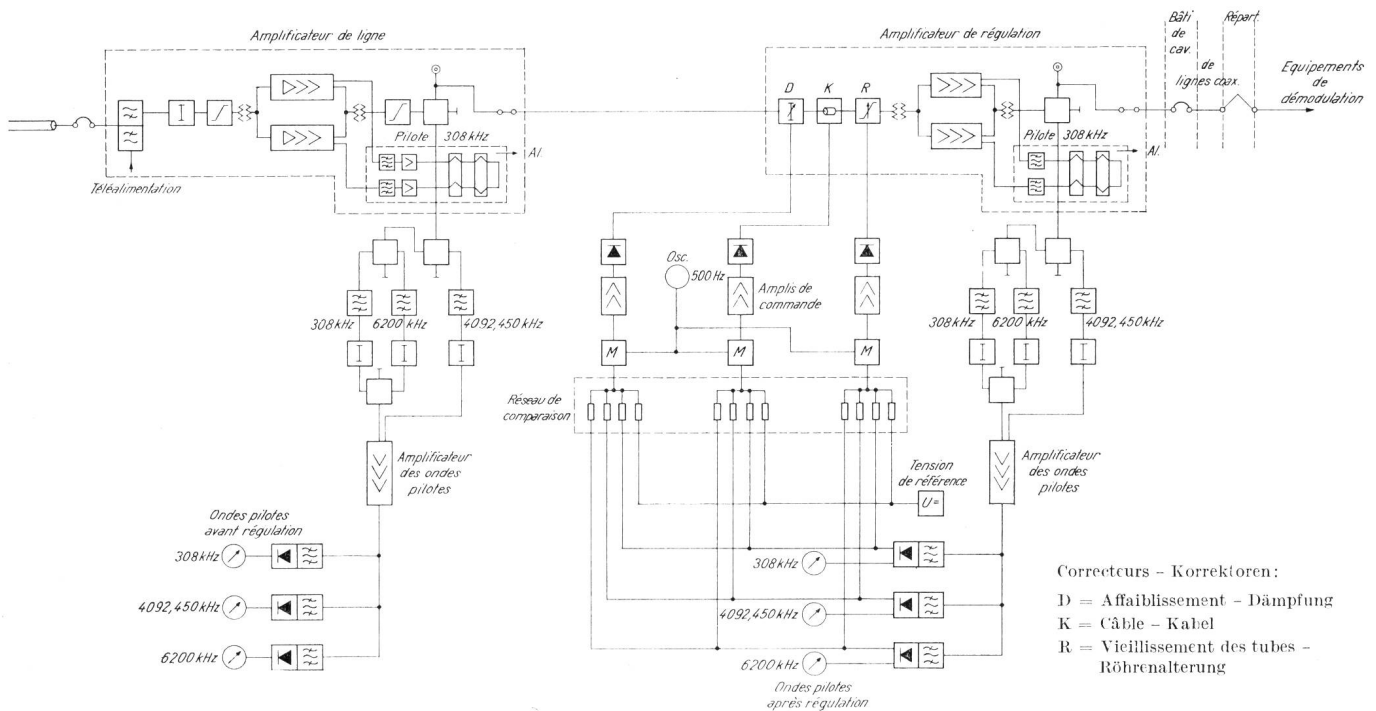


Fig. 6

Principe de la régulation automatique de la ligne coaxiale à 6,2 MHz
Prinzipschaltungen des automatischen Reguliervsystems für 6,2 MHz-Koaxialkabelsysteme

chauffage des thermistors. Ce système de régulation permet de réduire les variations de niveau dans le rapport de 1:15 à 1:20 (fig. 6).

Comme autre transformation apportée aux équipements originaux, il y a lieu de mentionner la mise sous tension progressive de la téléalimentation, afin d'empêcher que les surtensions aux circuits d'alimentation endommagent certains composants et altèrent les performances des amplificateurs.

Afin de pouvoir travailler sur le câble sans risque pour le personnel, il est possible de couper la téléalimentation et d'alimenter les amplificateurs intermédiaires localement à partir du réseau de distribution 220 V 50 Hz introduit dans chaque maisonnette.

On a profité de la construction de deux nouveaux centres coaxiaux à Berne et à Zurich pour y installer déjà partiellement des équipements modèle 62. C'est ainsi que pour faciliter les travaux de maintenance, des bâtis de cavaliers et de mesure ont été installés à toutes les parties importantes des systèmes sur paires coaxiales. Grâce aux points de mesure découplés et aux diverses tables de mesure, le personnel chargé de l'entretien des équipements peut effectuer toutes les vérifications sans interruption et sans risque d'affecter en quoi que ce soit les diverses voies de transmission.

Certaines artères, comme celle de Lugano-Zurich, étant très chargées, le deuxième système a déjà été équipé d'amplificateurs à 6,2 MHz et par la suite les amplificateurs à 4 MHz du premier système seront également remplacés par des amplificateurs à 6,2 MHz, permettant ainsi d'augmenter la capacité du câble. Signalons enfin que pour augmenter la sécurité des circuits, des faisceaux hertziens à 960 voies ont été mis en service sur les sections principales, comme Zurich-Lugano, Berne-Zurich et Berne-Genève.

Conclusion

Le réseau coaxial de base suisse est étroitement intégré au réseau coaxial européen, dont il constitue un maillon de transit important sur l'axe Nord-Sud, reliant la mer du Nord à la Méditerranée. L'axe Ouest-Est qui vient d'être terminé se prolonge à l'Est jusqu'à Vienne. Malgré la capacité totale qui, grâce aux amplificateurs à 6,2 MHz, a pu être portée de 1920 à 2520 circuits, il sera nécessaire de poser encore d'autres câbles à grande capacité pour faire face au trafic grandissant. Ceux-ci seront d'un type nouveau, qui tient compte de l'évolution de la technique ainsi que des grands avantages qu'offre l'emploi des transistors comme élément essentiel des amplificateurs et permet, grâce à la réduction du volume obtenue, de les placer directement dans les chambres d'épissure des câbles. Dix paires coaxiales 1,2/4,5 mm normalisées par le CCITT, du type «ballon», réunies dans un seul câble, constitueront un réseau maillé reliant tous les centres terminus interurbains. Des amplificateurs à 1,3 MHz placés tous les 6 km permettent de transmettre 5 groupes secondaires, soit 300

Als weitere Änderung am ursprünglichen System ist noch die stufenweise Einschaltung der Fernspeisung zu erwähnen. Auf diese Weise wird verhindert, dass bei plötzlichem Einschalten auftretende Spannungsspitzen Verstärkerkomponenten zerstören oder verschlechtern. Damit Arbeiten am Kabel ohne Gefährdung des Personals ausgeführt werden können, ist die Fernspeisung abschaltbar, wobei dann die Speisung der Zwischenverstärker aus dem örtlichen Elektrizitätsnetz 220 V 50 Hz geschieht. In allen Zwischenverstärkern sind entsprechende Anschlüsse vorhanden.

Beim Bau der beiden Koaxialzentren Bern und Zürich sind bereits teilweise Ausrüstungen in «Bauweise 62» montiert worden. So wurden zur Erleichterung der Unterhaltsarbeiten Bügel- und Messbuchten an allen wichtigen Punkten der Koaxialsysteme eingebaut. Dank den entkoppelten Messpunkten und den verschiedenen Messbuchten kann das Unterhaltspersonal alle notwendig werdenden Messungen ohne Unterbruch oder sonstigen Störungen auf den Leitungen ausführen.

Beim stark belasteten Aderstrang Lugano-Zürich wurde das zweite System mit 6,2 MHz-Verstärkern ausgerüstet; später wird auch das erste, heute noch mit 4 MHz arbeitende System umgebaut, so dass sich die Kapazität des Kabels erhöht. Zur Steigerung der Betriebssicherheit wurden auf den Strecken Zurich-Lugano, Zurich-Bern und Bern-Genf *Richtstrahlverbindungen* für die Übertragung von je 960 Kanälen in Betrieb genommen.

Schlussbetrachtungen

Das schweizerische Basis-Koaxialnetz bildet ein wesentliches Transit-Glied des europäischen Nord-Süd-Koaxialnetzes von der Nordsee bis zum Mittelmeer. Die kürzlich fertiggestellte West-Ost-Achse reicht im Osten bis Wien.

Trotzdem die Kapazität durch den Einsatz von 6,2 MHz-Verstärkern von 1920 auf 2520 Leitungen erhöht werden konnte, wird es nötig sein, noch mehr Kabel mit grosser Leitungskapazität zu verlegen. Nur so kann der stark ansteigende Verkehr bewältigt werden. Diese weiteren Kabel werden von einem neuen Typ sein, bei dem die Vorteile, die sich aus der Weiterentwicklung der Technik und der Anwendung von Transistoren in der Verstärkertechnik ergeben, berücksichtigt sind. Dank der Verkleinerung des Volumens werden künftig die Verstärker direkt in die Spleisschächte eingebaut werden können. Zehn vom CCITT normalisierte Koaxialtuben von 1,2 / 4,5 mm, Typ «ballon», werden zu einem Kabel vereinigt. Ein maschenartiges Netz wird alle Fernknoten- und Fernendämter des Landes verbinden. Verstärker für 1,3 MHz, die alle 6 km eingebaut werden, gestatten die Übertragung von 5 Sekundärgruppen, das heisst 300 Kanälen je System, was eine Gesamtkapazität von 1500 Kanälen je Kabel ergibt.

Wird die Verstärkerdistanz halbiert und das Frequenzband auf 6 MHz erweitert, können 21 Sekun-

voies par système, de sorte que la capacité totale sera au début de 1 500 voies. En divisant par deux les sections d'amplification et en élargissant la bande de fréquence transmise jusqu'à 6 MHz, on pourra transmettre 21 groupes secondaires par système et la capacité totale sera portée à 6 300 voies. Cette étape nouvelle correspond à la transistorisation des équipements terminaux dans la nouvelle construction 62.

La pose du câble Berne-Lausanne achève non seulement notre réseau de câbles coaxiaux 2,6/9,5 mm à 4 tubes réservé aux faisceaux de lignes interurbaines à grande distance, mais marque la fin de la technique des amplificateurs à tubes électroniques.

därgruppen je System übertragen werden. Dadurch lässt sich die Gesamtkapazität des gleichen Kabels auf 6300 Kanäle steigern.

Diese neue Etappe entspricht der Transistorisierung von Endausrüstungen in der neuen «Bauweise 62.»

Die Verlegung des Koaxialkabels Bern-Lausanne vollendet also nicht nur unser Normal-Koaxialnetz mit 4 Tuben 2,6 / 9,5 mm, die für Fernleitungsbündel grosser Distanz reserviert sind, sondern bedeutet auch das Ende der Verstärkertechnik mit Elektronenröhren.

Die elektrische Leitfähigkeit des Untergrundes und deren Bestimmung

La conductibilité électrique du sous-sol et sa détermination

Zusammenfassung. Zunächst werden einige Besonderheiten beschrieben, die den Untergrund als elektrischen Leiter charakterisieren. Dann werden die theoretischen Grundlagen gegeben, die, praktisch angewandt, Leitfähigkeitsmessungen an geologischen Strukturen ermöglichen.

Résumé. Au début de son article, l'auteur décrit quelques particularités qui donnent au sous-sol son caractère de conducteur électrique. Ensuite, il expose les principes théoriques qui, appliqués pratiquement, permettent de mesurer la conductibilité de structures géologiques.

Riassunto. Conduttività elettrica del sottosuolo e sua determinazione. Vengono dapprima descritte alcune particolarità caratterizzanti il sottosuolo quale conduttore elettrico. Seguono i principi teorici che, applicati praticamente, permettono di misurare la conduttibilità elettrica di strutture geologiche.

1. Einleitung

Kommt im Physikunterricht die Elektrizitätslehre an die Reihe, so dauert es jeweils nicht lange bis davon die Rede ist, dass das Erdpotential ein wichtiger Bezugspunkt für die Spannungsmessung sei und deshalb bei manchen Experimenten geerdet werden müsse. Solange es sich um Versuche mit statischer Elektrizität handelt, hat es den Anschein, die Erde sei eine sehr gut leitende Kugel mit einer Kapazität, die sämtliche zugeführten Ladungen aufnehmen könne, ohne dass dabei ihr Ladungszustand geändert wird. Kommt die Elektrodynamik aufs Programm, wird die Sache schon komplizierter, indem jetzt plötzlich zwischen guten und schlechten Erdungen unterschieden wird. Bei atmosphärischen Entladungen oder Fragen der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen in Bodennähe, muss man schliesslich den ideal leitenden Erdball, der bei der Diskussion der elektrostatischen Grundexperimente vorzügliche Dienste leistete, durch ein unübersichtliches Mosaik von Mittelwerten und Unstetigkeiten ersetzen, um den natürlichen Verhältnissen einigermaßen gerecht zu werden.

1. Introduction

Lorsque, en étudiant la physique, on arrive à l'électricité, on ne tarde pas à constater que le potentiel de terre est un point de référence important pour la mesure de la tension et que, par conséquent, il faut «mettre à la terre» lors de nombreuses expériences. Tant qu'il s'agit d'essais avec l'électricité statique, il semble que la terre est une sphère très bonne conductrice, dont la capacité absorbe toutes les charges qui lui sont amenées sans que son état de charge en soit modifié. Lorsque l'électrodynamique figure au programme, cela devient déjà plus compliqué étant donné qu'on fait tout à coup une distinction entre bonnes et mauvaises terres. Dans le cas de décharges atmosphériques ou de questions de propagation des ondes électromagnétiques au voisinage du sol, on doit finalement remplacer la terre paraissant être un conducteur idéal, qui a rendu de précieux services dans la discussion des expériences fondamentales électrostatiques, par une mosaïque enchevêtrée de valeurs moyennes et de discontinuités, pour approcher dans une certaine mesure les conditions naturelles.