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: 21 (1943)

Heft: 6

Artikel: Die Verstärkerstation Disentis = La station de répéteurs de Disentis

Autor: Jacot, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-873168

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: 14.12.2025

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

die Mittelpunkte der Transformatoren spannungslos zueinander. Ist hingegen der Abgleich unvollkommen, so tritt an den Symmetriepunkten der Gabel eine Potentialdifferenz auf, die in der Gegenrichtung zu einem Rückfluss Anlass gibt. Auf das Signal der einen Richtung überlagert sich das gleiche Signal in der Gegenrichtung. Es treten Echoerscheinungen auf, die zu einem eigentümlichen „Hallen" der Zweidrahtleitung führen. Diese Rückkopplung kann bei schlechtem Leitungszustand oder bei schlechter Einstellung der Nachbildungen bis zur Selbsterregung der Leitung führen. Die Leitung pfeift dann in einer bestimmten Tonhöhe, die der meistgestörten Frequenzlage entspricht.

Eine Zweidrahtleitung kann aus diesen Gründen nicht beliebig verstärkt werden. Die Verstärkung darf nur so hoch sein, dass Rückkoppelungserscheinungen auf alle Fälle die Qualität der Uebertragung nicht stören. Aus diesen Gründen ist es im allgemeinen nicht möglich, die Restdämpfung von Leitungen mit mehr als drei Verstärkern kleiner als 0,8 Neper zu halten. Man verlangt auch, dass eine *betriebsmässige Stabilität* von mindestens 0,4 Neper vorhanden sei, d. h. es soll möglich sein, an einem der eingeschalteten Verstärker, gleichzeitig in beiden Sprechrichtungen, den Verstärkungsgrad um 0,4 Neper zu erhöhen, ohne dass „Pfeifen" eintritt.

Der *letzte Versuch*, den ich Ihnen zeigen möchte, ist die Verständlichkeitsverminderung bei der Verringerung der betriebsmässigen Stabilität verstärkter Leitungen. Die Aufnahme wurde auf einer 450 km langen Zweidrahtleitung gemacht, auf der vier Linienverstärker eingeschaltet sind. Die Leitung führte vom Studio Bern über Zürich nach St. Gallen und auf einer angeschalteten ähnlichen Leitung zurück ins Studio Bern. Durch Verschlechterung einer der Nachbildungen wird die betriebsmässige Stabilität kontinuierlich bis zum Pfeifpunkt gesenkt und langsam wieder normal gestellt. Sie hören die Aufnahme im Rahmen eines Telephongespräches! Es sind wieder die gleichen Sprecher, die die Ferienangelegenheit doch noch glücklich per Telephon zu Ende bringen können. (Schallplatte: Gespräch auf einer Leitung mit verminderter Stabilität.)

Gute Stabilität wird erreicht durch gute Verstärkeranlagen und homogene Kabelleitungen. Beim Kabelausgleich spielt daher auch die Homogenisierung der Betriebskapazitäten eine Rolle.

An Problemen und Aufgaben ist man in der Telephonie wohl nie verlegen. Gerade die Qualitätsverbesserung des Telephons bietet dem Fernsprechtechniker eine dankbare Aufgabe.

Den beiden Sprechern der Telephongespräche möchte ich zum Schluss meinen Dank aussprechen. (Es waren dies Herr Engel und Fräulein Haussener, beides Mitglieder des Berner Heimatschutztheaters.) Ebenso möchte ich meinem Assistenten, Herrn Valloton, und Herrn Bauer vom Studio Bern danken für die tatkräftige Unterstützung bei der Aufnahme der Schallplatten.

Nachschrift der Redaktion: Wir können nur bedauern, dass unsere Leser auf die Experimente am Lautsprecher verzichten müssen, die den Vortrag in wirkungsvoller Weise ergänzten.

Die Verstärkerstation Disentis.

Von *H. Jacot*, Bern.

621.395.724 (494.26)

Anfangs April wurde die endgültige Ausrüstung der Verstärkerstation in Disentis in Betrieb gesetzt. Sie ist nach derjenigen von St. Moritz die höchstgelegene Station der Schweiz (1140 m ü. M.) und bietet einiger technischer Neuerungen wegen besonderes Interesse.

Die Fernleitungen Chur—Tessin, die über den Lukmanier führen, müssen unterwegs natürlich verstärkt werden. Als Aufstellungsort wurde Disentis gewählt, wo auch ein Kabel nach der Oberalp abzweigt. Ausser den Fernsprechleitungen werden in Disentis auch die Rundspruchleitungen verstärkt, die von Chur über den Lukmanier nach dem Tessin verlaufen. Die Verstärkerausrüstung befindet sich hinter dem Automatenraum in einem eigens hierfür errichteten Zweckbau (Fig. 1).

Die von der Standard Telephon und Radio AG. Zürich aufgestellte Ausrüstung setzt sich aus 24 Zweidrahtverstärkern mit 24 Durchwahlsätzen kombiniert für direkte Wahl mit 50-Periodenstrom und manuellem Anruf mit 20-Periodenstrom zusammen. Da alle Kabel, die über Disentis verlaufen, Bezirkskabel sind, die nur Stammkreise H-177 enthalten, wurden die Spulenpaare und die Nachbildungen direkt, d. h. ohne über den Zwischenverteiler zu gehen, wie dies

La station de répéteurs de Disentis.

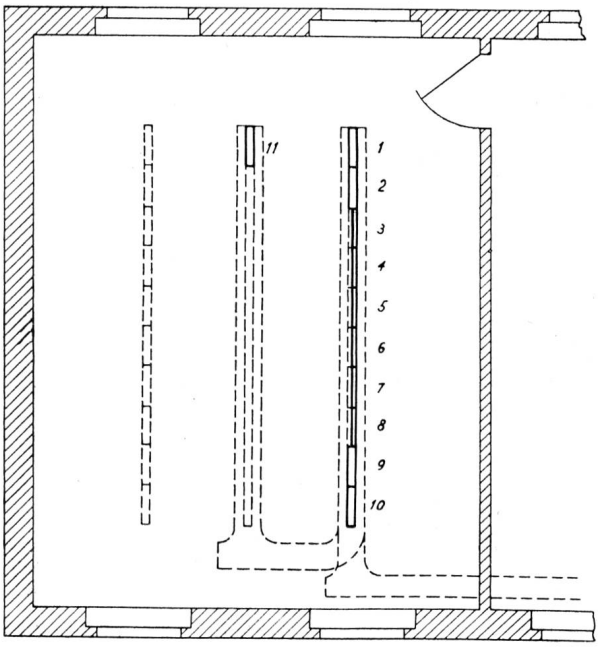
Par *H. Jacot*, Berne.

621.395.724 (494.26)

Au début d'avril fut mis en service l'équipement définitif de la nouvelle station de répéteurs de Disentis. Si, après St-Moritz, c'est la station la plus élevée de la Suisse (1140 mètres), elle offre encore un intérêt particulier par certaines innovations techniques intéressantes de son équipement.

Les circuits interurbains Coire—Tessin empruntant la voie du Lukmanier doivent évidemment être amplifiés en cours de route, et c'est Disentis, où bifurque également un câble vers l'Oberalp, qui a été choisi à cet effet. Outre les circuits téléphoniques, les circuits radiophoniques empruntant la voie Coire—Lukmanier—Tessin sont aussi amplifiés à Disentis. L'équipement de la station de répéteurs se trouve à l'arrière de la salle de l'équipement automatique, dans la maison spécialement bâtie à cet effet (fig. 1).

L'équipement installé par la Standard Telephone et Radio S. A. à Zurich se compose essentiellement de 24 répéteurs à 2 fils avec 24 panneaux combinés pour la sélection automatique à 50 périodes et pour l'appel au moyen de courant à 20 périodes par seconde. Comme tous les câbles passant par Disentis sont des câbles du type suburbain ne comprenant que des circuits réels H-177, les paires de translateurs et les équilibreurs sont câblés directement aux répéteurs sans



Verstärkerstation Disentis.
Station de répéteurs Disentis.

1. Messgestell / Baie de mesure
2. Sicherungsgestell / Baie de fusibles
3, 5, 7, Rufeinrichtungen / Dispositifs d'appel
4, 6, 8, 2-Drahtverstärker / Répéteurs à 2 fils
9, 10, Spulen u. Nachbildungen / Translateurs et équilibreurs
11 Rundspruchgestell / Baie radiophonique

Fig. 1.

in andern Stationen der Fall ist, mit dem Verstärker verkabelt. Ein Gestell ist mit allen Sicherungen und Widerstandslampen für die Anoden- und Rufstromkreise ausgerüstet. Am Ende der ersten Gestellreihe befindet sich das Messgestell, mit welchem alle nötigen Unterhaltsmessungen ausgeführt werden können. In der zweiten Gestellreihe ist das Rundspruchverstärkergestell montiert, das mit zwei speziellen Verstärkern und der zugehörigen Linienausrüstung ausgestattet ist; eine Fernsteuerung, die erlaubt, die Uebertragungsrichtung von Chur oder von Lugano zu verstärken, ergänzt die Ausrüstung. Da die Verstärker- und die Durchwahlsätze nur auf der Vorderseite der Gestelle montiert sind, ist es ohne weiteres möglich, eine gleiche Ausrüstung auf der Hinterseite der Gestelle anzubringen, wodurch die Kapazität der Station verdoppelt werden kann, ohne dass eine neue Gestellreihe besetzt werden muss (Fig. 2).

Zweidrahtverstärker.

Wie eingangs bemerkt, bietet die Verstärkerstation Disentis einiger technischer Neuerungen wegen besonderes Interesse. In erster Linie sind die Zweidrahtverstärker zu erwähnen, die von einem neuen Typ sind. Die benutzten Verstärkerröhren sind nämlich keine Dreielektrodenröhren mehr, sondern Pentoden, und im Verstärkerstromkreise wurde das Prinzip der negativen Rückkopplung oder Gegenkopplung angewandt. Führt man in einem Verstärker einen Teil passer par un répartiteur intermédiaire comme dans d'autres stations. Une baie comprend tous les fusibles et les lampes de résistance des circuits d'anode et des circuits d'appel. Au bout de la première rangée se trouve la baie de mesure qui permet d'effectuer toutes les mesures d'entretien nécessaires. A la deuxième rangée est montée la baie radiophonique avec ses 2 amplificateurs spéciaux et les équipements de lignes correspondants complétés par une commande à distance spéciale, permettant de commuter le sens de la transmission des programmes soit de Lugano, soit de Coire. Comme l'équipement des répéteurs et des panneaux pour la sélection automatique n'est monté que du côté avant des baies, il est sans autre possible, en montant un équipement identique sur la face arrière des baies, de doubler la capacité de la station sans avoir à occuper une nouvelle rangée (fig. 2).

Répéteurs à 2 fils.

Nous avons dit au début que l'intérêt particulier de la station de répéteurs Disentis résidait dans certaines innovations intéressantes, et parmi celles-ci se trouvent précisément les répéteurs à 2 fils qui sont d'un type nouveau. En effet, les lampes amplifica-

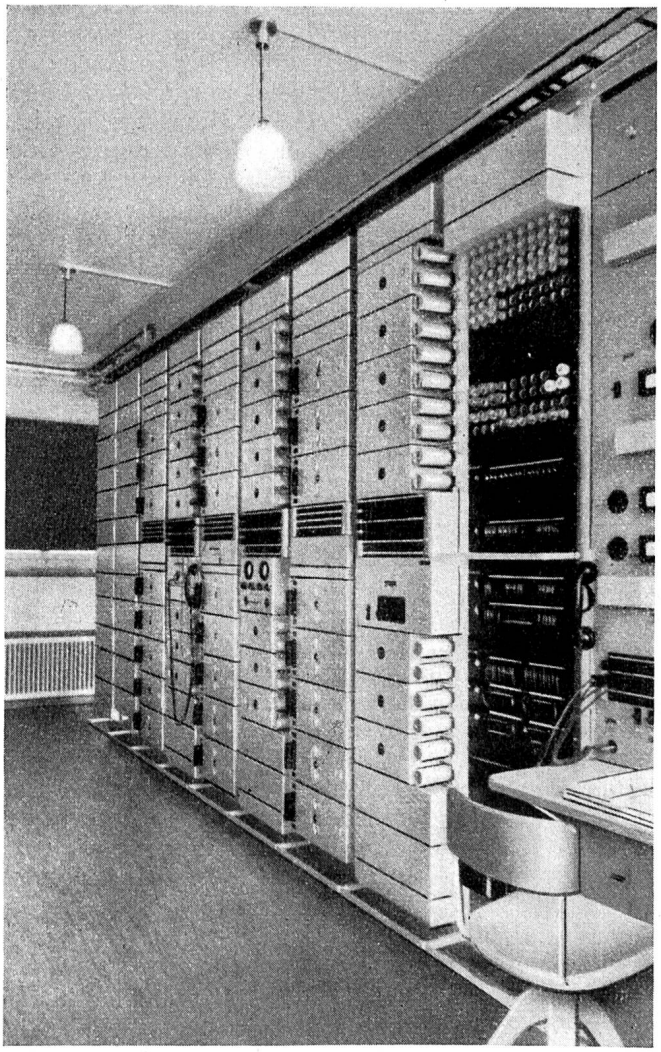


Fig. 2. Zweidrahtverstärker-Gestellreihe.
Rangée des répéteurs à deux fils.

der verstärkten Ausgangsspannung zum Eingang zurück, so tritt bekanntlich Rückkopplung ein. Wird die zurückgeführte Spannung umgekehrt, d. h. erfährt sie eine Phasendrehung von 180°, so hat man es mit einer negativen Rückkopplung oder Gegenkopplung zu tun. Bei Rückkopplung wird der Verstärker schwingen, bei Gegenkopplung dagegen wird er stabil sein (unter bestimmten Voraussetzungen). Durch Verwendung der Gegenkopplung kann man den Prozentsatz der Oberschwingungen sehr stark reduzieren. Ferner kann man die Charakteristik des Verstärkers gerade machen, wenn sie nicht linear ist. Endlich wird der Einfluss der Speisespannungsschwankungen auf die Verstärker in sehr starkem Masse vermindert. Die Gegenkopplung liefert uns aber bei Einschaltung gewisser Elemente im Gegenkopplungsstromkreise ein sehr zweckmässiges Mittel, die Verstärkung für gewisse Frequenzen oder sogar für das ganze Frequenzband zu beeinflussen. Auf diese Weise lässt sich die Verstärkung genau der Dämpfungskurve eines beliebigen Stromkreises anpassen, was eine genaue Entdämpfung des Stromkreises zur Folge hat. Der neue Zweidrahtverstärkertyp in Disentis ermöglicht die Verstärkung eines Frequenzbandes bis zu 3400 Hertz. In jeder Verstärkerrichtung ist aber ein Filter eingeschaltet, dessen Grenzfrequenz jeweilen den Stromkreisen angepasst ist. In unserem Falle, wo es sich um Bezirkskabel H-177 handelt, ist die Grenzfrequenz des Filters auf 2450 Hertz festgesetzt worden. Für Phantomstromkreise H-63 hingegen ist die Grenzfrequenz höher (3000 Hertz), was die Uebertragung eines breiteren Frequenzbandes erlaubt. Die mittlere Verstärkung für die maximale Stellung des Potentiometers beträgt 2,37 Neper für die flache Verstärkungscharakteristik und 2,40 Neper für die steigende Verstärkungscharakteristik. Wird den Potentiometern P_3 und P_4, die sich im Gegenkopplungsstromkreise befinden, ein Widerstand von 620 Ohm (R_{11} und R_{12}) parallel geschaltet, so erhöht sich die Verstärkung auf 3,06 Neper. Die Erhöhung des Verstärkungsgrades wird durch die Verminderung der Gegenkopplung erreicht.

Der Verstärkereingang Seite Ost (Fig. 3) geht über Trennbügel, die mit denjenigen der Nachbildungsseite auf der Verstärkereinheit selbst montiert sind. Der symmetrische Mittelpunkt des Ausgangstransformators T_1 ist über den Rufsatz an das Potentiometer P_1 verbunden, mit welchem die Verstärkung stufenlos geändert werden kann. In der Mitte der Primärwicklung des Eingangstransformators T_3 sind der Kondensator C_1 und der Widerstand R_1 eingeschaltet. Mit Hilfe des Widerstandes R_1 ist es möglich, die Verstärkung für den unteren Frequenzbereich so zu ändern, dass die durch den Rufsatz eingeführte zusätzliche Dämpfung einigermassen kompensiert wird. Die indirekt geheizte Pentode V_1 verstärkt die vom Transformator T_3 herkommenden Sprechfrequenzen. Der Kathodenwiderstand R_5 gibt dem Gitter die richtige Vorspannung; er ist mittels der Kondensatoren C_3 und C_5 an den Entzerrer gekoppelt. Das Potentiometer P_3 bildet den Hauptwiderstand des Gegenkopplungsstromkreises. Ist der Widerstand R_{11} parallel geschaltet, so wird der Gegenkopplungswiderstand vermindert und damit die Verstärkung

trices utilisées ne sont plus des triodes, mais des pentodes, et on a appliqué dans le circuit du répéteur le principe de la réaction négative ou contre-réaction. On sait que lorsqu'on ramène dans un amplificateur une partie de la tension amplifiée à ses bornes d'entrée, on a affaire à une réaction. Si, par contre, on inverse la tension qui est ramenée à l'entrée, ou autrement dit si l'on fait subir à cette tension une rotation de phase égale à 180°, on a affaire à une réaction négative ou contre-réaction. Dans le cas de la réaction, l'amplificateur oscillera, alors que, pour la contre-réaction, il sera stable (à certaines conditions bien définies). Par l'emploi de la contre- réaction, on peut réduire dans de fortes proportions le taux des harmoniques et, d'autre part, on peut rectifier la caractéristique de l'amplificateur si elle ne suit pas une loi linéaire. De plus, on peut réduire l'influence des variations des tensions d'alimentation sur le gain. Mais la contre-réaction nous donne aussi un moyen très pratique d'influencer le gain de l'amplificateur pour certaines fréquences ou toute une bande de fréquences, par certains éléments introduits dans le circuit de contre-réaction. On peut ainsi adapter la courbe de gain exactement à la courbe d'atténuation d'un circuit quelconque, ce qui permet une égalisation parfaite. Le nouveau type de répéteur à 2 fils équipé à Disentis permet une amplification d'une bande de fréquences allant jusqu'à 3400 per./sec. Dans chaque direction d'amplification du répéteur est intercalé un filtre, dont la fréquence de coupure est adaptée aux circuits sur lesquels le répéteur est en service. Dans notre cas, où il s'agit de circuits suburbains H-177, la fréquence de coupure du filtre a été fixée à 2450 per./sec. Pour le cas de circuits fantômes H-63 au contraire, la fréquence de coupure sera plus élevée (3000 per./sec.), et ceci permettra la retransmission d'une plus large bande de fréquences. Le gain moyen pour la position maximum du potentiomètre est de 2,37 Nép. pour la caractéristique plate, et de 2,40 Nép. pour la caractéristique ascendante. En connectant en parallèle aux potentiomètres P_3 et P_4, qui se trouvent dans le circuit de contre-réaction, une résistance de 620 Ohms (R_{11} et R_{12}), le gain est augmenté à 3,06 Nép. De ce fait, on diminue simplement la contre-réaction.

L'entrée du répéteur (fig. 3) côté Est passe par des étriers qui sont montés sur le panneau du répéteur lui-même, de même que ceux de l'équilibreur correspondant. Des points milieux du transformateur de sortie T_1, on passe par le panneau d'appel au potentiomètre P_1 permettant de régler le gain d'une manière continue. Au milieu du primaire du transformateur d'entrée T_1 sont connectés le condensateur C_1 et la résistance R_1. Au moyen de la résistance R_1, on peut faire varier le gain du répéteur pour la partie inférieure de la bande de fréquences et compenser en une certaine mesure la perte introduite par le panneau d'appel. La pentode V_1 à chauffage indirect amplifie les courants vocaux provenant du transformateur T_3. La résistance de cathode R_5 donne la bonne tension de polarisation à la grille; elle est découplée par les condensateurs C_3 et C_5. Le potentiomètre P_3 constitue la résistance principale du circuit de contre-réaction. Par la mise en parallèle de la résistance R_{11}, on réduit la résistance de contre- réac-

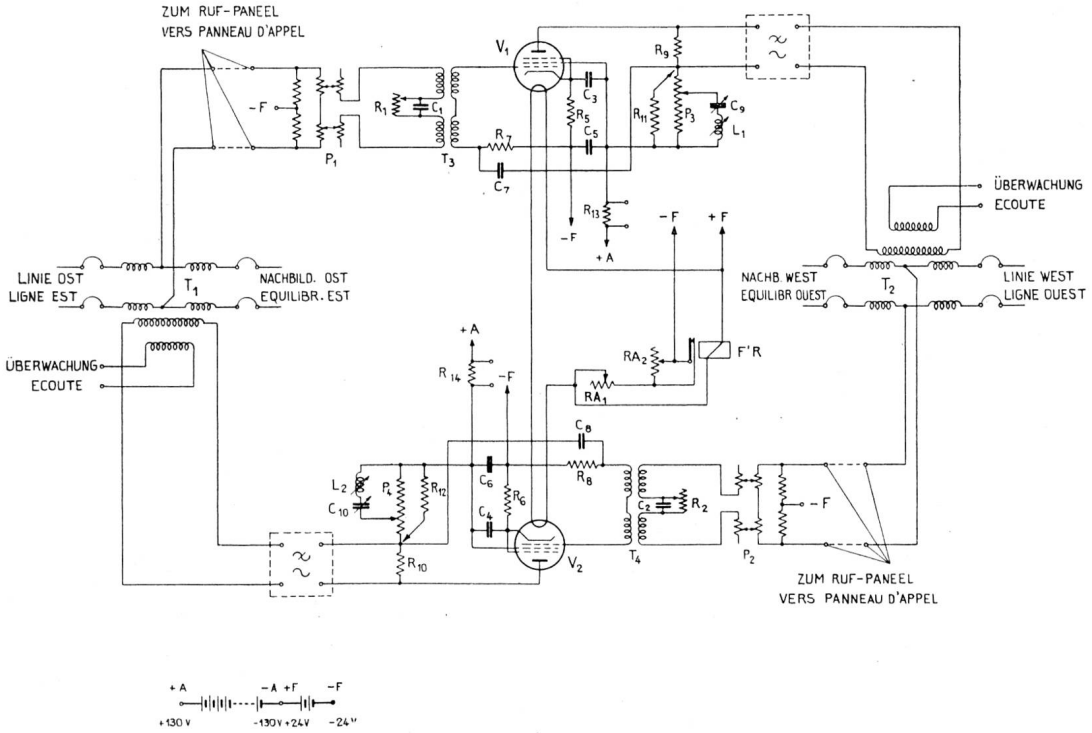


Fig. 3. Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung. — Répéteur à deux fils à contre-réaction.

erhöht. Der Entzerrerstromkreis setzt sich aus der Drosselspule L_1 in Serie mit dem Kondensator C_9 zusammen; sie sind parallel zum Potentiometer P_3 geschaltet und vermindern den Gegenkopplungswiderstand P_3 bei der Resonanzfrequenz von L_1 und C_9. Dadurch steigt die Verstärkung entsprechend an. Die Induktivität L_1 und die Kapazität C_9 können mittels verschiedener Anzapfungen geändert werden, so dass je nach der gewünschten Verstärkungskurve der entsprechende Wert $L \times C$ eingestellt werden kann.

Der Widerstand R_9 bildet röhrenseitig den korrekten Abschluss des dreigliedrigen Tiefpassfilters. Die verstärkten Ströme werden auf den Ausgangstransformator T_2 der Leitung West übertragen. Eine zusätzliche Wicklung auf den beiden Transformatoren T_1 und T_2 dient zur Ueberwachung und ist direkt nach dem gemeinsamen Bügelfeld jeder Bucht verkabelt.

Der Stromkreis der andern Verstärkereinrichtung ist völlig identisch.

Die beiden Widerstände R_{13} und R_{14} in den Anodenkreisen ermöglichen die Kontrolle des Anodenstromes jeder Röhre, indem der Spannungsabfall an den Widerständen gemessen wird.

Da jede Pentode eine Heizspannung von 7,5 Volt benötigt, war es nicht mehr möglich, wie für die mit Trioden ausgerüsteten Zweidrahtverstärker, zwei Verstärker auf denselben Heizstromkreis zu schalten. Für den neuen Verstärkertyp ist also der Heizstromkreis individuell für jeden Verstärker. Der benötigte Heizstrom beträgt 0,425 Ampère; er ist mit Hilfe der Widerstände RA_1 und RA_2 einstellbar. Da die Heizfäden in kaltem Zustande einen verminderten Widerstand haben, besteht im Moment des Einschaltens die Gefahr einer sehr hohen Stromspitze. Um diesem Uebelstande zu begegnen, wird der Widerstand RA_2

tion et le gain augmente. Le circuit d'égalisation composé de la self L_1 et du condensateur C_9 en série est connecté en parallèle au potentiomètre P_3, et de cette manière il court-circuitera partiellement la résistance de contre-réaction P_3 à la fréquence de résonance de L_1 et de C_9, d'où il en résultera une augmentation de gain. La self L_1 et le condensateur C_9 peuvent être variés au moyen de différentes prises, de sorte que, suivant la courbe de gain que l'on veut obtenir, on peut les ajuster afin d'obtenir la valeur $L \times C$ requise.

La résistance R_9 donne une terminaison correcte du côté de la lampe au filtre passe-bas à trois cellules. Les courants amplifiés sont transmis au transformateur de sortie T_2 à la ligne ouest. Un enroulement supplémentaire sur les deux transformateurs T_1 et T_2 sert à l'écoute et est relié directement aux étriers du panneau central de chaque baie.

Le circuit de l'autre direction d'amplification est tout à fait identique.

Les deux résistances R_{13} et R_{14} dans les circuits d'anode servent à contrôler le courant anodique de chaque lampe par la mesure de la chute de tension existante.

Comme chaque pentode nécessite une tension de chauffage de 7,5 V, il n'a plus été possible, comme pour les répéteurs à 2 fils avec triodes, d'avoir deux répéteurs sur le même circuit de chauffage. Pour ce type de répéteur, chaque circuit d'alimentation des filaments est individuel par répéteur; le courant requis est de 0,425 Amp., et il est ajustable au moyen des résistances réglables RA_1 et RA_2. Les filaments à l'état froid ayant une résistance assez basse, on risque d'avoir une pointe de courant assez forte au moment de l'enclenchement. Afin d'y remédier, la résistance RA_2 est mise en série dans le circuit de filament. Le relais FR en parallèle sur les filaments des

in Serie in den Heizstromkreis geschaltet. Das Relais FR, das parallel zu den Heizfäden der beiden Röhren V_1 und V_2 geschaltet ist, wird infolge des bestehenden Spannungsabfalles arbeiten. Es wird so eingestellt, dass es beim Einschalten, d. h. solange die Heizfäden noch kalt sind, nicht anspricht. Sobald diese aber eine gewisse Temperatur erreicht haben und ihr Widerstand sich erhöht hat, d. h. der Spannungsabfall grösser geworden ist, spricht das Relais an und schliesst den Widerstand RA_2 kurz. Der endgültige Heizstrom wird mit dem Widerstand RA_1 eingestellt.

Eine Trennklinke, die auf dem Schema nicht eingezeichnet ist, und die es ermöglicht, mittels eines Stöpsels den Verstärker ausser Betrieb zu setzen, sowie den Heizstrom zu messen, ergänzt den Heizstromkreis. Ausserdem befindet sich in jedem Anodenstromkreis ein Relais, das normalerweise durch den Anodenstrom betätigt wird; wenn es im Falle einer Störung abfällt, wird ein Alarmsignal ausgelöst.

Die Verstärkereinheit ist 480 mm lang, 220 mm breit und 120 mm hoch. In der Mitte, aus dem Deckel herausragend, befinden sich die beiden Potentiometer für die Verstärkungsregulierung und zwischen ihnen die Trenn- und Heizstrommessklinken und die Alarmlampe. Links ist ein Trennbügelfeld für die beiden Leitungen und die Nachbildungen Ost und West, oben und unten befinden sich die beiden Hülsen für die Messung der Anodenströme der beiden Pentoden (Fig. 4). Die beiden

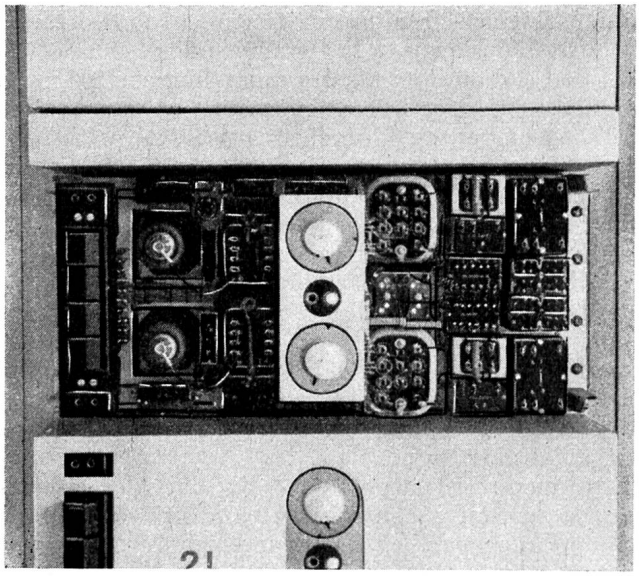


Fig. 4. Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung.
Répéteur à deux fils à contre-réaction.

Potentiometer in den Gegenkopplungsstromkreisen sind zwischen den Ausgangstransformatoren, die Drosselspulen und die Kondensatoren der Entzerrerstromkreise zwischen den beiden Filtern montiert.

Verstärker-Charakteristik.

Der Scheinwiderstand des Verstärkers beträgt 600 Ohm. Der Reflexionsfaktor, wie er vom C.C.I.F. definiert wurde, ist kleiner oder gleich 0,2 von 250

2 lampes V_1 et V_2 opérera avec la chute de tension existante; il est ajusté de manière à ne pas fonctionner au moment de la mise en service alors que les filaments sont encore froids; mais lorsque ceux-ci ont atteint une certaine température, leur résistance augmente et, par conséquent, la chute de tension également, et le relais fontionnera court-circuitant la résistance RA_2. Le courant de chauffage définitif est ajusté au moyen de la résistance RA_1.

Le circuit de chauffage est complété par un jack de coupure non indiqué sur le schéma, qui permet de mettre hors circuit le répéteur au moyen d'une fiche et de mesurer le courant de chauffage. Dans chaque circuit anodique se trouve en outre un relais normalement actionné par le courant d'anode et qui, en retombant en cas de défaut, déclenchera une alarme.

Le panneau du répéteur a une longueur de 480 mm, une largeur de 220 mm et une hauteur de 120 mm. Au milieu, sortant du couvercle, sont placés les deux potentiomètres de réglage du gain et, entre les deux, le jack de coupure et de contrôle du courant de chauffage et la lampe d'alarme. A gauche, un panneau d'étriers est installé pour les deux lignes et équilibreurs Est et Ouest. En haut et en bas des douilles ont été prévues pour la mesure des courants d'anode des deux pentodes (fig. 4). Entre les deux transformateurs de sortie se trouvent les potentiomètres dans les circuits de contre-réaction. Entre les deux filtres sont montés les selfs et les condensateurs du circuit d'égalisation.

Caractéristiques du répéteur.

L'impédance nominale du répéteur est de 600 Ohms. Le coefficient de réflexion du répéteur tel qu'il est défini par le C.C.I.F. est égal ou plus petit que 0,2 de 250 per./sec. à une fréquence égale à 85% de la fréquence de coupure du filtre.

Le pourcent des harmoniques à 1000 per./sec. en fonction du niveau de sortie pour un gain maximum de 2,4 Nép. est donné à la fig. 5. Jusqu'à un niveau de sortie de +1,55 Nép. correspondant à une énergie de 22,5 mW, le pourcent d'harmoniques est inférieur à 1. Il augmente ensuite rapidement avec le niveau.

La fig. 6 donne le gain du répéteur avec 5 filtres ayant une fréquence de coupure de 3720 per./sec., 3000 per./sec., 2750 per./sec., 2600 per./sec. et 2450 per./sec., le circuit d'égalisation étant ajusté de manière que la caractéristique soit tout à fait plate. En comparant ces courbes à celles obtenues avec les répéteurs du type 2301, on voit que la coupure est tout à fait brusque et que la caractéristique est pratiquement plate jusqu'à une fréquence très proche de la fréquence de coupure du filtre.

Le circuit d'égalisation permet une compensation parfaite de l'atténuation des circuits à 2 fils théoriquement jusqu'à 85% de la fréquence de coupure du filtre. Comme nous l'avons vu, il se compose essentiellement d'un potentiomètre que l'on peut ajuster au moyen d'un tournevis, d'une self variable en série avec une capacité variable connectée à une extrémité du potentiomètre, l'autre extrémité du circuit d'égalisation étant connectée au curseur du potentiomètre, shuntant ainsi une portion de celui-ci. L'augmentation du gain du répéteur dépendra donc de la fréquence considérée, de la valeur du produit

Hertz bis zu einer Frequenz, die gleich 85% der Grenzfrequenz des Filters ist.

Fig. 5 gibt den Prozentsatz der Oberschwingungen in Funktion des Ausgangspegels für eine maximale Verstärkung von 2,4 Neper bei 1000 Hertz. Der Oberschwingungsgehalt ist kleiner als 1% bis zu einem Ausgangspegel von + 1,55 Neper, was einer Energie von 22,5 mW entspricht. Die Oberschwingungen steigen dann sehr rasch mit dem Ausgangspegel an.

Fig. 6 zeigt die Verstärkung mit 5 verschiedenen Filtern, deren Grenzfrequenz 3720 Hertz, 3000 Hertz, 2750 Hertz, 2600 Hertz und 2450 Hertz beträgt; der Entzerrerstromkreis war so eingestellt, dass die Verstärkung über dem Frequenzband jeweils ganz flach war. Vergleicht man diese Kurven mit denjenigen der Verstärker vom Typ 2301, so sieht man, dass die Verstärkung praktisch flach verläuft bis zu einer Frequenz, die ganz nahe an der Grenzfrequenz liegt, wo die Kurve dann plötzlich steil abfällt.

Der Entzerrerstromkreis erlaubt eine genaue Entdämpfung von Zweidrahtstromkreisen bis zu 85% der Grenzfrequenz des Filters. Wie wir gesehen haben, besteht er zur Hauptsache aus einem Potentiometer, das mit einem Schraubenzieher gedreht werden kann und parallel geschaltet ist mit einem Serien-Resonanzstromkreis, bestehend aus einer Induktivität und einer Kapazität. Dieser Resonanzstromkreis ist zwischen einem Ende und dem Schleifkontakt des Potentiometers angeschlossen, bildet also einen Nebenschluss zu einem Teil desselben. Die Verstärkungserhöhung des Verstärkers hängt nun ab von der Frequenz, von der Grösse des Produktes $L_1 \times C_9$, bzw. $L_9 \times C_{10}$, und von der Stellung der Potentiometer P_3 und P_4. Die Resonanzfrequenz ist durch das Produkt $L \times C$ bestimmt; man wählt sie ge-

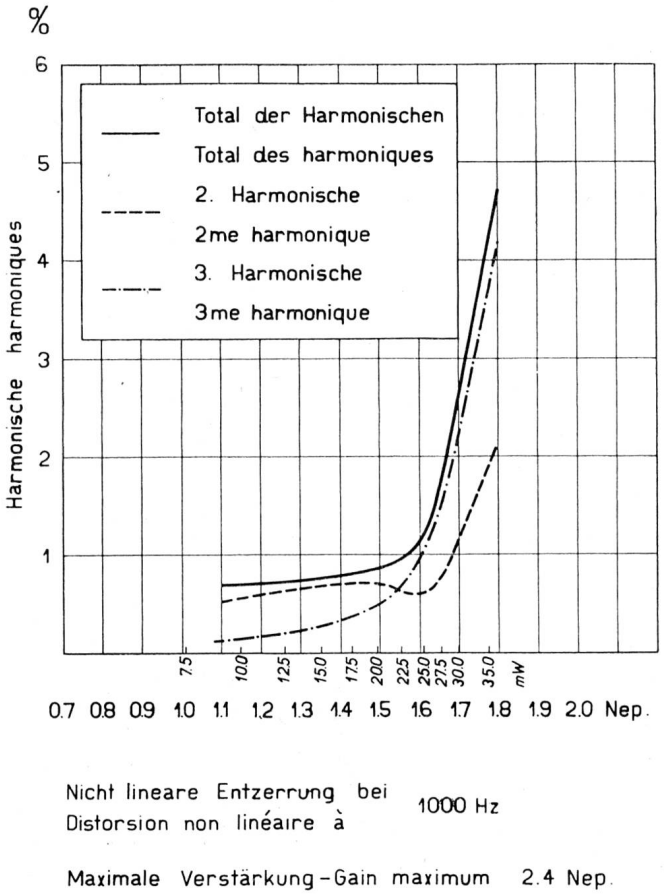


Fig. 5. Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung. Répéteur à deux fils à contre-réaction.

$L_1 \times C_9$, respectivement $L_2 \times C_{10}$ s'il s'agit de l'autre direction et de la position des potentiomètres P_3 et

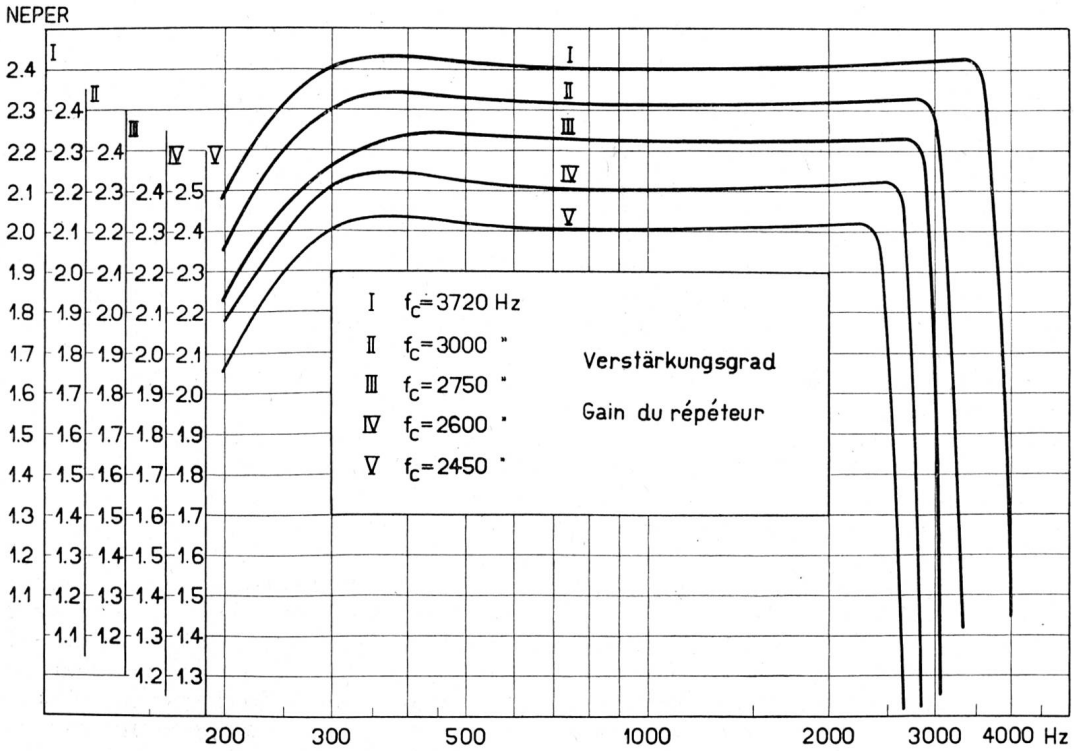


Fig. 6. Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung. — Répéteur à deux fils à contre-réaction.

wöhnlich in der Nähe der Grenzfrequenz des Stromkreises, der zu entdämpfen ist. Der Einfluss der Grösse der Induktivität und der Kapazität auf die Verstärkungskurve ist verschieden, aber ihr Produkt ist gleichbleibend. Für grosse Induktivitäten und kleine Kapazitäten erhält man eine stärkere Krümmung der Verstärkungscharakteristik, für kleine Induktivitäten und entsprechend hohe Kapazitätswerte wird die Krümmung der Verstärkungscharakteristik kleiner. Bei grosser Induktivität steigt die Verstärkung zuerst langsam an, um dann bei den höheren Frequenzen sehr rasch anzusteigen. Bei grosser Kapazität hingegen erhöht sich die Verstärkung sofort sehr rasch. Dies wird durch die Fig. 7 veranschaulicht, die verschiedene Verstärkungskurven zeigt, entsprechend verschiedenen Induktivitäts- und Kapazitätswerten, wobei das Produkt L × C konstant bleibt. Die Grenzfrequenz des Filters betrug 2450 Hz.

Das dritte Element, das die Verstärkungskurve beeinflusst, ist die Stellung des Potentiometers P_3 bzw. P_4. Die Verstärkung wird um so mehr ansteigen, je grösser der Widerstand ist, der im Nebenschluss zum Resonanzstromkreis liegt. Der Höchstwert entspricht also der Maximalstellung des Potentiometers. Der maximale Verstärkungsgrad wird parallel mit dem im Nebenschluss liegenden Widerstand abnehmen. Fig. 8 bestätigt dieses Resultat für verschiedene Potentiometerstellungen durch die Messung der Verstärkungskurven eines Zweidrahtverstärkers, dessen Filter eine Grenzfrequenz von 3000 Hertz aufweist.

Beträgt die Verstärkung bei 1000 Hertz 3 Neper, d. h. liegen die Widerstände R_{11} und R_{12} parallel zu den Potentiometern P_3 und P_4, so ist die Verstärkungszunahme bei der Resonanzfrequenz verhältnismässig viel geringer, als wenn der Verstärkungsgrad des Verstärkers 2,4 Neper ist. Dies erklärt sich ohne weiteres; denn die Schaltung der Widerstände R_{11} und R_{12} parallel zu den Potentiometern entspricht einer Verminderung des Widerstandes des Potentiometers, das parallel zum Resonanzstromkreis geschaltet ist. Die Wirkung davon haben wir in der Fig. 8 gezeigt.

Mit Hilfe der Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung ist es möglich, die Stromkreise mit einer Genauigkeit von ± 0,02 Neper zu entdämpfen bis zu der höchsten Frequenz, die übertragen werden muss. Es ist klar, dass diese Frequenz vor allem von der Belastung des Stromkreises selbst abhängig ist, sowie von der Impedanzunsymmetrie zwischen Nachbildung und Stromkreis. Aus diesem Grunde ist vorgesehen, solche Verstärker in andern Verstärkerstationen normalerweise mit Filtern mit einer Grenzfrequenz von 3000 Hertz auszurüsten, insbesondere in bezug auf die Phantomstromkreise H-63, deren

P_4. La fréquence de résonance est déterminée par le produit L × C, et on la choisit en général aux environs de la fréquence de coupure du circuit à égaliser. L'influence des valeurs de la self et de la capacité sur la courbe de gain est différente, leur produit demeurant constant. Pour de grandes valeurs de la self qui correspondent à de faibles valeurs de la capacité, on obtient une courbure du gain plus grande, alors que pour des petites valeurs de la self correspondant à de grandes valeurs de la capacité, la courbure sera plus petite. Autrement dit, pour une grande self, le gain augmentera d'abord lentement pour augmenter ensuite très rapidement pour les fréquences plus élevées; pour de grandes valeurs de la capacité

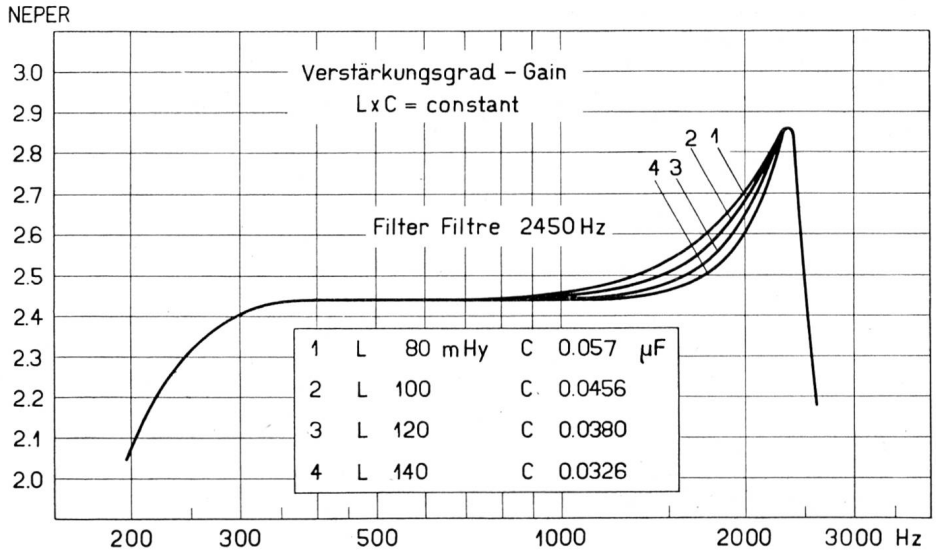


Fig. 7. Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung. — Répéteur à deux fils à contre-réaction.

par contre, le gain augmentera tout de suite rapidement. Ceci est illustré à la fig. 7, où l'on a tracé les courbes de gain pour différentes valeurs de L et de C, leur produit étant constant. Le filtre avait une fréquence de coupure de 2450 Hz.

Le troisième facteur influençant la courbe du gain est la position du potentiomètre P_3 respectivement P_4. Le gain augmentera d'autant plus fort que la résistance en parallèle au circuit résonnant sera plus grande, donc pour la position maximum du potentiomètre. La valeur maximum du gain diminuera proportionnellement à la résistance en parallèle. Ceci est illustré à la fig. 8, où l'on a tracé les courbes de gain d'un répéteur à 2 fils équipé avec un filtre coupant à 3000 Hz, avec diverses positions du potentiomètre.

Dans le cas où le gain du répéteur à 1000 Hz est de 3 Nép., c'est-à-dire lorsque les résistances R_{11} et R_{12} sont connectées en parallèle aux potentiomètres P_3 et P_4, l'augmentation du gain pour la fréquence de résonance sera relativement beaucoup moins grande que lorsque le gain du répéteur est de 2,4 Nép. Ceci s'explique sans autre, car le fait de connecter les résistances R_{11} et R_{12} en parallèle aux potentiomètres équivaut effectivement à réduire la portion de résistance du potentiomètre en parallèle au circuit de résonance, et nous en avons vu l'effet à la fig. 8.

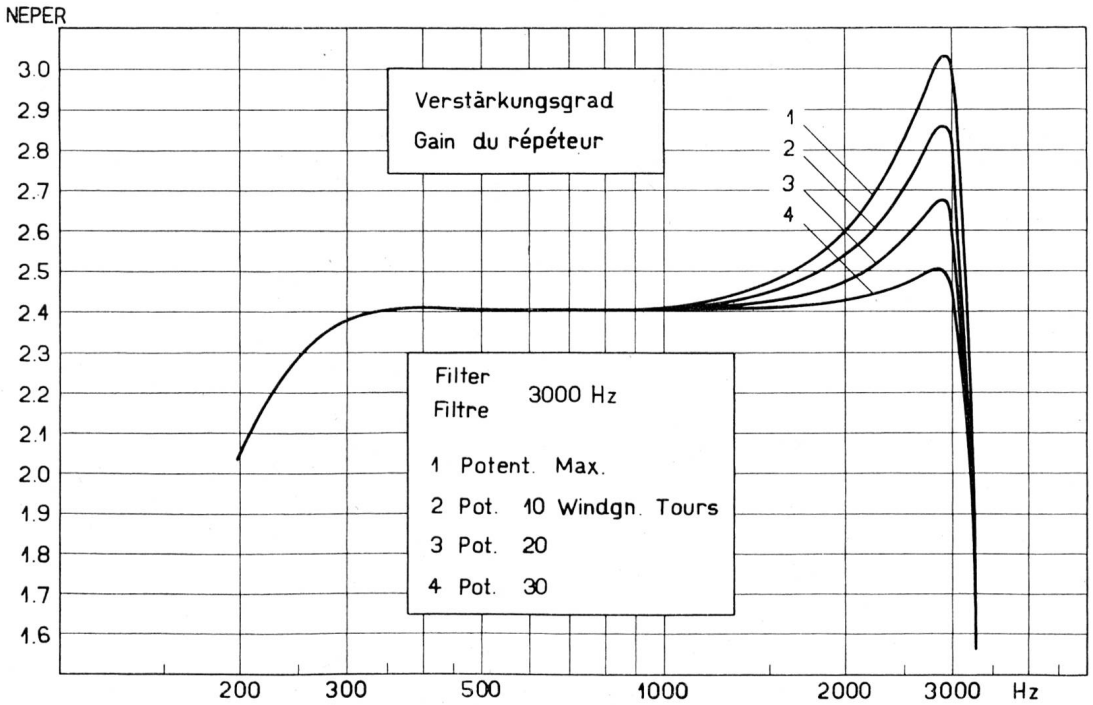


Fig. 8. Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung. — Répéteur à deux fils à contre-réaction.

Grenzfrequenz auch höher liegt. Diese Stromkreise werden später als erstklassige Verbindungen für den automatischen Tandemverkehr benutzt, da sie die Uebertragung eines breiteren Frequenzbandes erlauben. Fig. 9 zeigt die Restdämpfung eines solchen Stromkreises in Funktion der Frequenz; der Stromkreis ist ausgerüstet mit einem Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung. Die Erweiterung des übertragenen Frequenzbandes gegenüber der punktierten Kurve, welche die Restdämpfung desselben Stromkreises ausgerüstet mit Verstärker vom Typ 2301 darstellt, ist ohne weiteres ersichtlich. Die Verbesserung ist den grösseren Möglichkeiten zu verdanken, welche die neuen Verstärker mit Bezug auf die Entzerrung bieten.

Rundspruchverstärker.

Die beiden Rundspruchverstärker, die auf einem Gestell der zweiten Reihe montiert sind (Fig. 10),

Au moyen des répéteurs à 2 fils à contre-réaction, il est possible de compenser l'atténuation des circuits avec une précision de $\pm$ 0,02 Nép. jusqu'à la fréquence la plus élevée qui doit être retransmise. Il est clair que cette fréquence sera déterminée en premier lieu par la charge du circuit lui-même et du déséquilibre d'impédance avec l'équilibreur correspondant. C'est pourquoi il a été prévu d'utiliser ces répéteurs avec un filtre ayant une fréquence de coupure de 3000 Hz dans les autres stations, principalement pour les circuits fantômes charge H-63 dont la fréquence de coupure est aussi plus élevée. Ces circuits seront utilisés par la suite comme circuits de première qualité pour le trafic tandem automatique, permettant de retransmettre une bande de fréquences plus large. La fig. 9 donne l'équivalent en fonction de la fréquence d'un tel circuit équipé avec un répéteur à 2 fils à contre-réaction. On voit sans autre l'élargissement de la bande des fréquences transmise par rapport à la

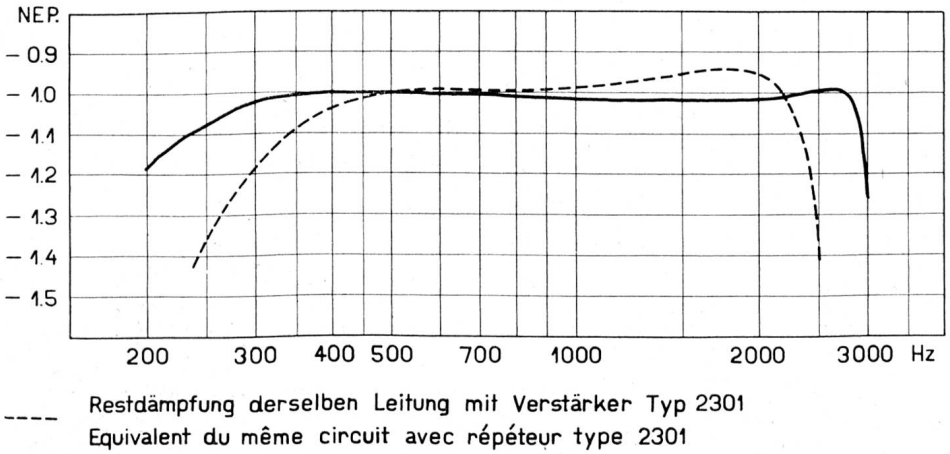


Fig. 9. Restdämpfung einer Leitung H-63, 0,9 mm mit Zweidrahtverstärker mit Gegenkopplung. Filter: 3000 Hz.
Equivalent d'un circuit H-63, 0,9 mm avec répéteur à deux fils à contre-réaction. Filtre: 3000 Hz.

sind vom selben Typ wie diejenigen in Basel und Lugano, also mit Gegenkopplung (siehe Technische Mitteilungen Nr. 3 von 1939). Die Umsteuerung der Leitungen wird durch die Relais besorgt, die in den entsprechenden Linieneinheiten montiert sind und von Schlüsseln umgesteuert werden, die sich in der zentral gelegenen Einheit befinden. Da in der Station normalerweise kein Monteur anwesend ist, musste eine Fernsteuerung vorgesehen werden, die es ermöglicht, die Uebertragungsrichtung der Rundspruchprogramme zwischen dem Tessin und dem Bündnerlande umzukehren. In der Regel wird das Programm V von Lugano nach dem Bündnerlande übertragen, während das Programm II vom Bündnerland nach Lugano übertragen und den Rundspruchhörern des Tessins zugänglich gemacht wird. Da die Dämpfung der Rundspruchleitungen Lugano—Disentis zu hoch ist, mussten in Bellinzona zwei einfache, netzgespiesene Rundspruchverstärker eingeschaltet werden, die den Dämpfungsüberschuss teilweise kompensieren. In gewissen Fällen wird das Programm vom Bündnerland nach dem Tessin auf Leitung V übertragen. Die Umschaltung in Disentis und Bellinzona wird von Lugano aus besorgt, wenn das Programm von Lugano ausgeht, oder von Chur aus, wenn

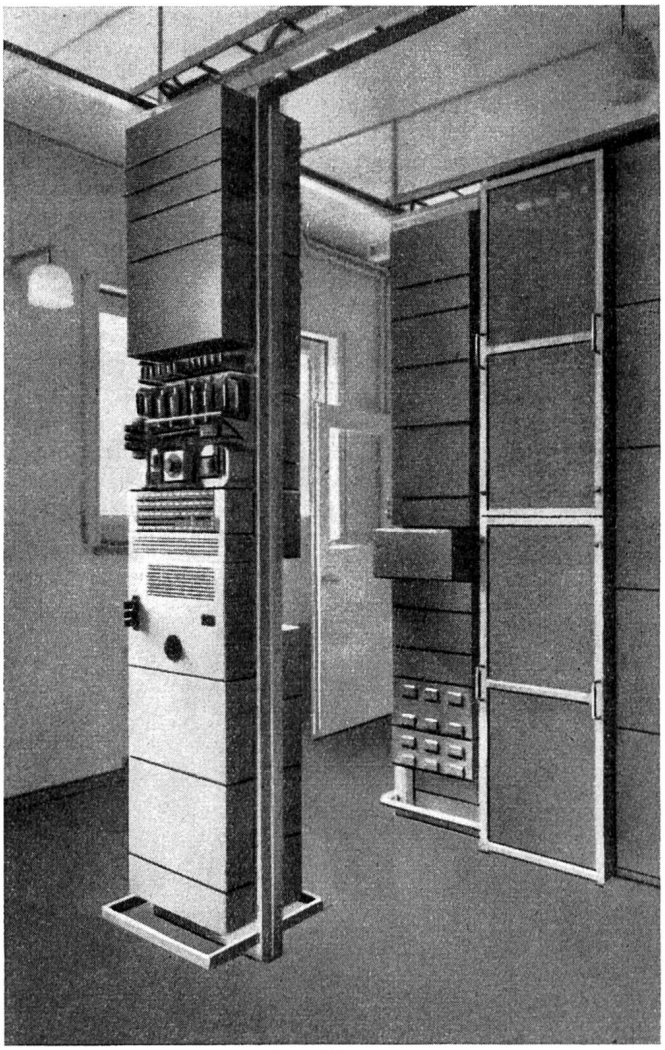


Fig. 10. Rundspruchverstärker-Bucht.
Bâti des amplificateurs radiophoniques.

courbe en pointillé donnant l'équivalent du même circuit, mais avec un répéteur du type 2301. L'amélioration est obtenue grâce aux possibilités plus étendues qu'offrent les nouveaux répéteurs au point de vue de l'égalisation.

Amplificateurs radiophoniques.

Les deux amplificateurs radiophoniques montés sur une baie de la deuxième rangée (fig. 10) sont du même type que ceux de Bâle et Lugano, donc à contre-réaction. (Voir bulletin technique N° 3, 1939.) La commutation des lignes se fait au moyen des relais montés dans les panneaux de lignes correspondants et commandés par des clés du panneau central. Comme normalement la station de répéteurs n'a pas de monteur en permanence, il a fallu prévoir une commande à distance afin de pouvoir commuter le sens des programmes radiophoniques entre le Tessin et les Grisons. Normalement, le programme V est transmis de Lugano vers les Grisons, alors que le programme II est transmis des Grisons vers Lugano pour les abonnés à la télédiffusion du Tessin. L'atténuation des circuits musicaux Lugano—Disentis étant trop grande, il a fallu intercaler à Bellinzone deux amplificateurs radiophoniques d'un type beaucoup plus simple et alimentés directement par le réseau, afin de compenser partiellement l'excédent d'atténuation. Dans certains cas, le programme pour le Tessin provient des Grisons sur le circuit V. La commutation s'effectue à Disentis et à Bellinzone, à distance depuis Lugano si c'est Lugano qui émet, ou depuis Coire si le programme provient des Grisons. On avait prévu d'utiliser comme circuit de commande le point milieu des translateurs des circuits musicaux eux-mêmes et retour par la terre. Mais l'influence du courant alternatif de traction des chemins de fer Rhétiques, dont la gare se trouve à proximité, était si gênante qu'il fallut y renoncer. On utilisa donc une boucle formée du combiné de 2 circuits téléphoniques ordinaires, et depuis Bellinzone à Lugano, un circuit superfantôme.

Le circuit de commutation à distance donné à la fig. 11 n'indique pas en détail le circuit de Disentis, qui est le même que celui de Bellinzone. La seule différence réside dans les relais AHR_1 et AHR_2 et les clés de réception et d'émission qui commandent les relais dans les panneaux de ligne eux-mêmes. Le circuit fonctionnera de la façon suivante:

Admettons que le programme soit envoyé du Tessin vers les Grisons. L'opératrice de Lugano poussera la clé de la ligne Disentis sur „émission" et fera opérer le relais correspondant du panneau de ligne Disentis de sa baie radiophonique. Le condensateur C_1, chargé lorsque la clé K_1 était au repos, se déchargera à travers le relais XR_2, qui sera actionné un court instant (temps de décharge du condensateur) et enverra une impulsion de courant sur la boucle de commande vers Bellinzone. Par cette impulsion, le relais LUR fonctionnera via contact de repos de EK_1, et IR_2 par le contact de repos de AHR_2, tandis que EK_2 en fonctionnant par le contact de travail de LUR, enverra une impulsion de courant sur la boucle de commande vers Disentis, où un processus identique aura lieu. En même temps, ce relais se maintiendra par son contact de travail et la terre de IR_2. Finalement, l'impulsion de courant envoyée par le relais EK_2 de

es vom Bündnerlande herkommt. Es war vorgesehen, für die Fernsteuerung die Mittelpunkte der Rundspruchübertrager selber und als Rückleitung die Erde zu benutzen. Der Einfluss des Wechselfahrstromes der Rhätischen Bahnen, deren Bahnhof in der Nähe der Verstärkerstation liegt, war aber so störend, dass darauf verzichtet werden musste. Man benutzt nun eine Schleife aus den Phantomstromkreisen zweier gewöhnlicher Fernsprechstromkreise in den Bezirkskabeln und eine Schleife aus Superphantomen in den Fernkabeln.

Der in Fig. 11 dargestellte Fernsteuerungskreis enthält keine Einzelheiten über den Stromkreis in Disentis, da dieser im Grunde genommen mit demjenigen von Bellinzona übereinstimmt. Der einzige Unterschied besteht in den Relais AHR_1 und AHR_2, sowie in den Sende- und Empfangsschlüsseln, die die Relais in den Linieneinheiten selbst steuern. Der Stromkreis arbeitet wie folgt:

Setzen wir den Fall, das Programm werde vom Tessin nach dem Bündnerland gesendet. Die Beamtin in Lugano verbringt den Schlüssel der Leitung nach Disentis in die Sendestellung und betätigt dadurch das entsprechende Relais in der Linieneinheit des Rundspruchgestelles. Der Kondensator C_1, der im Ruhezustand des Schlüssels K_1 aufgeladen war, entlädt sich über das Relais XR_2, das kurz anspricht (Entladezeit des Kondensators), und sendet einen Stromimpuls auf die Fernsteuerungsschleife nach Bellinzona. Ueber die Ruhekontakte von EK_1 arbeitet das Relais LUR unter dem Einfluss dieses Stromimpulses; da aber IR_2 über die Ruhekontakte von AHR_2 bereits angesprochen hatte, wird EK_2 über den Arbeitskontakt von LUR arbeiten und einen Stromimpuls auf die Steuerungsschleife nach Disentis senden, wo sich der Vorgang wiederholen wird. Das Relais EK_2 hält sich über seine Arbeitskontakte und die Erde von IR_2. Durch den Stromimpuls wird schliesslich das Relais ER_1 in Chur ansprechen und über die Erde seines Arbeitskontaktes das Relais KR_1 mit mechanischer Blockierung betätigen, was in Chur das Aufleuchten der Lampe EL zur Folge hat. Die Lampe EL in Lugano wird über die Erde des Ruhekontaktes von KR_2 gezündet bleiben.

In Bellinzona wird durch das Ansprechen des Relais EK_2 eine Erde auf die Blockierungswicklung des Relais B gegeben, so dass es sich auslösen und abfallen wird; dabei wird über den Ruhekontakt von EK_1 und die Erde ein Stromkreis für das Relais A geschlossen. Beim Abfallen von B wird gleichzeitig die Halteerde des Relais AHR_1 aufgehoben, so dass

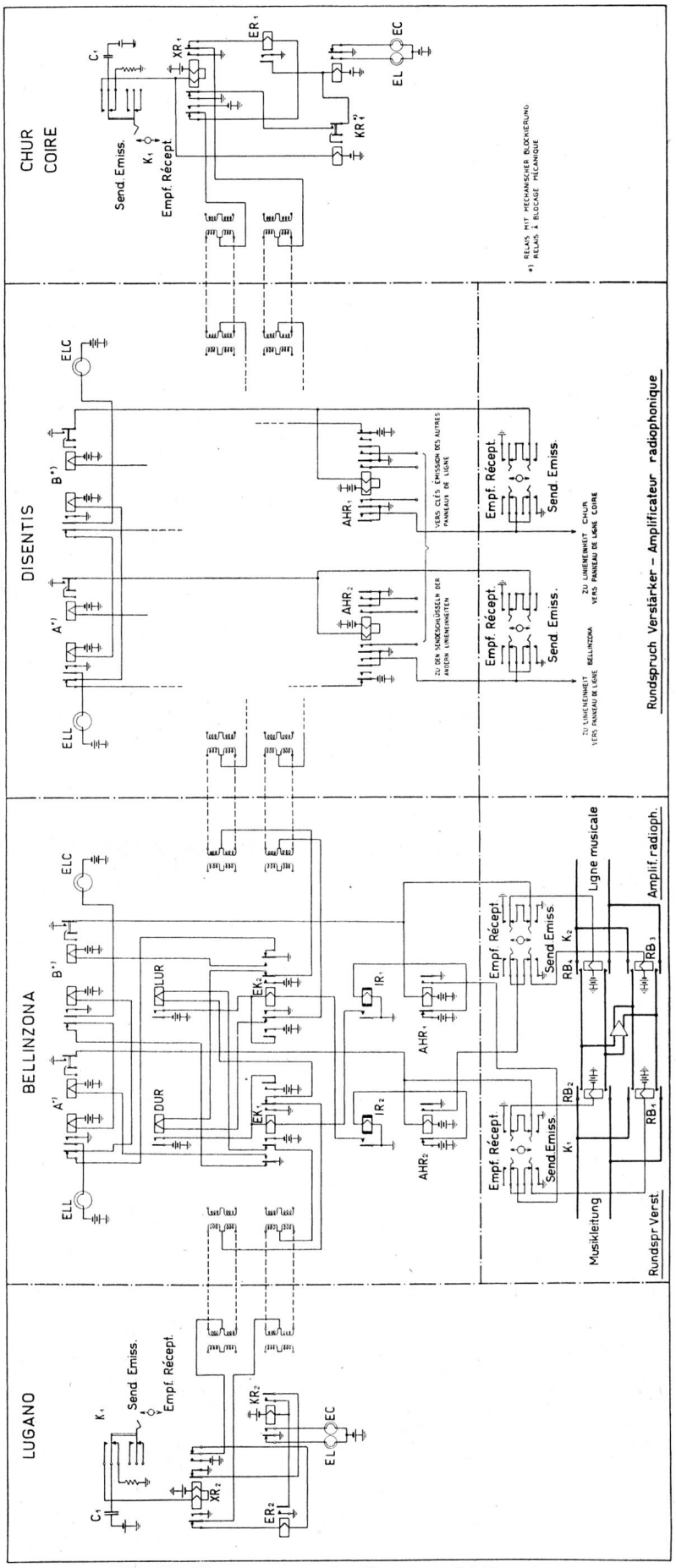


Fig. 11. Fernsteuerung der Rundspruchleitungen.
Commande à distance des circuits radiophoniques.

dieses Relais und auch das Relais RB_1 abfallen. Das Relais A wird über die Erde seines Arbeitskontaktes das Relais AHR_2 zum Ansprechen bringen, so dass RB_3 über den Empfangsschlüssel arbeiten kann. Das Relais RB_2 arbeitet über die Erde von A. Beim Anziehen unterbricht das Relais AH_2 den Haltestromkreis von IR_2, das mit Verzögerung abfallen und den Haltestromkreis von EK_2 unterbrechen wird; dieses fällt ab und unterbricht so den Stromimpuls nach Disentis. Die Lampen EL in Bellinzona und Disentis werden durch die entsprechenden Kontakte der Relais A zum Leuchten gebracht und zeigen an, dass die Sendung von Lugano herkommt. In Bellinzona wird das Relais RB_3 über den Sendeschlüssel K_2, Arbeitskontakt von AHR_2 und Erde arbeiten. Dadurch wird der Ausgang des Rundspruchverstärkers mit der Musikleitung nach Disentis verbunden. In Disentis werden durch das entsprechende Relais AHR_2 sämtliche Senderelais in den Linieneinheiten angezogen, ausgenommen dasjenige der Einheit Lugano. Das Empfangsrelais der letztgenannten Linieneinheit wird über den Empfangsschlüssel und die Erde von A betätigt.

Wird nun das Programm vom Bündnerland her nach dem Tessin übertragen, muss also der Uebertragungssinn gewechselt werden, so betätigt die Beamtin in Chur den Schlüssel K_1, wobei sich der Kondensator C_1 über das Relais XR_1 entlädt; dieses spricht an und sendet einen Stromimpuls auf die Steuerschleife. Gleichzeitig wird das Relais KR_1 gelöst, und bei dessen Abfallen erlischt die Lampe EL, während sich EC entzündet.

In Disentis arbeitet das Relais CUR über die Kontakte von EK_2; beim darauffolgenden Ansprechen von EK_1 wird der Stromimpuls nach Bellinzona und von da in ähnlicher Weise nach Lugano gesandt. Ferner löst EK_1 beim Ansprechen die Verriegelung des Relais A, so dass dieses abfallen kann. Das Relais B arbeitet dann über den Kontakt von EK_2 und die Ruhekontakte von A. Bei dieser Operation leuchtet die Lampe EC auf und spricht das Relais AHR_1 an; ebenso werden über die Sende- und Empfangsschlüssel der Leitung Chur die Empfangsrelais der entsprechenden Linieneinheit betätigt. AHR_1 bringt auch die Senderelais der andern Leitungen zum Ansprechen, insbesondere dasjenige der Leitung nach Lugano. Wie für den Fall einer Sendung aus Lugano bereits erklärt wurde, bereitet das Abfallen der Relais IR_1 und EK_1 den Empfangskreis für einen Impuls aus Lugano vor.

In Bellinzona vollzieht sich eine ähnliche Reihe von Schaltungen; der einzige Unterschied besteht darin, dass es das Relais AHR_1 ist, das über den Schlüssel K_1 das Relais RB_1 zum Ansprechen bringt, während RB_4 über die Erde des Kontaktes von B betätigt wird. Infolge des Abfallens von AHR_2 und A sind auch die Relais RB_2 und RB_3 abgefallen.

In Lugano bringt der Stromimpuls die Relais ER_2 und KR_2 zum Ansprechen; das letztgenannte hält sich über den Ruhekontakt von XR_2. Beim Ansprechen löscht KR_2 die Lampe EL aus und zündet die Lampe EC an, was der Beamtin von Lugano anzeigt, dass das Programm jetzt von Chur übertragen wird.

Mit Hilfe der Empfangs- und Sendeschlüssel, die in die Fernsteuerungsstromkreise eingeschaltet sind,

Disentis vers Coire actionnera le relais ER_1 qui, par la terre de son contact de travail, actionnera le relais KR_1 à blocage mécanique, qui allumera la lampe EL à Coire. La lampe EL de Lugano restera allumée par la terre du contact de repos de KR_2.

A Bellinzone, le relais EK_2 entrant en fonction, donnera aussi une terre à l'enroulement de blocage du relais B qui se débloquera et retombera en fermant le circuit pour le relais A par le contact de repos de EK_1 et la terre. En même temps, le relais B en retombant enlèvera la terre maintenant actionné le relais AHR_1 qui commandait le relais RB_1. Le relais A actionnera par la terre de son contact de travail le relais AHR_2 et celui-ci à son tour actionnera via clé de réception le relais RB_3. Le relais RB_2 sera actionné par la terre de A. Le relais AHR_2 actionné coupe le circuit de maintien de IR_2 qui relâchera avec retardement et coupera le circuit de maintien de EK_2, qui retombera et interrompra ainsi l'impulsion de courant vers Disentis. Les lampes EL de Bellinzone et de Disentis s'allumeront par les contacts des relais A respectifs indiquant que l'émission provient de Lugano. Le relais AHR_2 de Bellinzone actionnera par la clé d'émission K_2 le relais RB_3, qui connectera la sortie de l'amplificateur radiophonique à la ligne musicale vers Disentis. A Disentis, le relais AHR_2 correspondant actionnera les relais d'émission dans tous les panneaux de lignes, sauf celui de Lugano. Le relais de réception de ce panneau de ligne sera mis en fonction via la clé de réception par la terre du relais A.

Si maintenant le programme doit être envoyé des Grisons vers le Tessin, c'est-à-dire que le sens de transmission doit être inversé, l'opératrice à Coire actionnera sa clé K_1: le condensateur C_1 en se déchargeant à travers XR_1 l'actionnera et enverra une impulsion de courant sur la boucle de commande. En même temps, le relais KR_1 se débloquera et retombera éteignant la lampe EL et allumant EC.

A Disentis CUR fonctionnera via contacts de EK_2 et actionnera EK_1, qui transmettra l'impulsion de courant vers Bellinzone et de là d'une manière identique vers Lugano. D'autre part, EK_1 actionné débloquera le relais A qui retombera et actionnera le relais B par son contact de repos et le contact de EK_2. Le relais B actionné allumera la lampe EC et actionnera AHR_1 et par la clé d'émission et de réception de la ligne de Coire actionnera les relais de réception dans le panneau de ligne correspondant. AHR_1 actionnera les relais d'émission des autres lignes, en particulier celui de la ligne vers Lugano. Comme nous l'avons expliqué dans le cas de l'émission de Lugano, IR_1 et EK_1 retombés préparent le circuit de réception de l'impulsion de Lugano.

A Bellinzone, une suite d'opérations identiques a lieu avec la différence que c'est le fonctionnement du relais AHR_1 qui via clé de réception K_1 actionnera RB_1, tandis que RB_4 sera actionné par la terre du contact de B. Les relais RB_2 et RB_3 sont retombés du fait du relâchement des relais AHR_2 et A.

A Lugano, l'impulsion de courant actionne ER_2 et KR_2 qui se maintient par le contact de repos de XR_2. KR_2 actionné éteint EL et allume la lampe EC indiquant ainsi à l'opératrice de Lugano que le programme vient maintenant de Coire.

kann die Umschaltung in Bellinzona und Disentis in Störungsfällen von Hand besorgt werden.

Schlussfolgerung.

Die Verstärkerstation Disentis, die als letzte des schweizerischen Fernkabelnetzes dem Betrieb übergeben wurde, ist als erste mit Zweidrahtverstärkern ausgerüstet worden, bei denen das Prinzip der Gegenkopplung zur Anwendung gelangt ist. Hiedurch werden nicht nur die Eigenschaften der Verstärker selbst verbessert, sondern es lassen sich auch eine bessere Abgleichung der Stromkreise und die einwandfreie Uebertragung eines breiteren Frequenzbandes erzielen. Da es sich um eine Station ohne dauernde Wartung handelt, ist auch eine interessante Anwendung einer Fernsteuerung der Rundspruchverstärker in Gebrauch genommen worden.

Les clés de réception et d'émission intercalées dans les circuits de commutation permettent, en cas de dérangement, d'effectuer la commutation manuellement à Bellinzone et Disentis.

Conclusion.

La station de répéteurs de Disentis, la dernière mise en service dans le réseau interurbain suisse, est la première où furent équipés des répéteurs à 2 fils utilisant la contre-réaction qui, tout en améliorant les caractéristiques des répéteurs eux-mêmes, permet une meilleure égalisation des circuits et la retransmission parfaite d'une plus large bande de fréquences. Comme station sans surveillance permanente, une application intéressante de la commutation à distance des amplificateurs radiophoniques a été mise en service.

Die Wellenausbreitung im drahtlosen Telephonverkehr über grosse Distanzen.

Von *A. Guldimann*, Bern. 621.396.11

A. Einleitung.

Seit einigen Jahren betreibt die schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung über den Kurzwellensender Schwarzenburg direkte drahtlose Telephonverbindungen mit den Vereinigten Staaten, Japan und Südamerika. Diese Kurzwellenverbindungen sind auf einem hohen technischen Stand angelangt und gut ausgenützt, da die Erforschung der Ionosphäre in den letzten Jahren grosse Fortschritte gemacht hat. Die folgenden Ausführungen erläutern die Ausbreitung der kurzen Wellen, die heute fast ausschliesslich für drahtlose Verbindungen über grosse Distanzen verwendet werden. Gewisse Tatsachen müssen als bekannt vorausgesetzt werden; es ist im Rahmen dieses Artikels nicht möglich, sie zu erklären.

B. Die Ionosphäre.

1. Aufbau der Ionosphäre.

a) *Allgemeines.* Die Existenz von leitenden Schichten in der höchsten Atmosphäre, von denen Radiowellen reflektiert werden, wurde schon 1902 von A. E. Kennelly und O. Heaviside vermutet. Diese Kennelly-Heaviside-Schichten sind heute allgemein unter dem Namen Ionosphäre bekannt. Um die Reflexionen zu erklären, wird angenommen, dass in der Ionosphäre freie Elektronen vorkommen. Ein sicherer Beweis für ihre Existenz ist nicht erbracht worden, doch kann auf Grund von Echo-Messungen mit Radiowellen nachgewiesen werden, dass in Höhen von zirka 90 bis über 500 km noch Gase vorhanden sind. Aus Nordlicht- und Meteorbeobachtungen ergeben sich maximale Höhen von 700 km und mehr.

Fig. 1 zeigt schematisch den Aufbau der Ionosphäre für einen normalen Sommertag 1943 mit den vorhandenen E-, F_1- und F_2-Schichten für die Verkehrslinie Schweiz—U. S. A. Die Zeichnung ist maßstäblich und die Reflexionswinkel der Radiowellen, sowie die Schichthöhen sind im richtigen Verhältnis aufgezeichnet. Die Figur ist eine grundsätzliche Darstellung der Kurzwellenausbreitung über die Erde. Die eingezeichneten drei Schichten sind nur als Linien wiedergegeben, obschon sie in Wirklichkeit eine gewisse Dicke haben. Rechts in der Zeichnung ist die ungefähre Verteilung der Elektronendichte in bezug auf die Höhe der reflektierenden

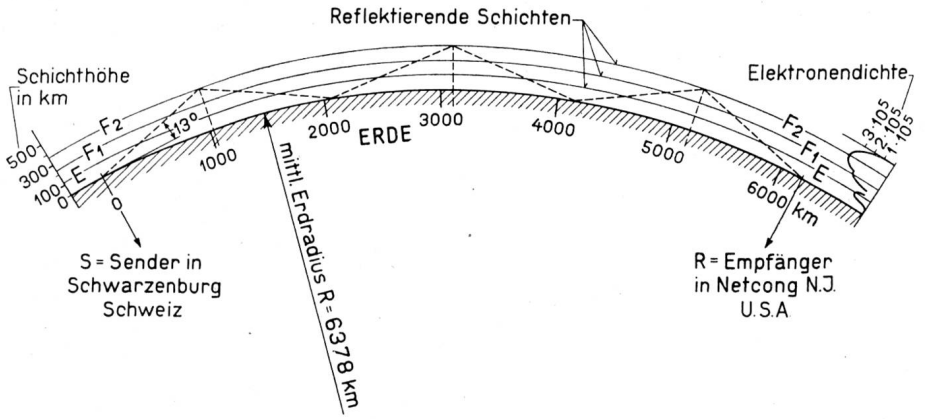


Fig. 1. Schematischer Aufbau der Ionosphäre für einen Sommertag.