

**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:** 20 (1942)

**Heft:** 4

**Artikel:** Hochfrequenz-Telephonrundspruch : Anlage St. Gallen -- Rorschach -- Heerbrugg = Télédiffusion à haute fréquence : Installation St. Gall -- Rorschach -- Heerbrugg

**Autor:** Keller, H.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-873267>

### **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:** 28.04.2026

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

# TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZ. TELEGRAPHEN- UND TELEPHON-VERWALTUNG

## BULLETIN TECHNIQUE

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES TÉLÉGRAPHES ET DES TÉLÉPHONES SUISSES

## BOLLETTINO TECNICO

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI



**Inhalt — Sommaire — Sommario:** Hochfrequenz-Telephonrundspruch. Télédiffusion à Haute Fréquence. — Störungen automatischer Fernsprechleitungen durch Geräusche. Dérangements causés par les bruits sur les lignes interurbaines automatiques. — Das Telephon im Glarnerland. — Neunzig Jahre Fernmeldetechnik und Präzisionsmechanik Hasler AG. Bern. — Furka-Oberalp-Bahn elektrisch. — Aus der Geschichte des schweizerischen Telegraphen. — Verschiedenes. Divers: Mangelhafte elektrische Handlampen sind lebensgefährlich. Le danger des lampes baladeuses. — Die Anwendung von Aluminium in elektrischen Konstruktionen. — Das Telephon im Ausland. — Le radio dans l'Ouganda. — Anekdoto. — † Direktor Carl Brander, Berlin. — Soldatenecke. Le coin du soldat. Il cantuccio del soldato: Confession tardive. — La manœuvre dominicale. — I due bugiardi. — Billiger Hühnerbraten. — Die Odyssee zweier Hosenbeine. — Fachliteratur. Littérature professionnelle: Planung von Fernmeldeanlagen. — Personalmeldungen. Personnel. Personale.

### Hochfrequenz-Telephonrundspruch.

HF-TR

Anlage St. Gallen—Rorschach—Heerbrugg.

621.395.97

Ueber die Anlage in Bern als erste HF-TR-Ausrüstung der Schweiz ist ausführlich berichtet worden.<sup>1) 2)</sup> Die neuen Ausrüstungen für St. Gallen, Rorschach und unteres Rheintal stehen auf breiterer Grundlage. Hier handelt es sich darum, von zentraler Stelle aus eine ganze Gruppe von Ortschaften mittels hochfrequenter Uebertragung mit 5 Programmen zu versorgen. Während in Bern eine einzige Senderausrüstung genügte, sind hier zur Leitungsverstärkung und zur Speisung örtlich getrennter Teilnehmernetze Breitband- und Kanalverstärker neu hinzugekommen. Je ein Aderpaar der vorhandenen Bezirkskabelanlagen dient als Uebertragungsleitung von Ort zu Ort für die Trägerfrequenzen der 5 Programme. Die Pupinisierung ist weggelassen und der Frequenzgang der Leitung abschnittsweise durch eingefügte Korrektoren linearisiert. Aehnlich den früher beschriebenen Abonnentenkabelleitungen<sup>1)</sup> sind auch die Bezirkskabelleitungen zur Uebertragung von Hochfrequenz nur bedingt geeignet. Die verhältnismässig hohen Kapazitätswerte der Kabel und die dielektrischen Verluste in der Papierisolation bedingen grosse Dämpfungen, die die Einschaltung von Zwischenverstärkern nötig machen und damit die Reichweite von HF-Bezirken begrenzen. Die Beschreibung der Anlage St. Gallen-Rheintal eignet sich gut, ein Bild zu entwerfen über die technische Entwicklung des HF-TR seit 1938. Die Teilnehmereinrichtungen, wie sie erstmals in Bern

<sup>1)</sup> „Technische Mitteilungen“ Nr. 4 1937 und Nr. 4 1938.

<sup>2)</sup> „Journal des Télécommunications“ No. 5 1940.

### Télédiffusion à Haute Fréquence.

TD—HF

Installation St-Gall—Rorschach—Heerbrugg.

621.395.97

La première installation TD-HF en Suisse — celle de Berne — a fait l'objet d'une description détaillée.<sup>1) 2)</sup> Les nouvelles installations pour St-Gall, Rorschach et la vallée du Rhin inférieur ont été réalisées sur une base plus étendue. Il s'agissait ici de transmettre au moyen de hautes fréquences depuis un point central 5 programmes à tout un groupe de localités. Tandis qu'à Berne un seul équipement d'émission suffisait, on a ajouté à l'installation de St-Gall des amplificateurs à large bande et des amplificateurs de voie pour l'amplification des circuits et pour l'alimentation de réseaux d'abonnés séparés les uns des autres. Une paire de conducteurs de chacun des câbles régionaux sert de circuit pour la transmission, d'un endroit à l'autre, des fréquences porteuses des 5 programmes. Le circuit n'est pas pupinisé et sa caractéristique de fréquence est rendue linéaire au moyen de correcteurs insérés dans ses différentes sections. Les circuits des câbles régionaux, tout comme les circuits des câbles d'abonnés décrits antérieurement<sup>1)</sup>, ne se prêtent que sous certaines conditions à la transmission de hautes fréquences. Les valeurs capacitatives relativement grandes des câbles et les pertes diélectriques dues à l'isolation de papier produisent de forts affaiblissements, qui nécessitent l'intercalation de répéteurs intermédiaires et limitent ainsi le rayon d'action régional de la HF. La description de l'installation St-Gall—Vallée du Rhin fournit une bonne occasion d'illustrer le déve-

<sup>1)</sup> „Bulletin technique“ n° 4 de 1937 et n° 4 de 1938.

<sup>2)</sup> „Journal des Télécommunications“ n° 5 de 1940.

ausgeführt wurden, haben dabei keine oder nur geringfügige Änderungen erfahren. Schematisiert hat die Anlage den Aufbau nach Figur 1.

Die 5 tonfrequenten Programme m1 bis m5 modulieren die 5 Hochfrequenz-Sender S, deren Ausgänge parallel geschaltet sind. Der Sender S dient einmal

loppement technique de la télédiffusion à haute fréquence depuis l'année 1938. Les installations d'abonnés, telles qu'elles ont été exécutées une première fois à Berne, n'ont subi que des modifications insignifiantes. Le schéma de l'installation ressort de la fig. 1.

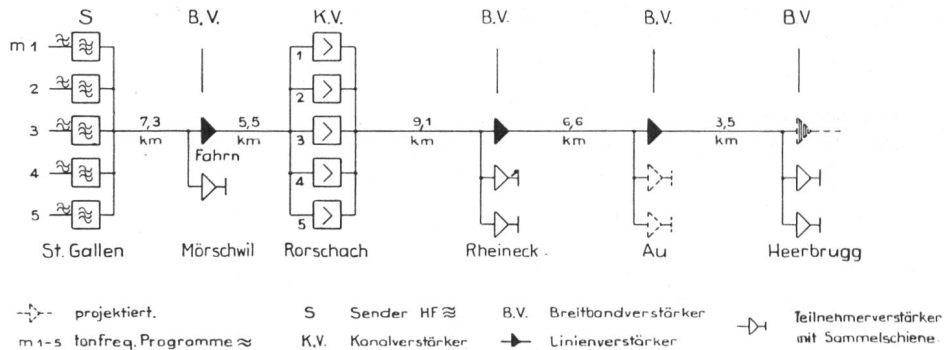


Fig. 1. Aufbau der HF-Anlage.  
 Equipement de l'installation HF.

lokal zur Speisung der Abonnenten der Stadt St. Gallen und weiter zur Speisung der Uebertragungsleitung über Fahrn nach Rorschach. In Fahrn ist ein Breitband-Linienverstärker zwischengeschaltet. An seinem Eingang liegt der Abzweig nach Mörschwil. Im Kanalverstärker in Rorschach werden die modulierten Programme ausgesiebt, einzeln verstärkt und am Ausgang wieder überlagert. Der Kanalverstärker speist die Abonnenten von Rorschach und Umgebung und die Uebertragungsleitung nach Rheineck. In Rheineck, Au und Heerbrugg sind ausschliesslich Breitbandverstärker zur Speisung der Linien und der Teilnehmer-Ortsnetze. Elektrisch erfüllen Kanal- und Breitbandverstärker den gleichen Zweck. Kanalverstärker sind indessen für grössere Leistungen berechnet als Breitbandverstärker. In Figur 1 wird angedeutet, dass für Rheineck, Au und Heerbrugg zur Speisung der Teilnehmernetze ein einzelner Breitbandverstärker nicht genügt. Es können deren zwei bis fünf nebeneinandergeschaltet werden, wobei der einzelne einen Teil der Abonnenten übernimmt. Die Kilometerzahlen bei den Uebertragungsleitungen zeigen, dass die Reichweite eines unverstärkten Abschnittes im Maximum 10 km beträgt. Das Hintereinanderschalten vieler Verstärker beeinträchtigt die Qualität der Programme und setzt der Reichweite eines Bezirksnetzes enge Grenzen. Mit dem Ausbau weiterer Endverstärkerstufen sind der Sender St. Gallen und der Kanalverstärker Rorschach fähig, noch andere Linien nach anderen Richtungen zu speisen, was ermöglicht, im Umkreis von zirka 35 km Radius sämtliche Ortschaften mit HF-TR zu versorgen.

Sender St. Gallen (Typ H 141, Hasler A.-G.).

Wie in Figur 1 angedeutet, besteht die Sendeapparat aus 5 vollständigen, voneinander unabhängigen Sendern, die am Ausgang auf eine gemeinschaftliche Sammelschiene arbeiten. Jedes Programm beansprucht ein individuelles Senderaggregat. Die Aggregate können 1—4 Endstufen enthalten, einmal zur Speisung der örtlichen Teilnehmernetze und dann zur Speisung verschiedener Fernleitungen. Der Sen-

Les 5 programmes à fréquences audibles m1 à m5 sont modulés par les émetteurs à haute fréquence S, dont les sorties sont reliées en parallèle. L'émetteur S sert à alimenter, d'une part, les postes récepteurs des abonnés de la ville de St-Gall et, d'autre part, le circuit de transmission passant par Fahrn et aboutissant à Rorschach. A Fahrn, un amplificateur de ligne à large bande est intercalé. A son entrée est connecté l'embranchement de Mörschwil. A l'amplificateur de voie de Rorschach, les programmes modulés sont filtrés, puis amplifiés chacun séparément et de nouveau superposés à la sortie. L'amplificateur de voie alimente les postes d'abonnés de Rorschach et des environs, ainsi que le circuit de transmission de Rheineck. A Rheineck, Au et Heerbrugg, ce sont exclusivement des amplificateurs à large bande qui alimentent les circuits et les réseaux locaux des abonnés. Au point de vue électrique, les amplificateurs de voie et les amplificateurs à large bande remplissent le même but. Toutefois, les amplificateurs de voie sont calculés pour de plus grandes puissances que les amplificateurs à large bande. La figure 1 montre que pour Rheineck, Au et Heerbrugg, un seul amplificateur à large bande ne suffit pas pour l'alimentation des réseaux d'abonnés. On peut en intercaler 2 à 5 en parallèle, chacun d'eux desservant un certain nombre d'abonnés. Il ressort des chiffres kilométriques inscrits près de chaque circuit de transmission que le rayon d'action d'un secteur non amplifié est au maximum de 10 km. La connexion en série d'un grand nombre d'amplificateurs influence défavorablement la qualité des programmes et elle limite sensiblement le rayon d'un réseau régional. Après la mise en service d'autres étages d'amplificateurs terminaux, l'émetteur de St-Gall et l'amplificateur de voie de Rorschach sont à même d'alimenter encore d'autres circuits dans d'autres directions, ce qui permet d'installer la TD-HF dans toutes les localités situées dans un rayon d'environ 35 km.

Emetteur de St-Gall (type H 141 Hasler S. A.).

Comme on le voit sur la fig. 1, le dispositif d'émission est constitué par 5 émetteurs complets indépen-

der St. Gallen besitzt im gegenwärtigen Ausbau zwei Endstufen pro Programm. Figur 2 zeigt die Gruppierung der wichtigsten Bestandteile eines einzelnen Programmsenders.

Das schweizerische Rundspruch-Hauptnetz verbindet mit einer genügenden Zahl sogenannter Musikleitungen die Studios, die Landessender, die Verstärkerämter und die wichtigsten Telephonzentren unter sich. Das gut ausgebaute Musikleitungsnetz vermittelt im Falle St. Gallen die tonfrequenten Programme über die Rundspruchverstärker des Ver-

dants les uns des autres et qui, à leur sortie, sont reliés à une barre collectrice commune. Chaque programme possède un groupe émetteur individuel. Ces groupes peuvent contenir de 1 à 4 étages terminaux, d'une part pour l'alimentation des réseaux d'abonnés locaux et, d'autre part, pour l'alimentation de différents circuits interurbains. Dans son état de construction actuel, l'émetteur de St-Gall contient 2 étages terminaux par programme. La figure 2 montre le groupement des parties les plus importantes d'un émetteur de programme.

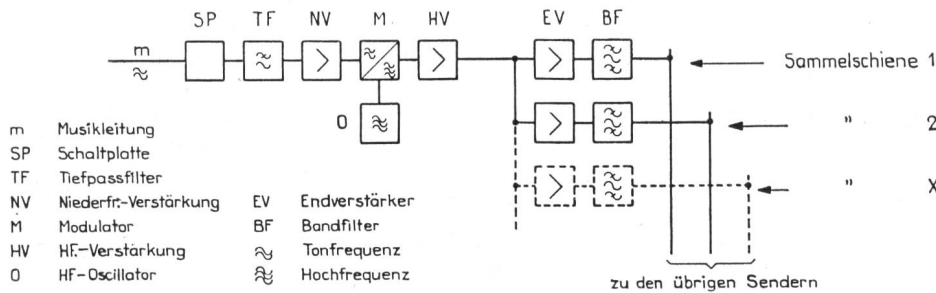


Fig. 2. Gruppierung eines einzelnen Programm-Senders.  
Groupement d'un émetteur de programme.

stärkeramtes St. Gallen auf den HF-TR und auf den tonfrequenten TR. Diese Zubringerleitungen endigen auf der Schaltplatte. Die Programme können hier durchverbunden, abgeschaltet oder vertauscht werden. Das folgende Tiefpassfilter schneidet die Frequenzen ab, die über 20 kHz liegen. Das reine Programm geht über ein Regulierpotentiometer auf das Gitter der Niederfrequenzverstärkerstufe und durch C-R-Kopplung in den Modulator. Letzterer erhält vom internen HF-Oszillator die Trägerspannung für das betreffende Programm. Die Modulation des Trägers erfolgt durch Gittermodulation. Der Ausgang des Modulators führt über ein Potentiometer zur Regulierung der Hochfrequenz und anschliessend auf die HF-Vorverstärkung. Der Ausgang der Hochfrequenzverstärkung ist so dimensioniert, dass 1 bis 4 Endverstärker pro Programm angeschlossen werden können. Die folgenden Bandfilter liegen vor der Sammelschiene. Die Filter verhindern zur Hauptsache den Eintritt der übrigen modulierten Programme rückwärts in die betreffende Endstufe, ermöglichen dadurch die Parallelschaltung der Programme und verschaffen die erforderliche Nebensprechfreiheit unter den einzelnen Programmen. Modulator mit Nieder- und Hochfrequenzverstärkung einerseits und die Endstufen andererseits haben pro Programm separate Speisegleichrichter. Diese Massnahme bietet Gewähr, dass bei Störungen nur selten die ganze TR-Ausrüstung ausser Betrieb fällt. Eine Alarmeinrichtung zeigt im Amt jede Art von Störung an. Der Alarm wird auch ausgelöst, wenn die Trägerspannung unter 50% ihres Sollwertes sinkt.

Eine Bucht eingebauter Messgeräte vervollständigt das Sendergestell. Mit dem linearen Messgleichrichter, dem Kathodenstrahloszillographen, dem Kontrolllautsprecher, dem Klirrfaktormesser und einem Millivolt- und Ampèremeter lässt sich der Unterhalt des Senders zweckmässig ausführen. Die Messbucht wird später vervollständigt mit einem Präzisions-Frequenzmesser für die Träger.

Le réseau radiophonique principal de la Suisse relie entre eux au moyen d'un nombre suffisant de circuits dits musicaux les studios, les émetteurs nationaux, les stations de répéteurs et les centres téléphoniques les plus importants. A St-Gall, le réseau bien développé des circuits musicaux transmet les programmes à fréquences audibles par les amplificateurs radiophoniques de la station de répéteurs de St-Gall à la TD-HF et à la TD à fréquences audibles. Ces circuits d'apport aboutissent au tableau de distribution. Ici, les programmes peuvent être connectés, déconnectés ou intervertis. Le filtre passe-bas coupe les fréquences supérieures à 20 kHz. Le programme net passe par un potentiomètre de réglage pour aboutir à la grille de l'étage d'amplification à basse fréquence et par le couplage C-R au modulateur. Ce dernier reçoit de l'oscillateur HF interne la fréquence porteuse du programme en cause. La modulation de la tension de la fréquence porteuse a lieu par la modulation de grille. La sortie du modulateur passe par un potentiomètre de réglage de la haute fréquence, puis à la préamplification HF. La sortie de l'amplification HF est dimensionnée de façon qu'on puisse y relier 1 à 4 amplificateurs terminaux par programme. Les filtres passe-bande sont placés avant tout le passage rétrograde des autres programmes modulés dans l'étage terminal respectif; ils permettent ainsi de connecter les programmes en parallèle et d'obtenir que les programmes soient exempts de diaphonie. Le modulateur à amplification à basse et à haute fréquence d'une part, et les étages terminaux d'autre part, ont des redresseurs du courant d'alimentation séparés pour chaque programme. Par cette mesure, on obtient qu'en cas de dérangements l'équipement total de la TD ne soit que rarement mis hors service. Une installation d'alarme signale à l'office chaque genre de dérangement. L'alarme est également déclenchée lorsque la tension de la fréquence porteuse tombe au-dessous de 50% de sa valeur théorique.

Die 5 Trägerfrequenzen liegen im Langwellenbereich so, dass beim Teilnehmer ein handelsüblicher Radioapparat für den TR-Empfang geeignet ist. Wie für alle derzeitigen Radiosender werden nebst dem Träger beide Seitenbänder übertragen. Der Sender ist so bemessen, dass der Klirrfaktor bei 80% Aussteuerung kleiner ist als 4%. Die Sender sind auf folgende Frequenzen eingestellt:

Programm 1	. . . . .	175 kHz
„ 2	. . . . .	208 „
„ 3	. . . . .	241 „
„ 4	. . . . .	274 „
„ 5	. . . . .	307 „

Im Unterschied zu Bern sind in St. Gallen die Frequenzabstände zwischen benachbarten Sendern einheitlich zu 33 kHz gewählt worden. Die Neigung zu Interferenzpfeifen, hervorgerufen durch die Wechselwirkung aller Grundwellen mit allen ihren Harmonischen, wird auf diese Weise mit Leichtigkeit eliminiert. Viele Frequenzen bringt man so zur Deckung, und das ganze Wellenspektrum wird übersichtlicher und einfacher. Voraussetzung ist, dass die Trägerfrequenzen nicht mehr als zirka 100 p/s von ihrer Soll-einstellung abweichen. Die Lage der Trägerfrequenzen muss daher periodisch überprüft und wenn nötig reguliert werden.

Welche Qualität am fertigen Sender St. Gallen erreicht wurde, zeigen die nachfolgenden Zusammenstellungen der Messwerte über Frequenzgang, Nebensprechen, Klirrfaktor und Geräuschpegel.

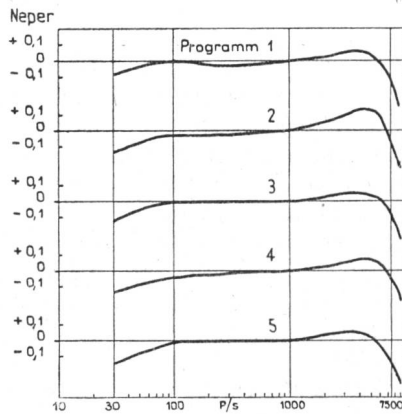


Fig. 3. Frequenzgang der Programme 1 bis 5 bei 55% Modulation, bezogen auf 1000 Hz.

Caractéristique des fréquences des programmes 1 à 5 pour une modulation de 55 %, rapportée à 1000 Hz.

*Nebensprechen der Programme in Neperwerten.*

Tabelle 1.

Störsender mit 1000 Hz 80 % mod.	Gemessener Wert auf Programm				
	1	2	3	4	5
1	—	8,3	8,5	8,5	8,5
2	8,3	—	8,5	8,8	8,3
3	7,8	7,6	—	8,8	8,5
4	8,1	8,3	8,8	—	8,8
5	8,3	8,3	8,3	8,1	—

Une baie contenant des appareils de mesure complète le bâti de l'émetteur. L'entretien de l'émetteur se fait à l'aide d'un redresseur de précision à large bande, d'un oscillographe cathodique, d'un haut-parleur de contrôle, d'un appareil de mesure du coefficient de distorsion et d'un millivolt- et milliampèremètre. Plus tard, la baie des appareils de mesure sera complétée par un fréquencesmètre de précision pour mesurer les fréquences porteuses.

Les cinq fréquences porteuses sont disposées de telle manière dans la bande des longues ondes qu'un appareil radio-récepteur ordinaire puisse être utilisé pour la réception des programmes de la TD. Comme c'est le cas pour tous les émetteurs radiophoniques actuels, les deux bandes latérales de modulation sont transmises en plus de la fréquence porteuse. L'émetteur est calculé de façon que le coefficient de distorsion soit inférieur à 4% pour une modulation de 80%. Les émetteurs sont réglés pour les fréquences suivantes:

programme 1	. . . . .	175 kHz
„ 2	. . . . .	208 „
„ 3	. . . . .	241 „
„ 4	. . . . .	274 „
„ 5	. . . . .	307 „

La différence avec Berne consiste en ce que les écarts entre les fréquences des émetteurs voisins ont été fixés uniformément à 33 kHz. La tendance au sifflement interférentiel provoqué par l'effet réciproque de toutes les ondes fondamentales avec tous leurs harmoniques est ainsi facilement éliminée. De la sorte, on arrive à couvrir un grand nombre de fréquences et à obtenir plus de clarté et plus de simplicité dans tout le spectre des fréquences, ceci à la condition que les fréquences porteuses ne varient pas de plus de 100 p/s environ de leur valeur théorique. C'est pourquoi on doit vérifier périodiquement la position des fréquences porteuses et les régler le cas échéant.

Les tableaux suivants des valeurs de la caractéristique des fréquences, de la diaphonie, du coefficient de distorsion et du niveau de bruit montrent la qualité obtenue à l'émetteur de St-Gall en état d'exploitation.

*Diaphonie des programmes en népers*

Tableau 1.

Emetteur de bruit d'une fréq. de 1000 Hz mod. à 80%	Valeur mesurée sur le programme				
	1	2	3	4	5
1	—	8,3	8,5	8,5	8,5
2	8,3	—	8,5	8,8	8,3
3	7,8	7,6	—	8,8	8,5
4	8,1	8,3	8,8	—	8,8
5	8,3	8,3	8,3	8,1	—

*Niveau de bruit en népers pour un degré de modulation de 70% d'une fréquence de 1000 Hz.*

Tableau 2.

Programme	1	2	3	4	5
Niveau de bruit	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8

Geräuschpegel in Neper bezogen auf 70%  
Modulationsgrad und 1000 Hz

Tabelle 2.

Programm:	1	2	3	4	5
Geräuschpegel:	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8

Klirrfaktor für den Ton 400 p/s bei verschiedener  
Aussteuerung.

Tabelle 3.

Programm	Modulationsgrad			
	20 %	40 %	60 %	80 %
1	0,9	0,7	1,0	2,5%
2	1,2	1,4	2,3	3,4 ,,
3	2,2	2,2	2,4	3,8 ,,
4	1,4	3,0	3,0	4,0 ,,
5	1,2	0,9	1,2	3,0 ,,

Coefficient de distorsion pour le son de 400 p/s à  
plusieurs degrés de modulation.

Tableau 3.

Programme	Degré de modulation			
	20 %	40 %	60 %	80 %
1	0,9	0,7	1,0	2,5%
2	1,2	1,4	2,3	3,4 ,,
3	2,2	2,2	2,4	3,8 ,,
4	1,4	3,0	3,0	4,0 ,,
5	1,2	0,9	1,2	3,0 ,,

La figure 4 montre le schéma de principe et les  
connexions essentielles du système HF. Les installa-  
tions d'abonnés ne sont qu'esquissées et le schéma  
de l'émetteur montre les dispositions prévues pour  
l'alimentation des circuits d'abonnés et des circuits  
interurbains. Comparativement à l'installation de

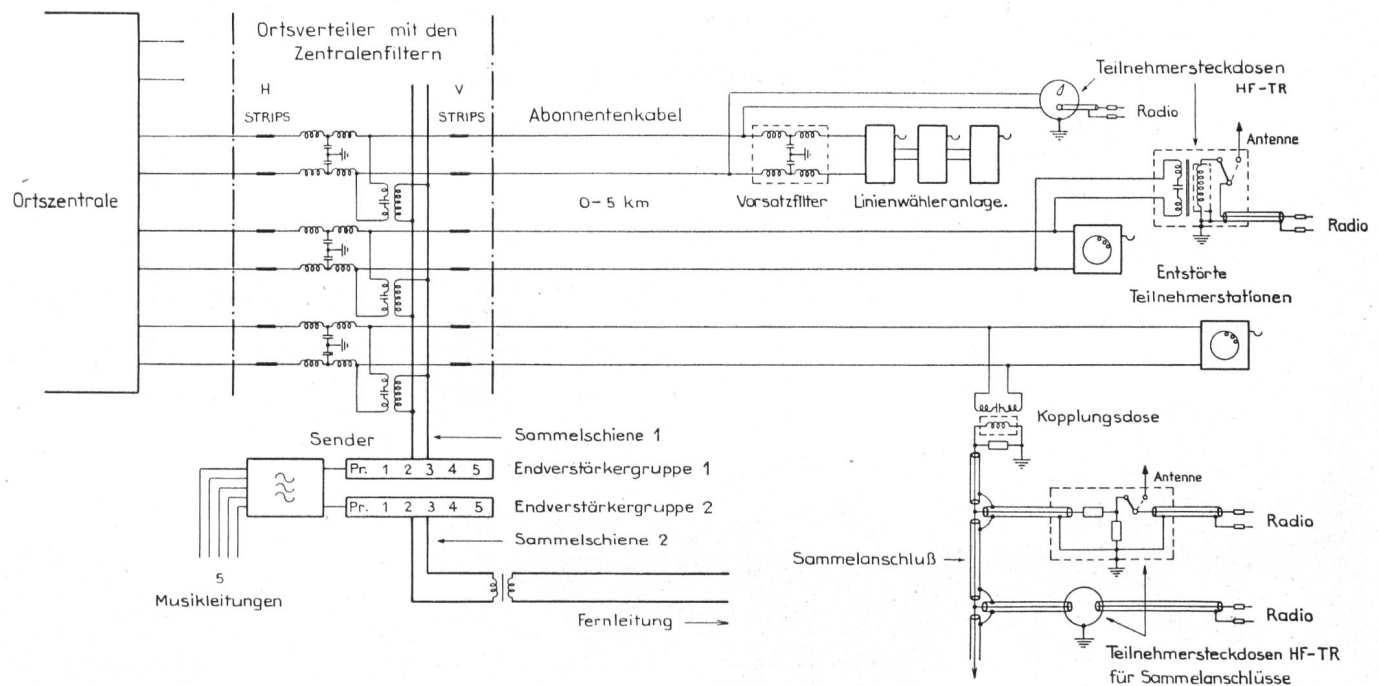


Fig. 4. Prinzipschaltung des HF-TR.  
Schéma de principe de la TD-HF.

Figur 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau und die  
hauptsächlichen Schaltungen des HF-Systems: Die  
Teilnehmereinrichtungen sind dabei kurz skizziert  
und der Sender zeigt die Anordnungen für Abonen-  
ten- und Fernleitungsspeisung. Gegenüber der An-  
lage Bern sind einzig Änderungen im Ortsverteiler  
erfolgt. Während in Bern zur Aufnahme der soge-  
nannten Zentralenfilter mit den zugehörigen Ankop-  
pelungstransformatoren ein separates Gestell gebaut  
wurde, in welchem 2000 Filter montiert und von  
dort zu den Spezialstrips im Ortsverteiler verkabelt  
sind, wurden in St. Gallen erstmals Filterpakete zu  
20 Einheiten gebaut und direkt in den Ortsverteiler  
verlegt. Dadurch erübrigt sich die teure Kablierung  
und vereinfacht sich die Installation ganz wesentlich.  
Für diese Montage ist Bedingung, dass im Orts-  
verteiler ganze Reihen frei sind, um auf der Unter-

Berne, des modifications n'existent qu'au répartiteur  
local. Tandis qu'à Berne un bâti spécial a été cons-  
truit pour les filtres du central et les transformateurs  
de couplage, bâti dans lequel 2000 filtres ont été  
montés et câblés jusqu'aux strips spéciaux du répar-  
titeur local, on a installé à St-Gall pour la première  
fois des blocs de filtres de 20 unités et on les a montés  
directement dans le répartiteur local. Le câblage  
très cher est ainsi devenu superflu, et l'installation  
s'en trouve considérablement simplifiée, ceci à la  
condition que des rangées entières soient libres au  
répartiteur local pour permettre le montage des blocs  
à la partie inférieure des panneaux et en lieu et place  
des strips horizontaux. Dans le réseau de St-Gall,  
cette condition se trouvait remplie. A Coire par  
exemple, une disposition de ce genre n'est pas pos-  
sible, vu que tous les panneaux sont occupés par des

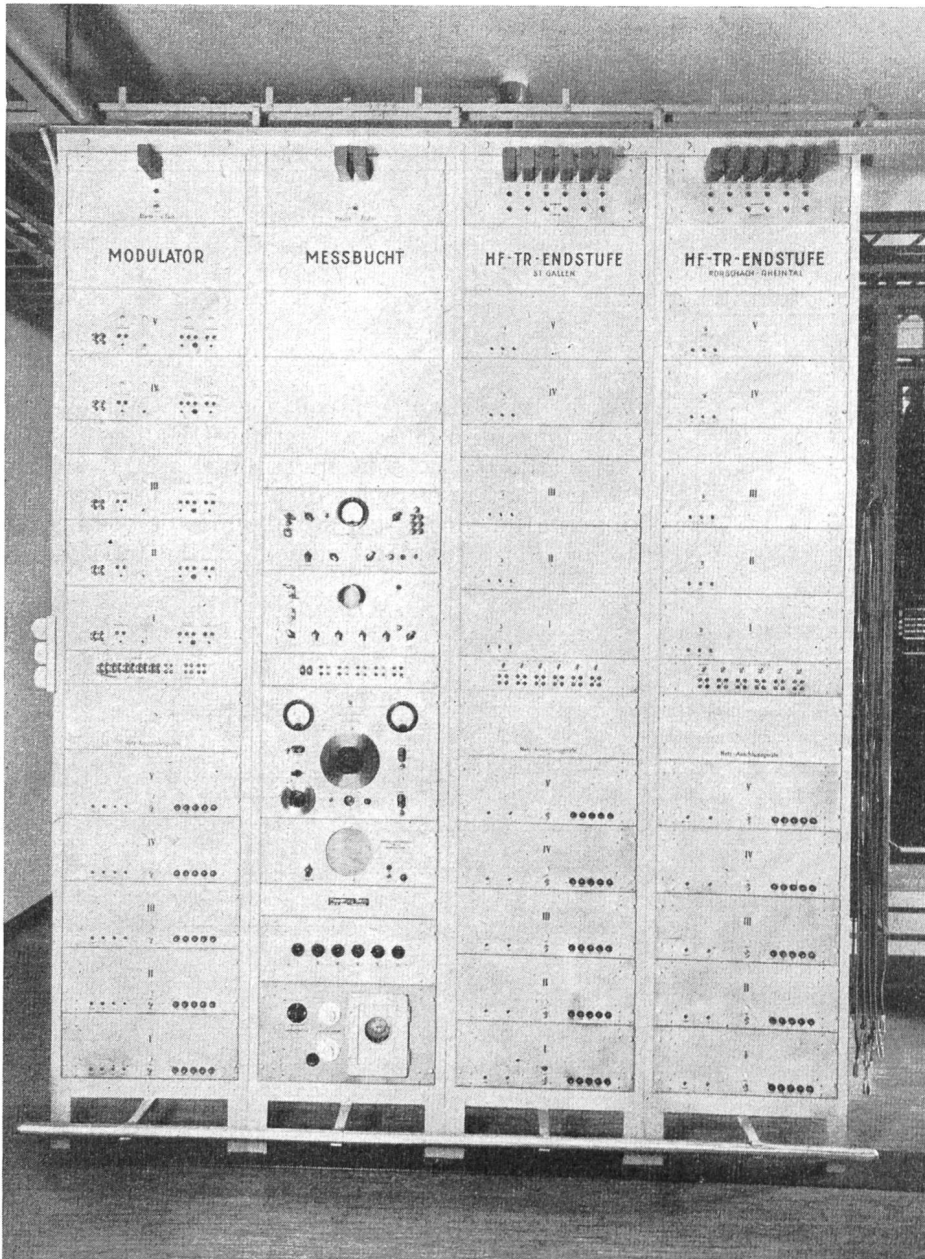


Bild 1.  
Sender St. Gallen.

Photographie 1.  
Emetteur de St-Gall.

seite der Felder und an Stelle der horizontalen Strips die Pakete montieren zu können. Im Netz St. Gallen war diese Voraussetzung erfüllt. In Chur z. B. ist aber diese Anordnung nicht möglich, da alle Felder durch Verteilerblöcke oder für irgendeinen anderen Zweck schon belegt sind. Für Chur ist daher eine andere Anordnung getroffen worden. Dort werden flache 50er Pakete montiert, die über 5 Felder reichen, wobei auf jedes Feld von 20 Telephonabonnenten 10 HF-Anschlüsse entfallen, die mit zusätzlichen Lötösenstreifen auf die vorhandenen Teilnehmerstrips aufmontiert werden (siehe Bilder Nr. 1, 2, 3, 4).

Je nach der Länge der Teilnehmerleitungen für die einzelnen Telephon- und TR-Abonnenten werden die HF-Spannungen dosiert. Je grösser die Kabeldämpfung ist, um so grösser muss die abgehende Spannung im Ortsverteiler sein, damit bei jedem Teilnehmer die Nutzspannung beim Eintritt in den

blocs de distribution ou dans un autre but quelconque. En conséquence, on a dû prendre d'autres dispositions à Coire. On y a monté des blocs plats

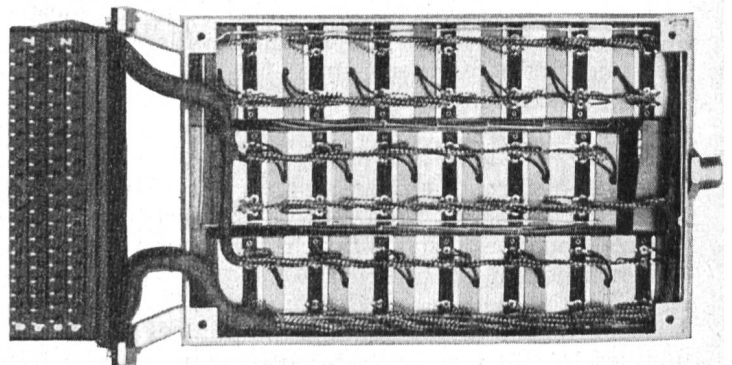


Bild 2. Zentralenfilterkasten (geöffnet).  
Photographie 2. Boîte des filtres du central (ouverte).

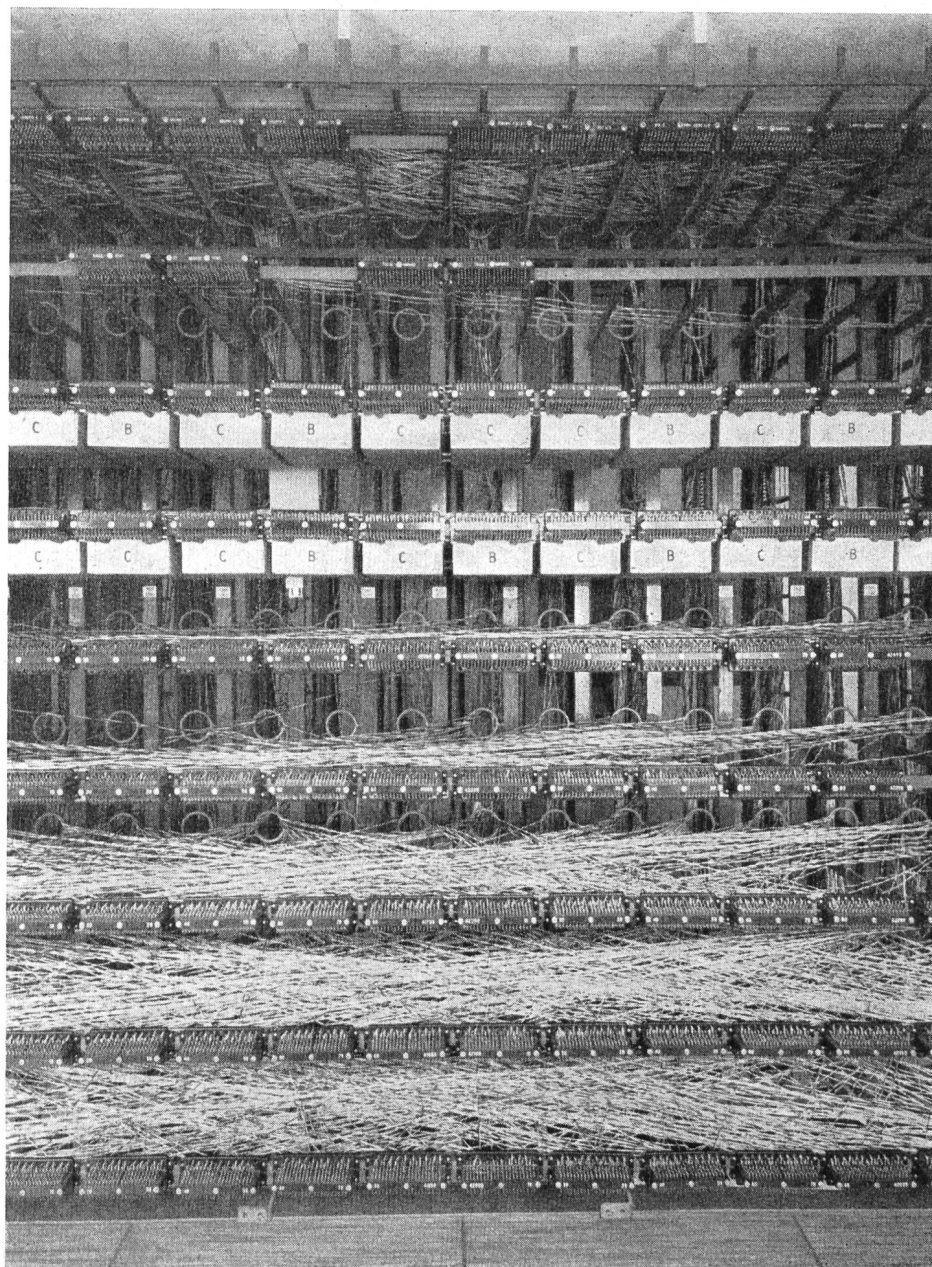


Bild 4.  
Hauptverteiler Rorschach mit zwei  
Reihen Filterkasten (800 Anschlüsse).

Photographie 4.  
Répartiteur principal de Rorschach  
avec deux rangées de boîtes de filtres  
(800 raccordements).

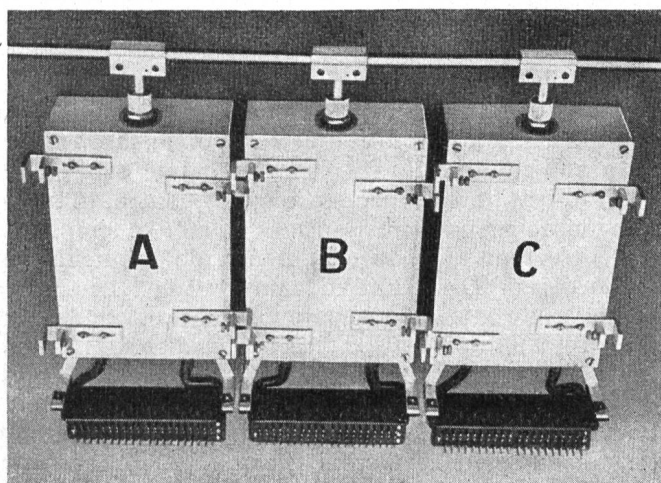


Bild 3. Filterkasten mit HF-Anschluss (von hinten).  
Photographie 3. Boîte de filtres avec raccordement HF (vue  
de derrière).

à 50 unités qui sont disposés sur 5 panneaux, et où chaque panneau de 20 abonnés au téléphone contient 10 raccordements HF montés avec des séries d'œillets supplémentaires sur les strips existants des abonnés (voir photographies 1, 2, 3 et 4).

Les tensions de la HF sont dosées suivant la longueur des circuits des abonnés au téléphone et à la TD. Plus l'effet d'amortissement du câble est grand, plus la tension de départ doit être augmentée au répartiteur local, afin que la tension utile se trouve dans les limites de 5 à 20 millivolts à l'entrée de l'appareil radio de chaque abonné. On réalise ce résultat par l'adoption de différents rapports de translation des transformateurs de couplage dans les blocs des filtres du central, disposés en types A, B, C et D. La répartition est telle, à St-Gall, que sur 1800 unités de filtres disponibles, 100 unités sont du type A pour les longs circuits, 1000 unités du type B pour les circuits de longueur moyenne, 660 unités du type C

Radioempfänger innerhalb der Grenzen von 5 bis 20 Millivolt liegt. Man erreicht dies durch verschieden bemessene Uebersetzungsverhältnisse der Ankopplungstransformatoren in den Zentralenfilterpaketen, die in A-, B-, C- und D-Typen geordnet sind. Die Aufteilung für St. Gallen ist so, dass von den total 1800 Filtereinheiten 100 Stück vom Typ A für lange Leitungen, 1000 Stück vom Typ B für mittlere Leitungen, 660 Stück vom Typ C für kurze Leitungen und 40 Stück vom Typ D für Anschlüsse für die nächste Umgebung vom Sender vorhanden sind. Die Uebersetzungen der Transformatoren von Seite Sammelschiene zu Leitung betragen:

- Typ A — 1 : 0,4 mit Eingangswiderstand grösser als 600 Ohm;  
 Typ B — 1 : 0,2 mit Eingangswiderstand grösser als 1200 Ohm;  
 Typ C — 1 : 0,1 mit Eingangswiderstand grösser als 1800 Ohm;  
 Typ D — 1 : 0,05 mit Eingangswiderstand grösser als 2400 Ohm.

Die unmodulierten HF-Trägerspannungen am Ausgang der Teilnehmerleitungen im Amte betragen:

Für Programm:	1	2	3	4	5	
Für Filter A	240	280	320	360	380	Millivolt
„ „ B	120	140	160	180	190	„
„ „ C	60	70	80	90	95	„
„ „ D	30	35	40	45	47	„

Die maximale Teilnehmerzahl, der gegebene Schlüssel für die Aufteilung auf die verschiedenen Filtertypen und die geforderten Spannungsverhältnisse an den Filterausgängen zu den Leitungen bestimmen so eindeutig die Leistung für die Endverstärkergruppe 1 und damit für die Sammelschiene 1 des Stadtnetzes. Wie aus Figur 4 hervorgeht, ist für die Speisung der Leitung nach Rorschach eine separate Endverstärkergruppe vorhanden, deren Sammelschiene 2 an die Leitungsimpedanz von 150 Ohm angepasst ist und folgende Spannungen liefert:

Programm	1	2	3	4	5	
Ausgangsspannung	12	14	16	18	19	Volt

Die Ausgangsspannungen sind hier möglichst hoch gewählt, um am Ende der Leitung mit dem Nutzpegel hoch über dem Störpegel der Leitung zu liegen und verhältnismässig lange Leitungen versorgen zu können. Um die grössere Dämpfung der oberen Programmträger zu berücksichtigen, sind die Spannungen mit zunehmender Frequenz ansteigend.

#### Kanalverstärker Rorschach (Typ H 180 Hasler A. G.)

Nach Figur 5 werden im Kanalverstärker die modulierten Träger der Programme 1—5 einzeln verstärkt und am Ausgang wieder zusammengelegt. Der Aufwand an Bandfiltern und Verstärkerstufen wird dadurch gröss, dafür die Uebertragung grösserer Leistung vereinfacht. Der Entzerrer E egalisiert das Frequenzband, und die Dämpfung D reguliert den Eingangspegel. Die Eingangsbandfilter trennen die einzelnen Programme und bereiten die Einzelverstärkung vor. Die Endverstärker bzw. die Endverstärkergruppen haben den gleichen Aufbau wie im

pour les courts circuits et 40 unités du type D pour les raccords situés à proximité de l'émetteur. Le rapport du transformateur entre la barre collectrice et les circuits est de

- type A 1 : 0,4 avec résistance d'entrée supérieure à 600 ohms;  
 type B 1 : 0,2 avec résistance d'entrée supérieure à 1200 ohms;  
 type C 1 : 0,1 avec résistance d'entrée supérieure à 1800 ohms;  
 type D 1 : 0,05 avec résistance d'entrée supérieure à 2400 ohms.

Les tensions porteuses HF non modulées sont les suivantes à la sortie des circuits d'abonnés du central:

Pour le programme	1	2	3	4	5	
Pour le filtre A	240	280	320	360	380	millivolts
do. B	120	140	160	180	190	„
do. C	60	70	80	90	95	„
do. D	30	35	40	45	47	„

Le nombre maximum des abonnés, le barème adopté pour la répartition sur les différents types de filtres et les conditions de tension exigées aux sorties des filtres côté circuits déterminent ainsi la puissance à donner au groupe 1 des amplificateurs terminaux et à la barre collectrice 1 du réseau urbain. Comme il ressort de la figure 4, un groupe spécial d'amplificateurs terminaux a été prévu pour l'alimentation du circuit de Rorschach, groupe dont la barre collectrice 2 est adaptée à une impédance de circuit de 150 ohms et qui fournit les tensions suivantes:

Programme	1	2	3	4	5	
Tension de sortie	12	14	16	18	19	volts

Les tensions de sortie ont été choisies aussi fortes que possible, afin qu'à l'extrémité de la ligne le niveau utile soit situé bien au-dessus du niveau de bruit de la ligne et qu'on puisse desservir des circuits relativement longs. Pour tenir compte de ce que les fréquences porteuses supérieures sont amorties à un plus haut degré, les tensions ont été augmentées en proportion du nombre des fréquences.

#### Amplificateur de voie de Rorschach (type H 180 Hasler S. A.).

Selon la fig. 5, les porteurs modulés des programmes 1 à 5 sont amplifiés isolément par l'amplificateur de voie et de nouveau réunis à la sortie. De ce fait, un grand nombre de filtres passe-bande et d'étages d'amplification sont nécessaires; par contre, la transmission de grandes puissances s'en trouve simplifiée. Le correcteur E égalise la bande de fréquence, et l'amortisseur D règle le niveau d'entrée. Les filtres passe-bande d'entrée séparent les programmes et préparent l'amplification de chacun d'eux. Les amplificateurs terminaux, soit les groupes d'amplification terminaux, sont montés comme ceux de l'émetteur de St-Gall. Le premier groupe d'amplificateurs terminaux peut alimenter jusqu'à 2000 raccords. Le deuxième groupe sert à alimenter le circuit de Rheineck. Le bâti est prêt à recevoir d'autres groupes d'amplificateurs terminaux. Il y aura nécessité d'extension lorsqu'on devra alimenter d'autres

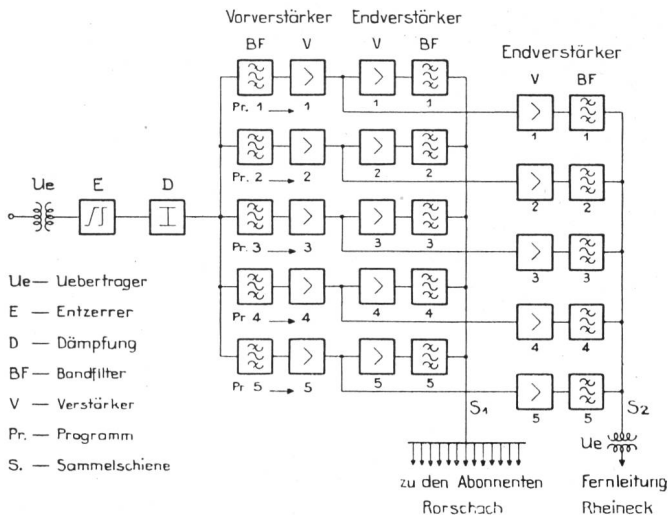


Fig. 5. Kanalverstärker Rorschach.  
Amplificateur de voie à Rorschach.

Sender St. Gallen. Die erste Endverstärkergruppe kann bis 2000 Anschlüsse speisen. Die zweite Gruppe dient zur Speisung der Fernleitung nach Rheineck. Das Gestell ist zur Aufnahme weiterer Endverstärkergruppen vorbereitet. Die Notwendigkeit zum Ausbau wird sich dann einstellen, wenn weitere Fernleitungen nach anderen Richtungen gespeisen werden sollen. Der allgemeine Aufbau des Kanalverstärkers Rorschach hat Ähnlichkeit mit dem Sendergestell St. Gallen. Die Messeinrichtungen sind hier nicht im Gestell montiert, sondern tragbar gebaut, um für Unterhaltszwecke in der ganzen HF-Netzgruppe verwendet werden zu können.

Die kleinsten Eingangsspannungen pro Träger, bei denen der Kanalverstärker noch voll ausgereizt werden kann, betragen 10 mVolt. Durch die Zwischenschaltung eines Linien-Breitbandverstärkers in Fahrn (Mörschwil) wird die Eingangsspannung bei normalem Betrieb grösser gehalten. Im Falle von Störungen, wo der erwähnte Linienverstärker ausfallen sollte und automatisch überbrückt wird, ist mit 35 mVolt zu rechnen. Durch Vorschaltung einer Dämpfung betragen im normalen Betrieb die Eingangsspannungen ebenfalls 35 mVolt. Sender St. Gallen und Kanalverstärker Rorschach zusammen sind so gebaut, dass der resultierende Klirrfaktor bei 80% Aussteuerung für die Grundfrequenz 400 p/s für alle Programme kleiner ist als 5%. Der Geräuschpegel liegt tiefer als 7 Neper. Das Uebersprechen der Programme für die Anlage St. Gallen-Fahrn-Rorschach (Rorschach inkl.) ergibt grössere Werte als 7,0 Neper. Der Frequenzgang dieser Gesamtanlage zeigt für alle Programme von 35 bis 7000 p/s kleinere Abweichungen als  $\pm 0,25$  Neper gegenüber der Bezugsfrequenz von 1000 p/s.

#### Breitbandverstärker (Typ H 198 Hasler A.G.).

Hier gehen alle Programme durch ein und denselben Verstärker. Wie aus Figur 1 ersichtlich ist, können zudem die Eingänge mehrerer Breitbandverstärker parallel liegen. Die Parallelschaltung der Eingänge erfolgt über die sogenannte HF-Platte (Figur 6). Die HF-Platte enthält einen abgeschirmten Eingangsübertrager, zwei Linien-Entzerrerein-

circuits interurbains dans d'autres directions. Le montage général de l'amplificateur de voie de Rorschach ressemble au bâti de l'émetteur de St-Gall. A Rorschach, les appareils de mesure ne sont pas montés dans le bâti; ils sont mobiles, afin de pouvoir être utilisés dans tout le groupe HF du réseau dans des buts d'entretien et d'installation.

Les tensions d'entrée les plus petites des fréquences porteuses que l'amplificateur de voie parvient encore à moduler complètement sont de 10 millivolts. En intercalant un amplificateur de ligne à large bande à Fahrn (Mörschwil), on obtient une plus forte tension d'entrée en exploitation normale. En cas de dérangements où ledit amplificateur de ligne devrait faire défaut et serait automatiquement ponté, on peut encore compter avec une tension d'entrée de 35 millivolts. Si l'on ajoute un affaiblisseur, les tensions d'entrée sont également d'environ 35 millivolts en exploitation normale. L'émetteur de St-Gall et l'amplificateur de voie de Rorschach sont, dans leur ensemble, construits de telle façon qu'en cas d'une modulation de 80% de la fréquence fondamentale de 400 p/s, le coefficient de distorsion qui en résulte soit inférieur à 5% pour tous les programmes. Le niveau de bruit est inférieur à 7 népers. La diaphonie des programmes donne des valeurs supérieures à 7 népers pour l'installation St-Gall—Fahrn—Rorschach (Rorschach inclusivement). La caractéristique des fréquences de toute cette installation accuse pour tous les programmes de 35 à 7000 p/s des déviations inférieures à  $\pm 0,25$  néper par rapport à la fréquence équivalente de 1000 p/s.

#### Amplificateur à large bande (type H 198 Hasler S. A.).

Ici, tous les programmes passent par le même amplificateur. Comme il ressort de la figure 1, on peut même relier en parallèle les entrées de plusieurs amplificateurs à large bande. La connexion en parallèle a lieu par la plaque HF (figure 6). La plaque HF renferme un translateur d'entrée blindé, deux unités de correcteurs de distorsion de ligne à 1,0 ou 0,5 néper, un filtre passe-bande laissant passer les fréquences de 165 à 350 kHz et une résistance terminale interchangeable R. Les correcteurs de distorsion de ligne corrigent continuellement et de façon linéaire la gamme des fréquences de 165 à 350 kHz. L'amortissement produit au passage par le filtre passe-bande est inférieur ou égal à 0,1 néper. La valeur de R est choisie selon le nombre des amplificateurs à large bande à connecter en parallèle. Elle est calculée de telle façon que l'impédance terminale du filtre passe-bande qui en résulte soit de 150 ohms.

Nos amplificateurs à large bande sont, en principe, des amplificateurs apériodiques à 4 étages avec couplage C-R. Ils diffèrent des amplificateurs ordinaires uniquement dans ce sens que, par des moyens spéciaux, ils travaillent de façon linéaire sur une large bande de fréquences. C'est ainsi seulement qu'il est possible d'utiliser la puissance totale des amplificateurs sans que la transmission simultanée de plusieurs programmes soit rendue problématique à cause des effets de diaphonie. Les perturbations causées par la diaphonie sont d'un autre genre que dans la

heiten zu 1,0 oder 0,5 Neper, ein Bandfilter für den Durchlassbereich 165 bis 350 kHz und einen auswechselbaren Abschlusswiderstand R. Die Linienentzerrer korrigieren kontinuierlich und linear von 165 bis 350 kHz. Die Durchlassdämpfung des Bandfilters ist kleiner oder gleich 0,1 Neper. Die Grösse von R richtet sich nach der Zahl der parallel zu schaltenden Breitbandverstärker. R wird so bemessen, dass die resultierende Abschlussimpedanz des Bandfilters 150 Ohm beträgt.

téléphonie par courants porteurs, où une bande latérale seule est transmise par canal. Pour les amplificateurs à large bande employés ici, il importe que le coefficient de distorsion soit de l'ordre d'environ 0,02%, si la valeur de diaphonie pour les grandes profondeurs de modulation et pour l'énergie totale ne doit pas dépasser 7,5 népers. Le mesurage de si petites valeurs d'harmoniques ne peut être effectué par les moyens usuels. C'est pourquoi l'on ne juge pas d'après le coefficient de distorsion si l'amplifi-

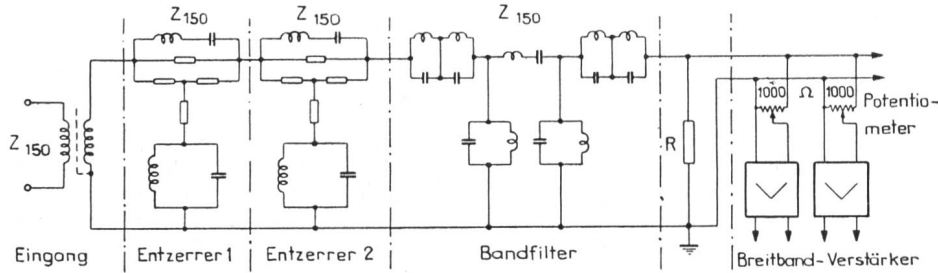


Fig. 6. HF-Platte zu Breitbandverstärker.  
Plaque HF pour amplificateur à large bande.

Unsere Breitbandverstärker sind im Prinzip vierstufige, aperiodische Verstärker mit C-R-Kopplung. Sie unterscheiden sich von gewöhnlichen Verstärkern nur dadurch, dass sie über ein weites Frequenzband durch spezielle Mittel linearisiert sind. Nur so wird es möglich, die Verstärker in ihrer Leistung voll auszunutzen, ohne dass durch Nebensprechen die gleichzeitige Uebertragung mehrerer Programme in Frage gestellt wird. Die Störungen durch Nebensprechen sind hier anderer Art als z. B. bei der Trägertelephonie, wo pro Kanal nur ein Seitenband übertragen wird. Für Breitbandverstärker vorliegender Verwendung ist nötig, dass der Klirrfaktor in der Grösse von zirka 0,02% liegt, wenn der Nebensprechwert für grosse Modulationstiefen und volle Aussteuerung 7,5 Neper nicht unterschreiten soll. Die Messung so kleiner Beträge an Harmonischen ist mit den üblichen Mitteln nicht möglich. Die Güte des Breitbandverstärkers zur Uebertragung mehrerer modulierter Träger bewertet man daher nicht nach dem Klirrfaktor, sondern nach dem daraus entstehenden Nebensprechen.<sup>3)</sup>

Die Nichtlinearitäten von Verstärkern entstehen u. a. durch die Krümmung der Arbeitskennlinien der Verstärkeröhren. Wären die Kennlinien gerade, so würden sinusförmige Wechselfspannungen am Gitter auch sinusförmige Anodenströme hervorrufen. Die Sinusspitzen der Anodenströme und Spannungen werden durch die Röhrenkennlinie abgeflacht. Die so entstehenden nichtlinearen Verzerrungen werden um so grösser, je mehr die Verstärkerstufen angesteuert sind. So erzeugen die einzelnen Stufen und ganz besonders die Endstufe zusätzliche Frequenzen, die in bestimmter Beziehung zu den Trägerfrequenzen der Programme stehen.<sup>4)</sup> Durch Glieder höherer Ordnung entsteht verständliches Nebensprechen. Bedeuten  $U_2$   $U_3$   $U_4$   $U_5$  die Scheitelwerte und  $m =$

cateur à large bande est qualifié pour la transmission de plusieurs fréquences porteuses modulées, mais d'après la diaphonie qui en résulte.<sup>3)</sup>

Les non-linéarités d'amplificateurs proviennent entre autres de la courbure des caractéristiques de travail des lampes amplificatrices. Si les caractéristiques étaient droites, les tensions alternatives sinusoïdales à la grille engendreraient aussi des courants de plaque sinusoïdaux. Les pointes des courants et tensions de plaque sinusoïdaux sont aplaties par la caractéristique des lampes. Plus les étages d'amplification sont modulés, plus les distorsions non-linéaires qui se produisent de la sorte sont prononcées. C'est ainsi que chaque étage et tout particulièrement l'étage terminal produisent des fréquences additionnelles qui sont dans un certain rapport avec les fréquences porteuses des programmes.<sup>4)</sup> Des termes d'ordre supérieur produisent de la diaphonie intelligible. Si  $U_2$   $U_3$   $U_4$   $U_5$  signifient les pointes et  $m = m_2 = m_3 = m_4 = m_5$  les caractéristiques de modulation des porteurs perturbateurs 2 à 5, la modulation perturbatrice  $m_{st}$  est, sur le porteur perturbé 1:

$$m_{st} = k \cdot m (U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2).$$

La diaphonie dépend donc de l'amplitude et du degré de modulation de tous les autres porteurs modulés qui sont transmis dans l'amplificateur à large bande. La diaphonie est nulle si le facteur k tombe à zéro. k est l'unité de mesure des non-linéarités dans l'amplificateur. En poussant la linéarité à un haut degré, on arrive à maintenir k aussi petit que possible. Le moyen le plus usité pour obtenir la linéarité d'un amplificateur consiste à faire usage de la contre-réaction. (La contre-réaction est souvent désignée par le terme „réaction négative“.) Ce moyen d'obtenir la linéarité est appliqué dans les montages les plus divers pour améliorer la qualité

<sup>3)</sup> E. Buchmann und K. Barthel. TFT 6 1938. Breitbandverstärker für den Hochfrequenz-Drahtfunk.

<sup>4)</sup> F. Strecker. Hochfrequenztechnik und Elektr. Akustik 49 1937. Nichtlineares Nebensprechen bei der gemeinsamen Uebertragung mehrerer modulierter Trägerwellen.

<sup>3)</sup> E. Buchmann und K. Barthel. TFT 6 1938. Breitbandverstärker für den Hochfrequenz-Drahtfunk.

<sup>4)</sup> F. Strecker. Hochfrequenztechnik und El. Akustik 49 1937. Nichtlineares Nebensprechen bei der gemeinsamen Uebertragung mehrerer modulierter Trägerwellen.

$m_2 = m_3 = m_4 = m_5$  die Modulationsgrade der störenden Träger 2 bis 5, so beträgt die Störmodulation  $m_{st}$  auf den gestörten Träger 1:

$$m_{st} = k.m.(U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + U_5^2)$$

Das Nebensprechen ist also abhängig von der Amplitude und dem Modulationsgrad aller übrigen modulierten Träger, die im Breitbandverstärker übertragen werden. Das Nebensprechen wird Null, wenn der Faktor  $k$  Null wird.  $k$  ist ein Mass der Nichtlinearitäten im Verstärker. Durch weitgehende Linearisierung gelingt es,  $k$  sehr klein zu halten. Das gebräuchlichste Mittel zur Verstärkerlinearisierung ist die Verwendung der Gegenkopplung. (Für Gegenkopplung wird häufig die Bezeichnung negative Rückkopplung verwendet.) Dieses Linearisierungs-

des amplificateurs des fréquences audibles et des radorécepteurs. Dans la contre-réaction, une partie de la tension de sortie est ramenée à l'un des étages d'amplification précédents, mais de telle manière que sa phase soit en sens inverse de la tension d'entrée de l'étage d'amplification, qu'elle soit donc décalée de  $180^\circ$ . Suivant que la tension ramenée en arrière est proportionnée au courant de sortie ou à la tension de sortie, on distingue la contre-réaction de courant ou la contre-réaction de tension<sup>5)6)</sup>. La contre-réaction a déjà fait l'objet d'un grand nombre de publications. Dans le cadre du présent article, il devrait suffire de décrire brièvement les montages de contre-réaction réalisés dans un amplificateur à large bande de la maison Hasler S. A.

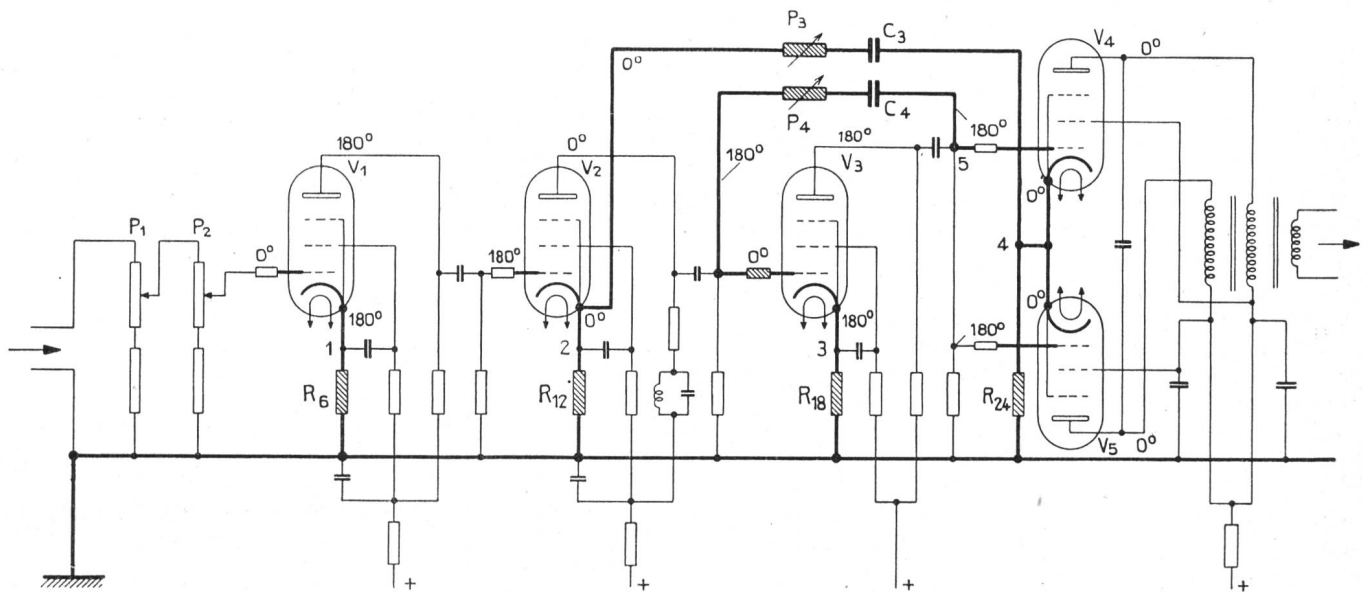


Fig. 7. Breitbandverstärker (schematisiert).  
Schéma d'un amplificateur à large bande.

mittel wird in den verschiedensten Schaltungen zur Qualitätsverbesserung von Tonfrequenzverstärkern und Radioempfängern angewendet. Bei der Gegenkopplung wird ein Teil der Ausgangsspannung zu einer der vorangehenden Verstärkerstufen zurückgeführt, jedoch so, dass sie in ihrer Phase zur Eingangsspannung der Verstärkerstufe entgegengerichtet, also um  $180^\circ$  Grad verschoben ist.

Je nachdem die rückgeführte Spannung proportional dem Ausgangsstrom oder der Ausgangsspannung ist, spricht man von Stromgegenkopplung oder von Spannungsgegenkopplung.<sup>5)6)</sup> Ueber Gegenkopplung ist schon viel veröffentlicht worden. Es dürfte im Rahmen dieses Artikels genügen, die Gegenkopplungsschaltungen an einem Breitbandverstärker der Hasler A.G. kurz zu streifen.

In Fig 7 sind die Gegenkopplungen vermittelnden Stromkreisteile durch dickere Striche hervorgehoben. Wir erkennen, dass vor allem jede Röhre für sich durch Stromgegenkopplung linearisiert ist. Die Anodenströme der Röhren  $V_1$   $V_2$   $V_3$   $V_4$   $V_5$  fließen durch die Widerstände  $R_6$  bzw.  $R_{12}$   $R_{18}$  und  $R_{24}$  an Erde. Durch die Spannungsgefälle

A la figure 7, les sections de circuits qui transmettent la contre-réaction sont marqués en gros traits. On reconnaît avant tout que chaque lampe est individuellement rendue linéaire par la contre-réaction de courant. Les courants de plaque des lampes  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$ , et  $V_5$  passent par les résistances respectives  $R_6$ ,  $R_{12}$ ,  $R_{18}$  et  $R_{24}$  à la terre. Du fait des chutes de tension dans ces résistances, des potentiels de haute fréquence se forment aux points 1, 2, 3 et 4 et par conséquent aussi aux cathodes des lampes en cause, potentiels dont la phase est décalée de  $180^\circ$  par rapport aux tensions de signalisation des grilles de commande individuelles. Dans chaque lampe, la composante du courant continu de plaque détermine le potentiel cathodique positif moyen contre la terre. Mais le potentiel de la cathode est aussi influencé par le signal HF, donc par la composante du courant alternatif de plaque. Le potentiel moyen de la grille est zéro. Par conséquent, la tension de polarisation de la grille est négative par rapport à la cathode. Vu que, pour la grille de commande, seule la tension de polarisation négative effective est déterminante à l'égard de la cathode, et cela pour tous les moments

<sup>5)</sup> L. Brück. Telefunkenröhre H 11 1937. Gegenkopplungsschaltungen.

<sup>6)</sup> Siemens Rundfunknachrichten H 2 1938.

<sup>5)</sup> L. Brück. Telefunkenröhre H 11 1937. Gegenkopplungsschaltungen.

<sup>6)</sup> Siemens Rundfunknachrichten H 2. 1938.

in den bezeichneten Widerständen stellen sich an den Punkten 1 2 3 4 und damit an den Kathoden der betreffenden Lampen Hochfrequenzpotentiale ein, deren Phase in bezug auf die Signalspannungen der einzelnen Steuergitter um 180 Grad verschoben sind. In jeder Röhre bestimmt die Gleichstromkomponente ihres Anodenstromes das mittlere positive Kathodenpotential gegen Erde. Das Potential der Kathode wird aber auch durch das HF-Signal, also durch die Wechselstromkomponente des Anodenstromes beeinflusst. Das mittlere Gitterpotential ist Null. Das Gitter hat somit gegen die Kathode negative Vorspannung. Da für das Steuergitter nur die effektive negative Vorspannung gegenüber der Kathode massgebend ist, und zwar für alle Zeitmomente einer HF-Schwingung, so ist ersichtlich, dass die Modulierung der Kathode mit dem HF-Signal der Anode den gleichen Effekt zeitigt, wie wenn eine Gegenkopplung direkt auf das Steuergitter geführt wird.

Eine Stromgegenkopplung führt ferner von Punkt 4 der Endstufe über das Potentiometer  $P_3$  zur Kathode der zweiten Röhre. Auch diese Spannung liegt gegenphasig zum Signal am Gitter der zweiten Röhre. Von Punkt 5 führt über  $P_4$  eine Spannungsgegenkopplung zum Steuergitter der Röhre  $V_3$ . Das Potential von Punkt 5 wird durch die Anodenwechselspannung der Röhre  $V_3$  bestimmt.

Die Phasenverschiebungen können nicht genau 180 Grad betragen. Einmal verursachen die Kondensatoren der C-R-Kopplungsglieder kleine Fehlwinkel, weil der kapazitive Widerstand von C gegenüber dem Ohmschen Widerstand von R praktisch nicht ganz ausser Wirkung fällt. Die gleichen Ueberlegungen gelten für die Gegenkopplungen über die Potentiometer  $P_3$  und  $P_4$  mit den vorgeschalteten Kondensatoren  $C_3$  und  $C_4$ . Beträgt  $C_4$  beispielsweise  $0,1 \mu\text{F}$  und  $P_4$  20 000 Ohm, so ist der Fehlwinkel bei 250 kHz rund eine Winkelminute.

Die gegengekoppelten Spannungen verursachen eine Verkleinerung der Amplitude der Wechselspannung am Steuergitter jeder Röhre. Als einziger Nachteil der Gegenkopplung tritt eine Verkleinerung der effektiven Verstärkung ein. Die Vorteile überwiegen indessen. Die Spannung der Gegenkopplung verzerrt gegenphasig und wirkt auf die resultierende Gitterspannung korrigierend, so dass sich die Anodenspannungen und Ströme der gewünschten Sinusform nähern. Die anodenseitigen Verzerrungen werden zum Teil aufgehoben. Man vermindert damit auch die Verstärkergeräusche. Ausser Klirrfaktor und Nebensprechen werden auch lineare Verzerrungen durch Gegenkopplung korrigiert. Der Frequenzgang wird linearisiert. Ist für irgendeine Frequenz die Verstärkung zu gross geworden, so wird durch die Rückführung eines bestimmten Prozentsatzes der nun vergrösserten Anodenspannung das Gittersignal entsprechend erniedrigt.

Die Anordnung zur Bestimmung des nichtlinearen Nebensprechens und die Bestimmung der Aussteuerbarkeit von Breitbandverstärkern sind in Anlehnung an die Publikationen von E. Buchmann und K. Barthel<sup>3)</sup> und E. Hölzler<sup>7)</sup> getroffen worden. Mit zu-

d'une oscillation HF, il en résulte que la modulation de la cathode avec le signal HF de l'anode donne le même effet que lorsqu'une contre-réaction est conduite directement sur la grille de commande.

Une contre-réaction de courant conduit, en outre, du point 4 de l'étage terminal à travers le potentiomètre  $P_3$  à la cathode de la deuxième lampe. Cette tension aussi se trouve en phase inverse de celle du signal à la grille de la deuxième lampe. Du point 5 une contre-réaction de tension conduit à travers  $P_4$  à la grille de commande de la lampe  $V_3$ . Le potentiel du point 5 est déterminé par la tension alternative de l'anode de la lampe  $V_3$ .

Les décalages de phases ne peuvent pas être exactement de  $180^\circ$ . D'une part, les condensateurs des chaînons de couplage C-R produisent de petits angles négatifs parce que la résistance capacitive de C n'est pratiquement pas absolument sans effet sur la résistance ohmique de R. Les mêmes considérations font règle pour les contre-réactions passant par les potentiomètres  $P_3$  et  $P_4$  et les condensateurs  $C_3$  et  $C_4$  préposés. Si p. ex.  $C_4$  est égal à  $0,1 \mu\text{F}$  et  $P_4$  égal à 20 000 ohms, l'angle négatif est d'environ une minute pour 250 kHz.

Les tensions en contre-réaction diminuent l'amplitude de la tension alternative de la grille de commande de chaque lampe. Le seul désavantage de la contre-réaction réside dans le fait que l'amplification effective se trouve diminuée. Les avantages, cependant, prédominent. La tension de la contre-réaction produit une déformation dans la phase opposée, et elle a un effet correcteur sur la tension de grille résultante, de sorte que les tensions de plaque et les courants se rapprochent de la forme sinusoïdale désirée. Les déformations côté plaque sont en partie supprimées. On diminue ainsi également les bruits d'amplification. En plus du coefficient de distorsion et de la diaphonie, ce sont aussi les déformations linéaires qui sont corrigées par la contre-réaction. La caractéristique des fréquences est rendue linéaire. Si, pour l'une des fréquences, l'amplification est devenue trop forte, on diminuera en proportion le signal appliqué à la grille en ramenant en arrière un certain pourcentage de la tension d'anode devenue trop grande.

L'arrangement réalisé pour déterminer la diaphonie non-linéaire et la détermination du degré de possibilité de modulation des amplificateurs à large bande ont été élaborés sur la base des publications de P. Buchmann et K. Barthel<sup>3)</sup> et E. Hölzler.<sup>7)</sup> Plus le degré de modulation augmente, plus la diaphonie non-linéaire augmente aussi. La diaphonie augmente également avec le nombre n des courants porteurs, mais elle tombe dans la même mesure que la modulation de chaque programme diminue. Comme ces influences se suppriment presque entièrement, on peut déterminer la valeur à l'aide de deux courants porteurs seulement dont l'un, le courant perturbateur, est modulé à 80%, et l'autre, le courant perturbé, n'est pas modulé.

<sup>7)</sup> E. Hölzler. Hochfrequenztechnik und Elektr. Akustik. 52 1938. Das nichtlineare Nebensprechen in Mehrfachsystemen mit übertragenen Trägern.

<sup>7)</sup> E. Hölzler. Hochfrequenztechnik und El. Akustik 52 1938. Das nichtlineare Nebensprechen in Mehrfachsystemen mit übertragenen Trägern.

nehmendem Aussteuerungsgrad wächst das nicht-lineare Nebensprechen. Dieses Nebensprechen wächst aber auch mit zunehmender Trägerzahl  $n$ , fällt indessen infolge vermindelter Aussteuerung pro Programm. Da sich diese Einflüsse annähernd aufheben, kann man die Bewertung mit nur zwei Trägern vornehmen, wovon der eine, der störende Träger, mit 80% moduliert wird und der gestörte zweite Träger unmoduliert ist. Als Grenze der Aussteuerung ist für unsere Zwecke der Nebensprechwert auf 7,5 Neper festgesetzt. Figur 8 zeigt die gewählte Messanordnung. Beide Träger  $f_x$  und  $f_y$  werden in ihren Trägerspannungen  $U_{tr}$  gleich gross gemacht.  $f_x$  wird nun mit 400 p/s auf 80% moduliert. Man vergrößert die beiden Trägerspannungen  $U_{tr}$  gleichmässig, bis das Nebensprechen auf dem unmodulierten Träger  $f_y$  auf den Wert von 7,5 Neper sinkt. Die Leistung, die der Verstärker nun abgibt, berechnet sich aus:

$$\begin{aligned} N_{max} &= (n + (n - 1) \cdot m)^2 \cdot \frac{U_{tr}^2}{R} = \\ &= (2,8)^2 \cdot \frac{U_{tr}^2}{150} = 7,8 \cdot \frac{U_{tr}^2}{150} \text{ Watt.} \end{aligned} \quad (1)$$

Diese Maximalleistung darf nun auch nicht überschritten werden, wenn statt 2 Trägern deren 5 gleichzeitig übermittelt werden ( $n = 5$ ), wovon vier einen Modulationsgrad von 50% ( $m = 0,5$ ) besitzen und der fünfte als gestörter Träger nicht moduliert ist.

Gleichung 1) nach  $U_{tr}$  aufgelöst:

$$\begin{aligned} U_{tr \text{ max}} &= \sqrt{\frac{N_{max} \cdot R}{(n + (n - 1) \cdot m)^2}} = \\ &= \sqrt{\frac{N_{max} \cdot 150}{49}} \text{ Volt.} \end{aligned} \quad (2)$$

Aus der Messung mit zwei Trägern erhält man den Wert  $U_{tr}$ . Aus Formel 1) berechnet sich  $N_{max}$ . Der erhaltene Wert für  $N_{max}$  aus 1) wird nun in Formel 2) eingesetzt und das Resultat ergibt den gesuchten Wert für  $U_{tr}$  pro Träger für den Betriebsfall  $n = 5$  und  $m = 0,5$ . Diese Spannung pro Träger muss im unmodulierten Zustand grösser sein als 2,7 Volt für die Breitbandverstärker Typ 1 und grösser als 4,0 Volt für die Breitbandverstärker Typ 2, bei Erfüllung der Nebensprechbedingung von 7,5 Neper. Die Abschlussimpedanz beträgt dabei 150 Ohm.

Die Verstärkung ist regulierbar von Null bis 5 Neper. Die Linearität oder Frequenzcharakteristik der Verstärkung muss bei konstanter Eingangsspannung im ganzen Frequenzbereich von 165 bis 350 kHz innerhalb eines Bandes von 0,2 Neper liegen. Die Spannungssicherheit des Ein- und Ausganges gegen Massiv hat 2000 Volt zu betragen.

*Uebertragungsleitungen.*

Es war naheliegend, dass wir als Uebertragungsleitungen für den HF-TR die abgeschirmten Musikleitungen unseres TR-Netzes zu verwenden trachteten, bei Ausschaltung der Pupinspulen zu 15,5 mHy. Die Ganghöhe der abgeschirmten Aderpaare variiert zwischen 90 und 246 mm. Die Adern haben einen

Pour les buts recherchés, le degré de diaphonie est fixé à 7,5 népers comme limite de modulation. La figure 8 montre le dispositif de mesure choisi. Les tensions  $U_{tr}$  des deux porteurs  $f_x$  et  $f_y$  sont rendues identiques.  $f_x$  est modulé à 80% avec 400 p/s. On

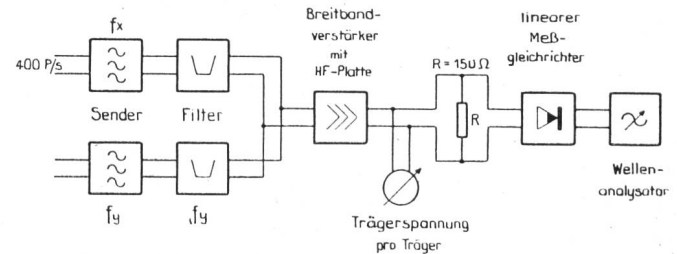


Fig. 8. Messanordnung für nichtlineares Nebensprechen der Breitbandverstärker.

Disposition des appareils pour les mesures de diaphonie non-linéaire des amplificateurs à large bande.

augmente les deux tensions porteuses  $U_{tr}$  de façon uniforme jusqu'à ce que la diaphonie du porteur  $f_y$  non modulé tombe à la valeur de 7,5 népers. La puissance que l'amplificateur donne à ce moment se calcule selon la formule

$$\begin{aligned} N_{max} &= (n + (n - 1) \cdot m)^2 \cdot \frac{U_{tr}^2}{R} = \\ &= (2,8)^2 \cdot \frac{U_{tr}^2}{150} = 7,8 \cdot \frac{U_{tr}^2}{150} \text{ watts.} \end{aligned} \quad (1)$$

Cette puissance maximum ne doit pas être dépassée si, au lieu de deux courants porteuses, on en transmet simultanément cinq ( $n = 5$ ), dont quatre accusent un degré de modulation de 50% ( $m = 0,5$ ) et dont le cinquième, qui est le porteur perturbé, n'est pas modulé.

Il résulte de l'équation 1) pour  $U_{tr}$ :

$$\begin{aligned} U_{tr \text{ max}} &= \sqrt{\frac{N_{max} \cdot R}{(n + (n - 1) \cdot m)^2}} = \\ &= \sqrt{\frac{N_{max} \cdot 150}{49}} \text{ volts.} \end{aligned} \quad (2)$$

Les mesures au moyen des deux porteurs donnent la valeur de  $U_{tr}$ .  $N_{max}$  se calcule d'après la formule 1). La valeur obtenue par la formule 1) pour  $N_{max}$  est insérée dans la formule 2), et on obtient comme résultat la valeur cherchée de  $U_{tr}$  par porteur pour le cas  $n = 5$  et  $m = 0,5$ . En état non modulé, cette tension par porteur doit être de plus de 2,7 volts pour l'amplificateur à large bande du type 1 et de plus de 4,0 volts pour l'amplificateur à large bande du type 2, la diaphonie étant de 7,5 népers et l'impédance terminale de 150 ohms.

L'amplification peut être réglée de zéro à 5 népers. La linéarité ou caractéristique de fréquence de l'amplification doit se trouver dans les limites de la bande de 0,2 néper lorsque la tension d'entrée est constante dans la bande des fréquences de 165 à 350 kHz. La sécurité diélectrique de l'entrée et de la sortie contre le massif doit être de 2000 volts.

Durchmesser von 1,0 mm, ihre Isolation besteht aus Papier, und die Paare besitzen mit Tonfrequenz gemessen eine Betriebskapazität von  $0,036 \mu\text{F}/\text{km}$ . Die Abschirmung dieser Paare besteht aus einem metallisierten Papierstreifen von 16 mm Breite, der als Wendel mit einer Ganghöhe von 18 mm das Aderpaar lückenlos umschliesst. Die Metallschicht besteht aus Aluminium, und deren Schichtdicke variiert von 0,012 bis 0,025 mm. Der Widerstand pro Laufmeter des Schirmbandes schwankt von 0,13 bis 0,21 Ohm. Wir haben hier ein symmetrisches Zweileiterkabel mit einem dünnen Schirm aus metallisiertem Papier.

Der Aufbau als HF-Kabelleitung ist nicht günstig. Der Abstand der Adern ist zu klein, und das Verhältnis der Radien von Leiter zu Leiter und Leiter zu Hülle ist nicht so gewählt, dass die Dämpfung aus geometrischen Gründen ein Minimum wird. Zudem ist die Hülle nicht kreisrund, sondern durch den Druck von den benachbarten Adern des Kabels zusammengedrückt und zerknittert. Kabelpapier als HF-Isolierstoff ist ungeeignet, weil mit zu grossen Verlusten behaftet. Das Verhältnis der Ganghöhen von Aderpaar und Schirm ist ungünstig. Die Metallschichtdicke des Schirmes ist zu klein. Der Widerstand des Schirmes ist zu gross. Die Betriebskapazität ist zu gross. Damit sind nur die hauptsächlichsten Fehler angedeutet. Die Musikadern sind seinerzeit eben nicht für HF-Uebertragungen bemessen worden. Für ihren eigentlichen Bestimmungszweck sind sie einwandfrei.

Mit zunehmender Frequenz wird das magnetische Feld immer mehr aus den Leitern verdrängt. Gegen das Innere der Leiter nehmen die magnetische Feldstärke und die Stromdichte exponentiell ab. Der Strom fliesst also mehr an der Oberfläche in einer dünnen Schicht. Ein Mass für die Dicke dieser Schicht ist die äquivalente Leitschicht.<sup>8)</sup> Sie wird definiert durch die Wandstärke eines rohrförmigen Leiters, der dem Gleichstrom denselben Widerstand entgegengesetzt, wie der massive Leiter dem Hochfrequenzstrom. Für Aluminium beträgt die äquivalente Leitschichtdicke zirka 0,20 mm für 175 kHz und 0,16 mm für 300 kHz. Die Aluminiumschicht des metallisierten Papiers ist also für den neuen Zweck zu dünn; sie entspricht nicht in allen Fällen der äquivalenten Leitschichtdicke unseres Frequenzbereiches. Die resultierende Vergrößerung des effektiven Widerstandes wirkt sich in einer Vergrößerung der Dämpfung aus. In gleicher Weise werden die Verluste im Schirm um so grösser, je höher der spezifische Widerstand des Schirmes ist. Ein Kupferschirm würde also günstigere Werte geben. Auch die Schlaglängen von Aderpaar und Schirm stehen hier in einem sehr ungünstigen Verhältnis. Nach der Publikation von H. Kaden<sup>8)</sup> wäre der günstigste Fall dann vorhanden, wenn die Schlaglänge und Gangrichtung des Schirmes mit denen des Aderpaares übereinstimmen würden. Die im Schirm induzierten Wirbelströme haben die Neigung, genau der Schlagrichtung des induzierenden Paares zu folgen. Wenn nun, wie im vorliegenden Fall, die Schlaglänge von Schirm und Aderpaar stark voneinander abweichen, so werden

### *Lignes de transmission.*

Il paraissait indiqué que nous cherchions à utiliser comme lignes de transmission pour la TD-HF les circuits musicaux sous écran de notre réseau TD, en déconnectant les bobines Pupin de 15,5 mHy. Le pas de câblage des paires de conducteurs sous écran varie de 90 à 246 mm. Les conducteurs ont un diamètre de 1,0 mm, leur isolation est en papier et les paires ont une capacité effective de  $0,036 \mu\text{F}/\text{km}$  mesurée avec des fréquences audibles. Les écrans sont constitués par un ruban de papier métallisé d'une largeur de 16 mm qui enveloppe sans interstices la paire de conducteurs en hélice d'un pas de 18 mm. La couche de métal est en aluminium; son épaisseur varie de 0,012 à 0,025 mm. La résistance par mètre d'écran varie de 0,13 à 0,21 ohm. Il s'agit donc ici d'un câble à deux conducteurs symétriques enveloppé d'un mince écran en papier métallisé.

La constitution de ces circuits comme câble HF n'est pas favorable. La distance entre les conducteurs est trop petite et le rapport des rayons d'un conducteur à l'autre et entre les conducteurs et leur enveloppe n'est pas tel que l'affaiblissement atteigne, pour des raisons d'ordre géométrique, un minimum. En outre, l'enveloppe n'est pas circulaire; elle est comprimée et chiffonnée du fait de la pression des conducteurs voisins. Le papier est impropre comme matière isolante pour la haute fréquence, les pertes étant trop prononcées. Le rapport entre le pas de câblage de la paire de conducteurs et le pas de l'hélice de l'écran est défavorable. L'épaisseur de la couche métallique de l'écran est trop petite et la résistance de l'écran trop grande. La capacité effective est trop grande. Nous n'avons mentionné que les défauts principaux. Les circuits musicaux n'ont, en son temps, pas été calculés pour les transmissions HF. Ils ne laissent rien à désirer au point de vue de leur destination primitive.

Quand la fréquence augmente, le champ magnétique est de plus en plus délogé des conducteurs. A l'intérieur des conducteurs, le champ magnétique et la densité du courant diminuent exponentiellement. Le courant s'écoule donc plutôt à la surface en mince couche. La couche conductrice équivalente constitue une mesure pour déterminer l'épaisseur de cette couche.<sup>8)</sup> Elle est définie par l'épaisseur de la paroi d'un conducteur tubulaire offrant la même résistance au courant continu que le conducteur massif au courant à haute fréquence. Pour l'aluminium, l'épaisseur équivalente de la couche conductrice est d'environ 0,20 mm pour 175 kHz et de 0,16 mm pour 300 kHz. La couche d'aluminium du papier métallisé est donc trop mince pour remplir le nouveau but; elle ne correspond pas dans tous les cas à l'épaisseur équivalente de la couche conductrice se rapportant à notre zone de fréquences. L'augmentation de la résistance effective qui en résulte a pour effet d'augmenter aussi l'amortissement. De même, plus la résistance spécifique de l'écran est élevée, plus les pertes dans l'écran sont grandes. Un écran en cuivre donnerait donc des valeurs plus favorables. Le rapport entre le pas de câblage de la paire de conducteurs et le pas de

<sup>8)</sup> H. Kaden. Archiv für Elektrotechnik 1936. Die Dämpfung und Laufzeit von Breitbandkabeln.

die Wirbelstrombahnen im Schirm immer wieder unterbrochen. Das resultierende Feld ist gestört und die Verluste steigen an.

Versuche an kurzen Kabelmustern mit verschiedenen Schirmdicke und praktische Versuche an verschiedenen Kabelanlagen haben gezeigt, dass die abgeschirmten Adern in unseren Bezirkskabelanlagen zur Uebertragung des HF-TR für längere Strecken nicht in Frage kommen. Figur 9 zeigt die kilometrische Dämpfung vier verschiedener Leitungstypen. Die abgeschirmte Leitung mit 1,0 mm Adern hat die grösste Dämpfung. Die Linienentzerrer arbeiten so, dass sie das verzerrte Frequenzband am Ende der Kabelleitung auf konstante Dämpfung bringen, und zwar auf die Dämpfung der obersten Frequenz. Die Uebertragung eines sechsten Programmes ist möglich. Als Trägerfrequenz sind 340 kHz vorgesehen. Für die Dämpfung und die Linienentzerrer ist daher die Frequenz 340 kHz massgebend. Die maximale Verstärkung beträgt 5 Neper. Damit ergibt sich auch, in welchem mittleren Abstand die Linien-Breitbandverstärker liegen sollen. Der Wert 5 Neper entspricht einer Leitungslänge von 5,5 km für abgeschirmte und 9,0 km für nichtabgeschirmte Adern. Die abgeschirmten Adern haben einen kleineren Störpegel als die gewöhnlichen Adern. Dieser kleine Nachteil kann in Kauf genommen werden, da auch die Störungen der nichtabgeschirmten Aderpaare klein und für den HF-TR nicht kritisch sind.

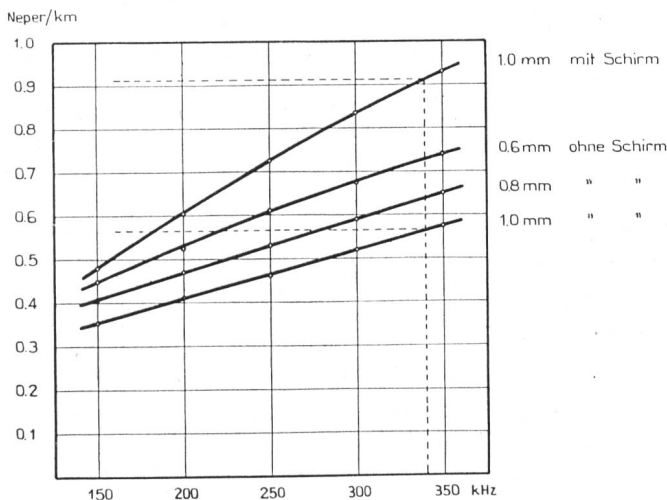


Fig. 9. Kilometrische Kabeldämpfungen.  
Amortissement kilométrique en câble.

Die hauptsächlichsten Eigenschaften der zur Uebertragung des HF-TR von St. Gallen nach Rorschach benützten, nichtabgeschirmten Kabelleitung 1,0 mm sind in den Figuren 10 und 11 zu sehen. Gleiche Leitungen sind auch von Rorschach bis Heerbrugg und von Fahrn bis Mörschwil verwendet. Sie bieten keine Besonderheiten und brauchen nicht weiter beschrieben zu werden.

#### Hochfrequenz-Vorsatzgeräte.

In Rorschach, Rheineck, Au und Heerbrugg erfolgt ein vollständiger Systemwechsel im Telephonrundsprach. Was geschieht nun mit den Telephonrundsprachapparaten der bereits angeschlossenen TR-Abonnenten? Da den Abonnenten nicht zugemutet werden kann, wegen Systemwechsels auf ihre

l'hélice de l'écran est ici également très défavorable. Suivant la publication de H. Kaden<sup>8)</sup>, on aurait le cas le plus favorable lorsque le pas de l'hélice et son sens de rotation seraient identiques à ceux de la paire de conducteurs. Les courants de Foucault induits dans l'écran ont la tendance de suivre exactement le sens de l'hélice de la paire induite. Si, comme dans le présent cas, le pas de l'hélice de l'écran et le pas de câblage de la paire de conducteurs varient sensiblement l'un par rapport à l'autre, le chemin des courants Foucault de l'écran se trouve toujours interrompu. Le champ qui en résulte est dérangé et les pertes s'accroissent.

Il a été établi par des essais sur de courts échantillons de câbles à écrans de différentes épaisseurs, et par des essais d'ordre pratique dans un certain nombre d'installations de câbles, que les conducteurs sous écran de nos installations de câbles régionaux n'entrent pas en considération pour la transmission de la TD-HF sur des parcours d'une certaine longueur. La figure 9 montre l'amortissement kilométrique de quatre différents types de circuits. Le circuit constitué par des conducteurs de 1,0 mm de diamètre sous écran accuse le plus fort amortissement. Les correcteurs de distorsion d'affaiblissement de la ligne travaillent de manière que la bande de fréquence à l'extrémité du circuit sous câble se trouve en affaiblissement constant, soit à l'affaiblissement de la fréquence la plus haute. La transmission d'un sixième programme est possible. Sa fréquence porteuse sera de 340 kHz. L'amplification maximum est de 5 népers. Ceci indique également à quelle distance moyenne les amplificateurs à large bande des lignes doivent se trouver. La valeur de 5 népers correspond à une longueur de circuit de 5,5 km pour des conducteurs sous écran et de 9,0 km pour des conducteurs sans écran. Le niveau de bruit est plus bas pour les conducteurs sous écran que pour les conducteurs ordinaires. Ce petit désavantage peut être admis, vu que les perturbations des paires de conducteurs sans écran aussi sont minimales et n'atteignent pas une valeur qui serait critique pour la TD-HF.

Les propriétés essentielles du circuit sous câble à conducteurs de 1,0 mm de diamètre sans écran utilisé pour la transmission de la TD-HF de St-Gall à Rorschach sont indiquées aux figures 10 et 11. Des circuits du même genre sont également utilisés de Rorschach à Heerbrugg et de Fahrn à Mörschwil. Comme ils ne présentent pas de particularité spéciale, nous pouvons nous abstenir d'en donner la description.

#### Appareils accessoires HF.

A Rorschach, Rheineck, Au et Heerbrugg, le système de télédiffusion est complètement changé. Que deviennent maintenant les appareils de télédiffusion des abonnés déjà raccordés à la TD? Comme on ne peut pas exiger qu'à cause du changement de système de la TD les abonnés achètent à leurs propres frais des appareils radio, l'Administration leur remet gra-

<sup>8)</sup> H. Kaden. Archiv für Elektrotechnik, 1936. Die Dämpfung und Laufzeit von Breitbandkabeln.

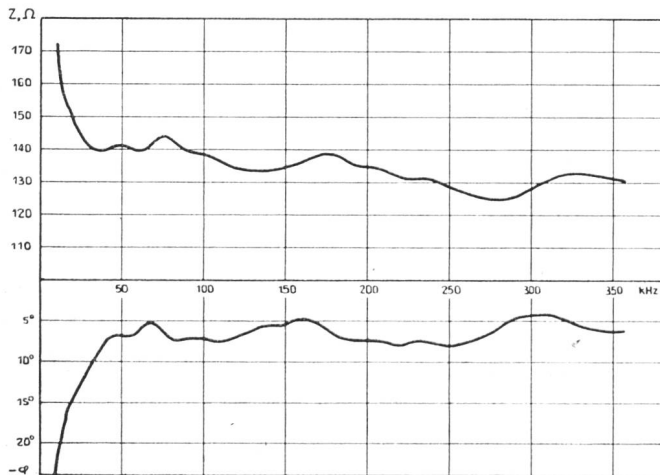


Fig. 10. Scheinwiderstand St. Gallen-Rorschach.  
Impédance St-Gall—Rorschach.

Kosten Radioapparate zu kaufen, gibt ihnen die Verwaltung leihweise und kostenlos HF-Vorsatzgeräte ab und übernimmt auch die Installation auf eigene Rechnung. Beschafft sich später der TR-Hörer einen neuen Apparat, so kann es sich nur um einen Radioempfänger handeln. Das Vorsatzgerät wird eingezogen und kann an einem andern Ort weiterverwendet werden. Zweifellos verteuern diese Vorsatzgeräte die HF-TR-Ausrüstungen. Dagegen werden die Zentraleninstallationen mit HF-TR-System einfacher und billiger als beim TR mit Programmwählerbetrieb. Die teuren Kablierungen fallen sozusagen ganz weg, und die Anschaffung der Programmwähler wird umgangen.

Die Hochfrequenz-Vorsatzgeräte sind kleine Geradeaus-Empfänger ohne Niederfrequenzverstärkung. Die Niederfrequenzverstärkung liefert der normale TR-Apparat. Die Abstimmung auf die fünf Trägerfrequenzen erfolgt über umschaltbare, feste Bandfilter, die in einfachster Weise mit einem Bowdenzug ferngesteuert werden können. Der kleine Kasten wird auf der Rückseite der TR-Apparate angeschraubt und der Bedienungsknopf nach speziellen Wünschen des Abonnenten irgendwo auf dem TR-Apparat montiert. Ueber diese Vorsatzgeräte folgt demnächst eine Abhandlung von A. Werthmüller.

Die HF-Anlage St. Gallen wurde im Dezember 1941 und die Anlage Fahrn-Rorschach im April 1942 in Betrieb gesetzt. Die Einrichtungen für Mörschwil, Rheineck, Au und Heerbrugg sind im Bau und werden bis zum Erscheinen dieses Artikels ebenfalls fertig erstellt sein. Die Betriebserfahrungen mit den bis jetzt eingeschalteten Anlagen sind günstig. Die HF-TR-Ausrüstungen gehen nun einer gewissen Normalisierung entgegen. Der HF-TR wird vorerst nur an Orten installiert, wo der Empfang der Landesender zu wünschen übrig lässt. Das nächste Gebiet umfasst die Ortschaften Chur, St. Peter und Arosa, wo ebenfalls ein vollständiger Systemwechsel im TR durchgeführt wird. Daneben laufen Versuche zur Uebertragung von Pontresina über den Freileitungsstrang Berninapass nach dem Puschlav. Hier muss einer mit Telephonie belegten Verbindungsleitung die Hochfrequenz mit fünf Kanälen überlagert werden.

Dr. H. Keller.

tuitement à titre de prêt des appareils accessoires qu'elle installe également sans frais pour l'abonné. Si, plus tard, l'abonné se procure un nouvel appareil, il ne pourra s'agir que d'un récepteur radiophonique; l'appareil accessoire lui est alors repris et est réutilisé ailleurs. Ces appareils accessoires renchérissent naturellement les équipements de la TD-HF. Par contre, les installations de la centrale sont plus simples et coûtent moins cher que la TD à sélecteurs de programmes. Les câblages très coûteux sont pour ainsi dire supprimés et les sélecteurs de programmes ne sont plus nécessaires.

Les appareils accessoires HF sont de petits récepteurs sans fréquence intermédiaire et sans amplification à basse fréquence. L'amplification à basse fréquence est fournie par l'appareil TD normal. L'accord sur les cinq fréquences porteuses se fait au moyen de filtres de bande fixes que l'on commande à distance de manière très simple à l'aide d'un câble flexible Bowden. La petite boîte dont il s'agit est vissée au dos de l'appareil TD et le bouton de réglage monté sur l'appareil TD au gré de l'abonné. Une description de cet appareil, par A. Werthmüller, suit prochainement.

L'installation HF de St-Gall a été mise en service en décembre 1941 et l'installation Fahrn-Rorschach

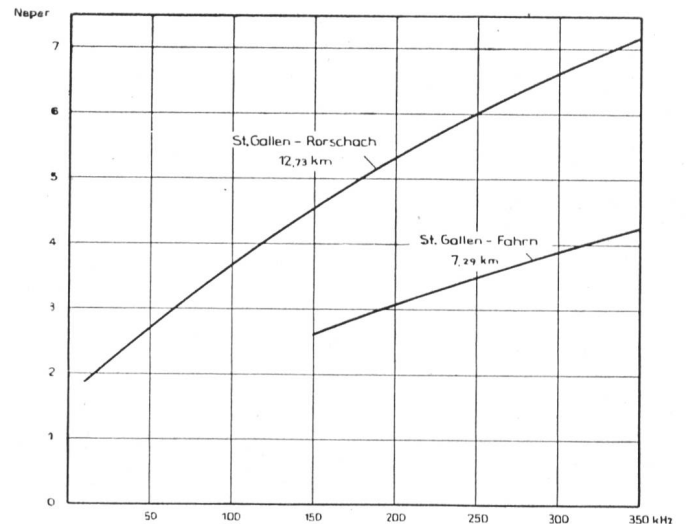


Fig. 11. Dämpfung St. Gallen-Rorschach.  
Amortissement St-Gall—Rorschach.

en avril 1942. Les installations de Mörschwil, Rheineck, Au et Heerbrugg sont en cours de construction et seront certainement achevées au moment de la publication du présent article. Les expériences faites jusqu'à ce jour avec les installations en service sont favorables. Les équipements TD-HF seront normalisés dans une certaine mesure. On n'installera pour le moment ce système de TD que là où la réception des émissions de l'émetteur national laisse à désirer. Les prochaines régions comprennent Coire, St-Peter et Arosa, où l'on procédera également au changement complet du système de TD. En plus, des essais sont entrepris pour la transmission de Pontresina dans la vallée de Poschiavo par la ligne aérienne du Col de la Bernina. On devra utiliser ici un circuit téléphonique en exploitation, auquel on superposera la haute fréquence à cinq voies.