

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 39 (1961)

Heft: 12

Artikel: Einsatz eines mit Transistoren bestückten Breitbandverstärkers = Emploi d'un amplificateur à large bande équipé de transistors

Autor: Schweizer, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875266>

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: 30.04.2026

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

Einsatz eines mit Transistoren bestückten Breitbandverstärkers

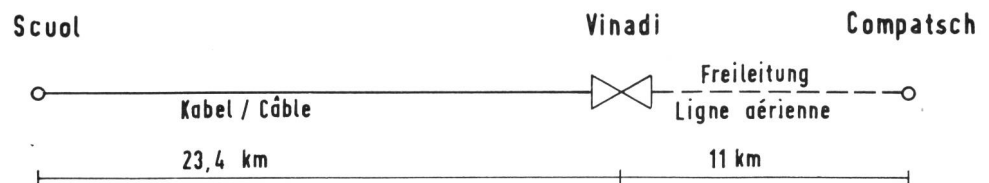
Emploi d'un amplificateur à large bande équipé de transistors

1. Einleitung

Das Endamt in Compatsch war, bis Juni 1959, die zweitletzte von Hand bediente Zentrale der Schweiz und wurde auf diesen Zeitpunkt hin über ein Trägersystem mit den ersten transistorisierten Breitband-Linienverstärkern an das Fernendamt Scuol angeschlossen.* Durch die Automatisierung der Zentrale in Compatsch ist der Bedarf an Verbindungsleitungen zur Abwicklung des Verkehrs für rund 40 Abonnenten zwischen Scuol und Compatsch stark angestiegen. Der manuelle Betrieb wickelte sich über zwei Schlaufen der Freileitung Compatsch–Vinadi–Ramosch ab. Gegen Ende des Jahres 1958 ist die Freileitung zwischen Ramosch und Vinadi durch ein Kabel ersetzt worden. Von Vinadi bis Compatsch stehen aber nach wie vor nur zwei Schlaufen einer Freileitung zur Verfügung, die durch das wilde Spiessertal bis nach Compatsch hinaufführt. In *Figur 1* sind diese Verhältnisse schematisch dargestellt.

Fig. 1.

Schematische Darstellung der C-Trägeranlage Scuol–Compatsch
Représentation schématique de l'installation à courants porteurs C 5 Scuol–Compatsch



Die neu in Compatsch aufgestellte automatische Zentrale benötigt für den Betrieb in jeder Richtung eine einfachgerichtete und drei doppeltgerichtete Verbindungsleitungen für den eigentlichen Telefonverkehr, ausserdem zusätzlich je einen Verbindungsweg für die Tarifschaltung und einen für die Alarmübertragung. Insgesamt bestehen somit sieben Verbindungswege. Eine Vermehrung der Schlaufen auf dem Freileitungsgestänge kam aus technischen Gründen nicht in Frage, weil die Freileitung etliche Weitspannungen aufweist und daher nicht ohne weiteres mit zusätzlichen Schlaufen belegt werden kann. Eine Kabellegung ist vorgesehen, jedoch erst dann, wenn die Bergstrasse auf dem ganzen Teilstück ausgebaut wird, worauf man voraussichtlich noch einige Jahre warten muss. Als wirtschaftlichste Zwischenlösung kam daher nur der Einsatz von C-Trägerausrüstungen in Frage.

2. Ausgangslage

Dem Übergangspunkt von der Freileitung auf das Kabel in Vinadi musste besondere Aufmerksamkeit

* *Chr. Badraun*: Betrachtung zum Abschluss der Automatisierung des letzten schweizerischen Ortsnetzes von Scuol. Technische Mitteilungen PTT, Nr. 1, 1960, S. 20 ff.

1. Introduction

Jusqu'en juin 1959, le central terminus de Compatsch était l'avant-dernier central de Suisse desservi de façon manuelle. Il fut alors raccordé au central terminus interurbain de Scuol au moyen d'un système à courants porteurs équipé des premiers amplificateurs à large bande transistorisés. L'automatisation de ce central provoqua une forte augmentation du nombre des liaisons nécessaires à l'écoulement du trafic de quelque 40 abonnés. Pendant l'exploitation manuelle, le trafic était acheminé par deux circuits de la ligne aérienne Compatsch–Vinadi–Ramosch. A fin 1958, un câble remplaça cette artère entre Ramosch et Vinadi. Toutefois, de Vinadi à Compatsch, il ne subsistait que les deux lacets de la ligne aérienne qui traverse la sauvage vallée du Spiess. Ces conditions sont représentées schématiquement à la *figure 1*.

Le nouveau central automatique de Compatsch a besoin, pour écouler le trafic téléphonique unique-

ment, d'une liaison dans chaque direction et de trois liaisons à double sens: un circuit est en outre nécessaire à la commutation de tarif, un autre, enfin, sert à la transmission de l'alarme. Il faut donc disposer au total de sept voies de transmission. Pour des raisons techniques, il ne pouvait être question d'augmenter le nombre des lacets de la ligne aérienne: en effet, celle-ci comprend plusieurs longues portées et, de ce fait, sa capacité ne peut être augmentée. Certes, une pose de câble est prévue; elle ne pourra cependant avoir lieu qu'avec l'achèvement de la route de montagne desservant la contrée. Il est probable que l'on devra encore attendre quelques années cette réalisation.

Pour cette raison, seul l'emploi d'équipements à courants porteurs C5 se révéla être la solution intermédiaire la plus économique.

2. Situation de départ

Il s'agissait de prêter une attention particulière au lieu de transition ligne aérienne/câble à Vinadi. Car, mis à part le point de réflexion que cela représente, il fallait s'attendre à des tensions parasites sur la ligne aérienne agissant comme antenne. La

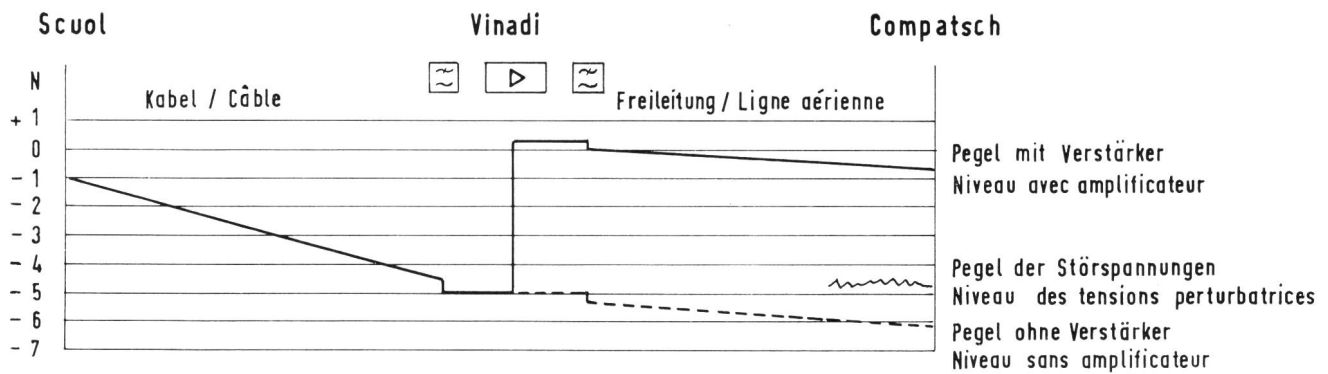


Fig. 2. Pegeldiagramm - Hypsogramme

geschenkt werden. Abgesehen von der Stoßstelle Kabel-Freileitung waren auch Fremdspannungen auf der als Antenne wirkenden Freileitung zu erwarten. Der Anteil dieser Fremdspannungen beträgt in der Tat 3,9 mV, die Nutzspannung an diesem Punkt jedoch nur 2,6 mV. Deswegen musste an diesem Ort nicht nur ein Übertrager zur Beseitigung der Stossstelle, sondern gleichzeitig auch das Nutzsignal mit Hilfe eines Verstärkers aus dem Störpegel gehoben werden.

Im Pegeldiagramm (Fig. 2) ist die kritische Übertragungsrichtung von Scuol nach Compatsch berücksichtigt. Es ist nur für die oberste Frequenz des in dieser Richtung zu übertragenden Bandes, für 36 kHz, gültig.

Der Ort Vinadi besteht aus einem Gasthof, einem Wohnhaus und einem, nur während weniger Stunden bedienten Postbureau (Fig. 3).

Die Errichtung einer normalen Zwischenverstärkerausrüstung wäre dort aus Raummangel auf Schwierigkeiten gestossen, da besonders die bis heute übliche Stromversorgung, im Vergleich zum Verstärker, verhältnismässig viel Platz beansprucht.

Die PTT hat sich deshalb entschlossen, einen von der Firma *Hasler AG, Bern*, entwickelten, transistorisierten Verstärker einzusetzen. Dieser entthob sie der Sorge um die Stromversorgung, denn einer der grössten Vorteile der transistorisierten Ausrüstungen ist bekanntlich ihr geringer Leistungsbedarf. Dies ermöglicht eine wirtschaftliche Fernspeisung der Linien-

valeur de ces tensions atteint en fait 3,9 mV; cependant, à cet endroit, la tension utile n'est que de 2,6 mV. Pour cette raison, il n'était pas seulement nécessaire de prévoir un translateur pour éliminer le point de réflexion, mais en même temps aussi un amplificateur destiné à élever le signal utile au-dessus du niveau de bruit.

L'hypsogramme (figure 2) indique la direction critique de transmission de Scuol à Compatsch. Il n'est valable que pour la fréquence supérieure de la bande à transmettre dans cette direction, soit 36 kHz.

La localité de Vinadi ne comprend qu'un restaurant, une maison d'habitation et un bureau de poste qui n'est desservi que quelques heures par jour.

En raison du manque de place, la construction d'un équipement amplificateur intermédiaire normal aurait provoqué quelques difficultés. En effet, l'installation normale d'alimentation en courant utilisée jusqu'ici exige proportionnellement beaucoup de place par rapport à l'amplificateur lui-même.

C'est pourquoi les PTT ont pris la décision d'utiliser un amplificateur transistorisé, mis au point par la maison *Hasler S.A. de Berne*.

Ainsi disparaissait le souci de l'alimentation en courant, puisque, c'est notoire, un des plus grands avantages des équipements transistorisés réside dans leur faible consommation de courant. Cela permet une téléalimentation économique des amplificateurs de ligne. De cette façon, la station amplificatrice intermédiaire n'a pas besoin de tous les agrégats nécessaires à une exploitation permanente, tels que redresseurs, batterie et groupe de secours avec toutes leurs installations de commutation.

3. Construction de principe de l'équipement amplificateur intermédiaire

Pour faire face à ce besoin de sept voies de transmission, on procéda de la manière suivante: entre Vinadi et Compatsch, nous l'avons vu, n'existent que deux lacets aériens. Il était exclu, à première vue, d'établir deux systèmes à courants porteurs, soit un sur chaque lacet, pour des raisons de diaphonie, car le couplage des deux lacets ne pouvait être suffisamment corrigé pour la bande de transmission relativement étroite des équipements à courants porteurs C5 (8-70 kHz). Même si l'on était

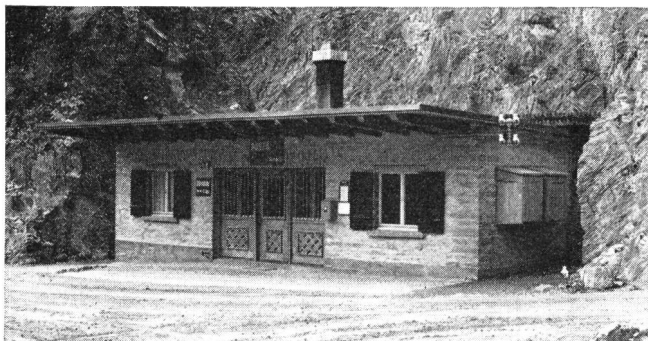


Fig. 3. Postbureau Vinadi, in welchem die Verstärker untergebracht sind
Bureau de poste de Vinadi où sont installés les amplificateurs

verstärker. Somit erübrigen sich in der Zwischenverstärkerstation sämtliche Aggregate, die für den unterbruchlosen Betrieb notwendig sind, wie Gleichrichter, Batterie und Notstromgruppe mit all den Umschalt-einrichtungen.

3. Grundsätzlicher Aufbau der Zwischenverstärkerausrüstung

Die Forderung nach sieben Verbindungswegen wurde auf folgende Weise erfüllt: Zwischen Vinadi und Compatsch bestehen, wie bereits ausgeführt, nur zwei Freileitungsschlaufen. Der Einsatz von zwei Trägergruppen, das heisst je einem Trägersystem auf jeder Schlaufe, musste aus nebensprechtechnischen Gründen von vornherein ausgeschlossen werden, da die Kopplung der beiden Schlaufen auch für das verhältnismässig schmale Übertragungsband der C-Trägerausrüstungen (8-70 kHz) nicht genügend korrigiert werden kann. Auch wenn es mit einem geeigneten Kreuzungsplan gelänge, die Nebensprechwerte auf das gewünschte Mass zu reduzieren, würden sich, besonders bei den Weitspannungen, die Durchhänge der Leitungsdrähte in Funktion der Temperatur derart verändern, dass auf lange Sicht keine Garantie für die Einhaltung einer genügenden Nebensprechdämpfung gegeben wäre. Noch grösser sind die Einflüsse mechanischer Einwirkungen, wie Schneelast und Rauhreif.

Deswegen konnte nur ein C-Trägersystem mit fünf Kanälen auf einer Schlaufe eingesetzt werden; die zweite Schlaufe wird als normale NF-Leitung verwendet. Um den siebenten Verbindungsweg zu erhalten, wurde dem C-Trägersystem ein normaler NF-Kanal unterlagert. In diesem besonderen Fall konnte das ohne weiteres geschehen, da es sich um eine Freileitung handelt und daher die Dämpfung der Sprechfrequenz klein ist. Von Vinadi bis Scuol stehen zur Zeit noch genügend pupinisierte NF-Aderpaare zur Verfügung, so dass auf diesem Leitungsabschnitt auf die Unterlagerung verzichtet werden konnte.

In *Figur 4* ist das Prinzipschema zur Gewinnung eines zusätzlichen, unterlagerten Verbindungsweges aufgezeichnet. Die Anordnung besteht im wesentlichen nur aus einer Frequenzweiche, die den NF-Kanal vom Übertragungsband der Trägerausrüstung

parvenu à réduire dans une mesure convenable la valeur de la diaphonie au moyen d'un plan de croisement approprié, les flèches des circuits subiraient de telles variations sous l'influence de la température, particulièrement dans les longues portées, qu'à longue échéance on ne pouvait accorder aucune garantie pour le maintien d'un affaiblissement suffisant de cette diaphonie. En outre, les influences mécaniques telles que le poids de la neige et le givre se font sentir encore davantage. C'est pourquoi on n'a établi qu'un seul système à 5 voies sur un lacet; le deuxième lacet fut utilisé comme circuit BF normal.

La septième voie est transmise en dessous de la bande de fréquence servant à la transmission du système à courants porteurs C5, sur la même paire. C'était facilement possible dans le cas particulier, puisqu'il s'agit d'une ligne aérienne et que l'affaiblissement des fréquences vocales est petit. Il existe actuellement encore suffisamment de paires BF pupinisées entre Vinadi et Scuol, de sorte qu'on a pu renoncer à ce procédé sur cette section du tracé.

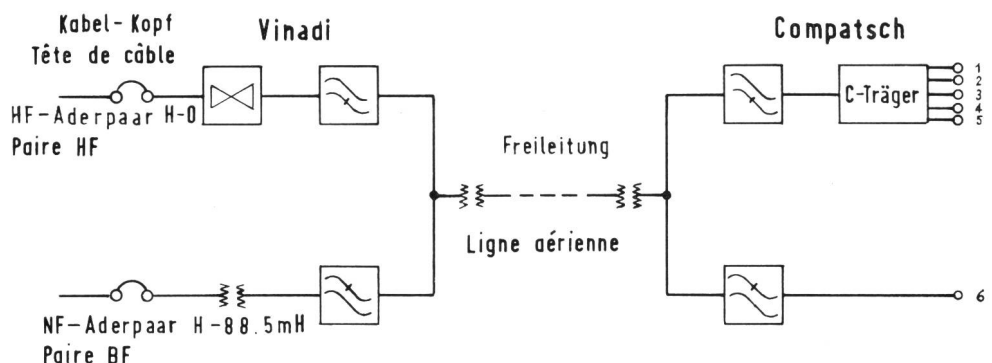
Le schéma de principe pour l'obtention d'une voie supplémentaire est représenté à la *figure 4*. Le principe consiste essentiellement en l'emploi d'un filtre d'aiguillage qui sépare la voie BF de la bande de transmission de l'équipement à courants porteurs. Ce circuit n'étant utilisé que pour la commutation de tarif, il n'a pas été nécessaire de l'équiper d'un signaleur.

4. La téléalimentation

On se proposait d'alimenter l'amplificateur intermédiaire au moyen de la paire utilisée pour la transmission du groupe porteur. La résistance ohmique du lacet de 1 mm était cependant trop élevée, et la tension d'alimentation à l'entrée du câble à Scuol aurait dépassé la valeur admissible de 70 V pour les installations à basse tension. Dans ce cas particulier, on utilisa un circuit fantôme grâce auquel la résistance de boucle fut réduite de moitié. La *figure 5* représente la connexion de principe de la téléalimentation.

La tension d'alimentation de 67 V en nombre rond est obtenue par la connexion en série d'un redresseur complémentaire à la batterie normale du central de Scuol. Une résistance variable est connectée en série

Fig. 4.
Prinzipielle Darstellung des unterlagerten Kanales auf dem Freileitungsstück
Représentation du principe de la voie BF transmise en commun avec le système à courants porteurs sur la section de ligne aérienne



trennt. Da dieser Verbindungsweg nur für die Tarifs-umschaltung verwendet wird, konnte auf eine zusätzliche Signalumsetzung verzichtet werden.

4. Die Fernspeisung

Zuerst wurde angestrebt, den Zwischenverstärker über das gleiche Aderpaar zu speisen, das auch zur Übertragung der Trägergruppe dient. Der Gleichstromwiderstand des nur 1 mm starken Aderpaares ist jedoch so gross, dass die Speisespannung am Eingang des Kabels in Scuol den für Niederspannungsanlagen zulässigen Wert von 70 V überstiegen hätte. In diesem besondern Falle wurde für die Speisung ein Phantomstromkreis eingesetzt, wodurch sich der Schleifenwiderstand auf die Hälfte verringerte. Die prinzipielle Schaltung der Fernspeisung zeigt *Figur 5*.

Die Speisespannung von rund 67 V in Scuol wird durch Serieschaltung eines Zusatzgleichrichters zur normalen Amtsbatterie erhalten. In Serie zum Verbraucher ist ein Regelwiderstand geschaltet. Dieser erlaubt, die temperaturabhängige Widerstandsveränderung des Kabels auszugleichen. Der Schaltungsaufbau zeigt, dass der Verstärker nicht mehr, wie bisher üblich, das gleiche Erdpotential aufweist, wie die Stationserde. Zwischen der Verstärkererde und der Stationserde tritt eine Spannung von rund 21,5 V auf, entsprechend dem Spannungsabfall eines Phantomzweiges. Die unbedingt nötige Betriebserde wird der Verstärkerschaltung über einen Kondensator zugeführt.

5. Der eigentliche Verstärker

Ein Zwischenverstärker für den Einsatz auf mit Getrenntlageverfahren betriebenen Aderpaaren besteht grundsätzlich aus zwei Frequenzweichen und zwei unabhängigen Verstärkern mit den zugehörigen Leitungsentzerrern. Die Frequenzweichen trennen die beiden Übertragungsrichtungen, so dass jede für sich verstärkt werden kann. Nach der Verstärkung werden die beiden Übertragungsbänder wieder vereinigt.

Da es sich bei dieser Anlage nur um einen Versuch handelte, mit dem Erfahrungen mit transistorisierten Ausrüstungen gesammelt werden sollen, wurde lediglich der Verstärkerbecher neu konstruiert; die übrigen Teile wurden in der normalen Ausführung der C-5-Trägeranlagen belassen.

Figur 6 zeigt den schematischen Aufbau des transistorisierten Verstärkers. Sein Vorgänger, der röhren-

pour permettre la compensation des variations de résistance du câble provoquées par les changements de température. Le schéma de connexion démontre que l'amplificateur n'a plus, comme jusqu'ici, le même potentiel de terre que celui de la station. Entre la terre de l'amplificateur et celle de la station apparaît une tension d'environ 21,5 V, correspondant à la chute de tension d'un circuit fantôme. La terre absolument nécessaire à l'exploitation est connectée à l'amplificateur à travers un condensateur.

5. L'amplificateur

Un amplificateur intermédiaire utilisé sur des paires exploitées selon le procédé de transmission à bande de fréquences séparée se compose essentiellement de deux filtres d'aiguillage et de deux amplificateurs indépendants avec leurs correcteurs de ligne respectifs. Les deux filtres d'aiguillage séparent les deux sens de transmission, de manière que chacun puisse être amplifié séparément. Après amplification, les deux bandes de transmission sont de nouveau réunies.

Comme il ne s'agissait, dans cette installation, que d'un essai en vue de rassembler des expériences sur les équipements transistorisés, seul le boîtier de l'amplificateur a fait l'objet d'une nouvelle construction. Les autres parties ont été conservées dans l'exécution normale des installations à courants porteurs C5. La *figure 6* montre de façon schématique la construction de l'amplificateur transistorisé. Son prédécesseur, l'amplificateur à tubes, comprenait deux tubes. On constate dans ce schéma que le prototype contient 5 transistors.

Le calcul comparatif des deux amplificateurs est éloquent par lui-même : Puissance absorbée de l'amplificateur à tubes :

a) anode 220 V =	18 mA = 3,96 W
b) chauffage 6,3 V	0,9 A \cong 5,67 W
	en tout 9,63 W

Puissance absorbée de l'amplificateur à transistors :
24 V 24 mA = 058 W

La consommation de courant est donc environ 16 fois moindre. Ce seul fait déjà rend l'expérience d'une téléalimentation intéressante au point de vue économique.

Le signal utile parvient au circuit d'entrée du premier transistor par l'intermédiaire du transformateur

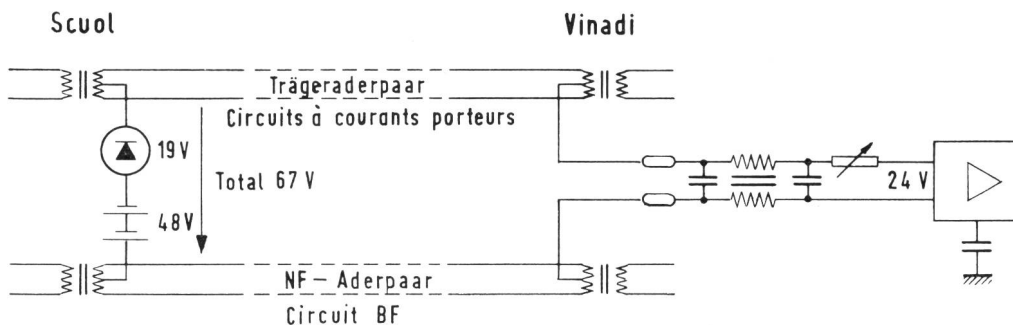


Fig. 5.
Prinzipschaltung der Fernspeisung des Verstärkers von Scuol aus
Connexion de principe de la téléalimentation de l'amplificateur depuis Scuol

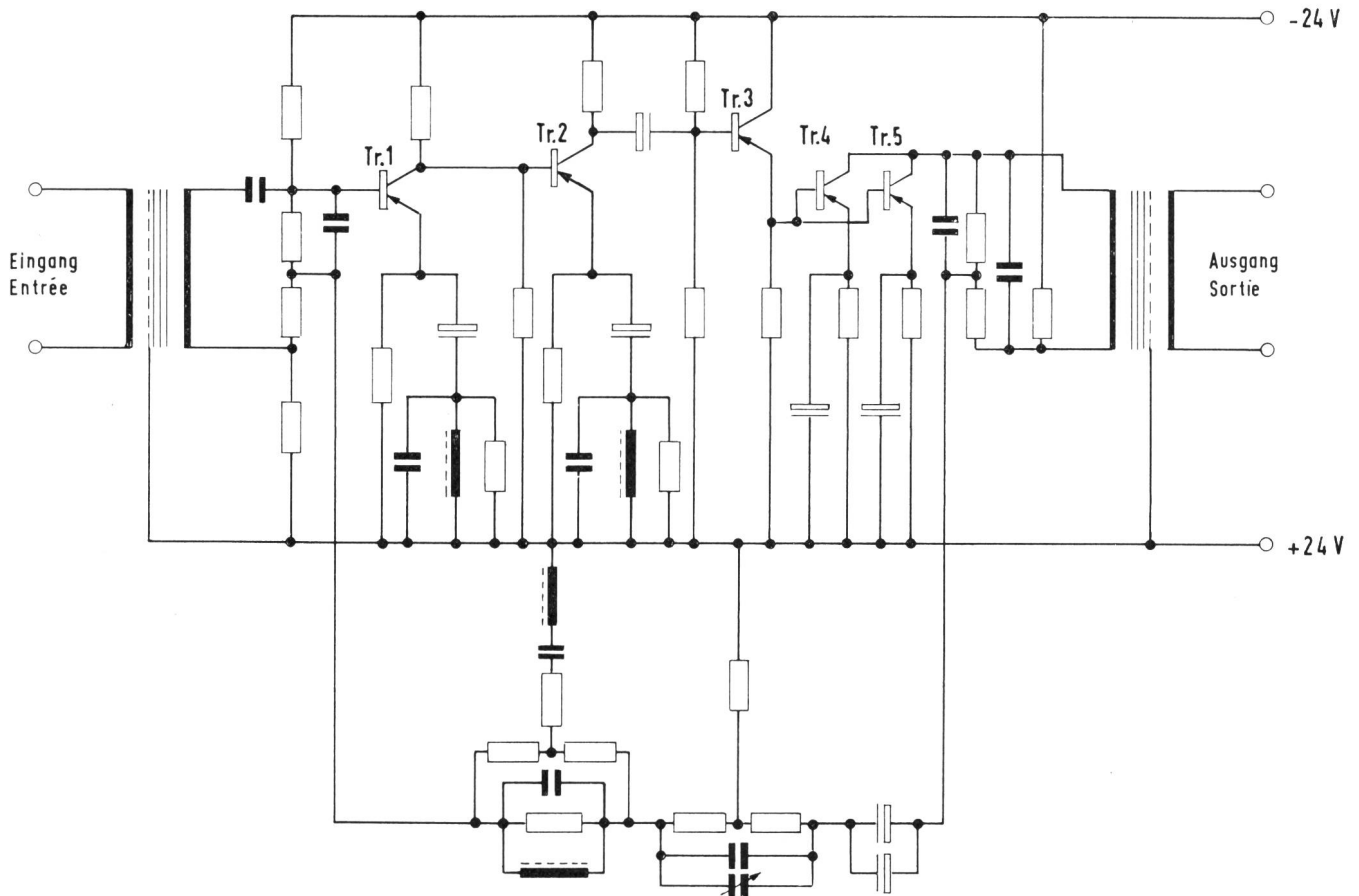


Fig. 6. Aufbau des transistorisierten Verstärkers - Construction de l'amplificateur transistorisé

bestückte Verstärker, hat zwei Röhren. Aus dem Schema ist ersichtlich, dass der Versuchstyp fünf Transistoren aufweist.

Die Vergleichsrechnung an diesen beiden Verstärkern spricht für sich:

Leistungsaufnahme des Röhrenverstärkers:			
a) Anode	220 V	= 18 mA	= 3,96 W
b) Heizung	6,3 V \sim	= 0,9 A	\cong 5,67 W
			Im gesamten \cong <u>9,63 W</u>

Leistungsaufnahme des Transistorverstärkers:			
24 V	24 mA	\cong	<u>0,58 W</u>

Die Leistungsaufnahme ist also rund 16 mal geringer. Erst diese Tatsache macht den Versuch einer Fernspeisung wirtschaftlich interessant.

Über den Eingangstransformator gelangt das Nutzsignal auf den Eingangskreis des ersten Transistors. Dieser arbeitet in der Emitterbasis-Schaltung. Die Signalspannung bewirkt, dass der Basis ein dem Signal entsprechender Wechselstrom überlagert wird. Mit diesem Basisstrom wird der Kollektorstrom gesteuert. Der letztere erzeugt im Widerstand, der im Kollektorstromkreis liegt, eine verstärkte Wechselspannung. Sie wird in direkter galvanischer Kopplung der Basis des zweiten Transistors zugeführt. Die Signalspannung, die am Kollektorwiderstand des zweiten Transistors auftritt, wird kapazitiv auf die Basis des dritten Transistors gekoppelt. Dieser arbei-

d'entrée. Ce transistor travaille en montage émetteur commun. La tension de signalisation a pour conséquence qu'au courant de base est superposé un courant alternatif correspondant au signal. Ce courant de base contrôle le courant collecteur. Ce dernier produit dans la résistance de charge du circuit collecteur une tension alternative amplifiée. Elle est amenée par couplage galvanique direct à la base du second transistor. La tension de signalisation qui apparaît à la résistance du collecteur du second transistor est couplée capacitivement à la base du troisième transistor. Celui-ci travaille en montage appelé collecteur commun. La résistance de travail de cet étage se trouve dans le circuit de l'émetteur. Le quatrième et dernier étage est constitué par deux transistors connectés en parallèle. Il travaille également en montage émetteur commun. Sa base est aussi alimentée à l'aide d'un couplage galvanique. Dans le circuit du collecteur se trouve le transformateur de sortie. Il a pour tâche de réduire l'impédance de sortie à 150 ohms. La contre-réaction combinée de tension et de courant sur les deux circuits des émetteurs des deux premiers étages ainsi que du translateur de sortie sur l'entrée du premier étage donnent lieu d'une part à une caractéristique de fréquence ascendante voulue (figure 7), d'autre part à une amélioration du coefficient de distorsion harmonique, selon la figure 8.

La contre-réaction sur plusieurs étages n'est pas tout à fait sans risques, car, par suite du déphasage,

tet in sogenannter Kollektor-Basisschaltung. Der Arbeitswiderstand dieser Stufe ist im Emittierstromkreis. Die vierte und letzte Stufe ist aus zwei parallel geschalteten Transistoren gebildet. Sie arbeitet wieder in der Emittier-Basisschaltung. Ihre Basis wird erneut mit Hilfe einer galvanischen Kopplung direkt bedient. Im Kollektorstromkreis befindet sich der Ausgangstransformator. Er übernimmt die Aufgabe, die Ausgangsimpedanz auf 150Ω zu reduzieren.

Die kombinierte Spannungs- und Stromgegenkopplung auf den beiden Emittierkreisen der ersten beiden Stufen und vom Ausgangsübertrager auf den Eingang der ersten Stufe, ergibt einerseits den absichtlich ansteigenden Frequenzgang (Figur 7), andererseits eine Verbesserung des Klirrfaktors, gemäss Figur 8.

Die Gegenkopplung über mehrere Stufen ist nicht ganz ohne Tücken, da, infolge der Phasendrehung das Gegenteil, eine Rückkopplung, eintreten kann. Das ist besonders dann der Fall, wenn der Ausgang des Verstärkers kurz- oder überhaupt nicht abgeschlossen ist. Der Verstärker darf auch in diesen beiden extremen Fällen nicht sich selbst erregen.

Die recht hohe Gegenkopplung von rund 4 N bewirkt ausserdem eine sehr hohe Unempfindlichkeit gegenüber Speisespannungsschwankungen. Wird diese um $\pm 20\%$ verändert, dann schwankt der Ausgangspegel weniger als 0,01 N.

Im verwendeten Verstärker wurden nur Silizium-Transistoren eingesetzt. Diesem Umstand ist es zu verdanken, dass das Gerät auch bei den extremsten Temperaturen noch einwandfrei arbeitet. Die Temperaturgrenzen sind nicht durch die Transistoren, sondern durch die Kondensatoren gegeben und betragen -30° bis $+85^\circ \text{C}$. Dieser Bereich genügt für unsere Verhältnisse. Bei einer Änderung der Umgebungstemperatur von 20°C wurden kleinere Abweichungen als 0,01 N vom Sollwert festgestellt.

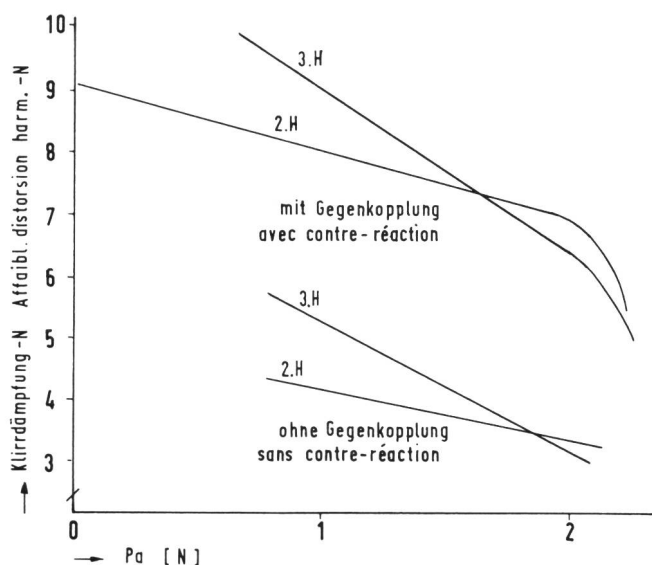


Fig. 8. Klirrdämpfung in Funktion der Ausgangsleistung
Affaiblissement de la distortion harmonique en fonction de la puissance de sortie

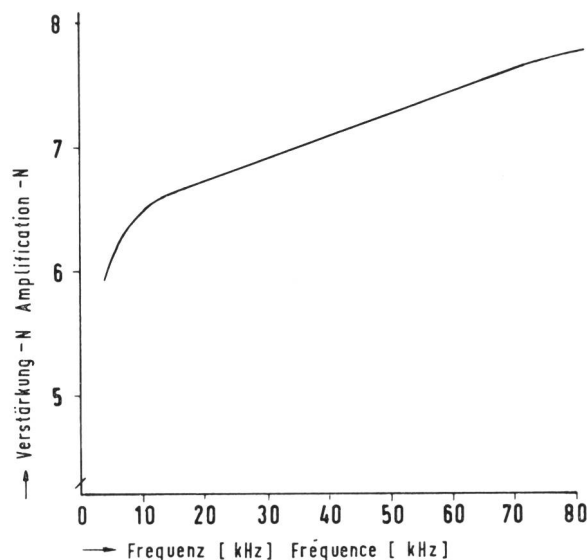


Fig. 7. Verstärkung in Funktion der Frequenz
Amplification en fonction de la fréquence

il peut se produire au contraire une réaction. C'est particulièrement le cas lorsque la sortie du transformateur est court-circuitée ou sans terminaison. L'amplificateur ne doit pas présenter d'auto-excitation dans ces deux cas extrêmes.

La contre-réaction assez considérable de 4 N en nombre rond provoque, d'autre part, une insensibilité très élevée contre les variations de la tension d'alimentation. Si celle-ci varie de $\pm 20\%$, le niveau de sortie n'est modifié que de moins de 0,01 N.

Dans l'amplificateur utilisé, on n'a incorporé que des transistors au silicium. Ainsi, l'appareil travaille encore parfaitement aux températures extrêmes. Les limites de températures ne sont pas données par les transistors, mais par les condensateurs et vont de -30 à $+85^\circ \text{C}$. Ces limites sont suffisantes pour nos conditions. Lors d'une variation de la température ambiante de 20°C , on n'a constaté que des différences plus petites que 0,01 N de la valeur nominale.

6. Expériences d'exploitation

Cet amplificateur intermédiaire est maintenu en service depuis juin 1959 sans avoir subi aucun dérangement. On a remarqué uniquement, peu après la mise en service, quelques dérangements désagréables, tels qu'un bruit élevé par moments sur les voies et l'apparition de fausses impulsions.

Une analyse approfondie révéla que l'amplificateur transistorisé était l'objet d'une surcharge. De ce fait, les produits de l'intermodulation étaient souvent si élevés que les signaux des autres voies se déclenchaient.

Lors de la commutation du réseau de toute la vallée sur l'exploitation automatique, on utilisa exclusivement de nouveaux appareils d'abonnés. Des mesures ont démontré que la puissance de ces derniers est jusqu'à 1 N plus élevée que celle des anciennes stations. Lors des conversations échangées à voix forte, particulièrement dans les consonnes sif-

6. Betriebserfahrungen

Der Zwischenverstärker ist nun seit Juni 1959 ohne irgendwelche Störung im Betrieb. Lediglich kurz nach der Einschaltung machten sich recht unliebsame Störungen bemerkbar, wie zeitweise grosses Geräusch auf den Sprechkanälen und Auftreten von Fehlimpulsen. Eine Untersuchung der Anlage ergab damals, dass der transistorisierte Verstärker zeitweise übersteuert wurde. Dabei waren die Intermodulationsprodukte oft so stark, dass die Signalempfänger der andern Kanäle ansprachen.

Bei der Umstellung der ganzen Talschaft auf automatischen Betrieb wurden ausschliesslich die neuen Teilnehmerstationen verwendet. Messungen haben nämlich gezeigt, dass diese bis zu 1 N mehr Leistung abgeben als die alten Stationen. Bei starker Besprechung treten, besonders bei Zischlauten – wie dem «tsch» von Compatsch –, hohe Spannungsspitzen auf. Durch den Einbau eines wirksamen Begrenzers in jeden Kanaleingang konnten diese Störungen beseitigt werden. Diese Begrenzer haben auf ein normales Gespräch keinen Einfluss, verhindern aber sicher jede Überlastung des Übertragungssystems. Solche Überlastungen stammten in erster Linie von Abonnenten, deren Teilnehmerstationen sich in unmittelbarer Nähe der Zentrale befinden. Dies lässt den Wunsch aufkommen, dass künftig Teilnehmerstationen in ihrer Leistung, entsprechend der Länge der Abonnentenleitung, regulierbar sein sollten. Diesem Umstand wird bei der Entwicklung auch Rechnung getragen.

Alle Sprechverbindungen sind über die Trägersausrüstung geschaltet. Sollte sie aus irgendeinem Grunde einmal ausfallen, wäre das ganze Tal ohne telephonische Verbindung. Dann würde der galvanische Stromkreis, der im normalen Fall der Tarifumschaltung dient, automatisch auf LB-Betrieb umgeschaltet. Diese Leitung mündet in Scuol auf einem Fernplatz ein, in Compatsch auf eine LB-Station in der Zentrale und parallel dazu beim Störungsbeheber. So ist wenigstens eine Verbindung sichergestellt.

7. Auswertung

Bei der Inbetriebsetzung des voranstehend beschriebenen, transistorisierten Verstärkers konnten wertvolle Erfahrungen gesammelt werden. Diese werden, zusammen mit den Betriebserfahrungen, bei der Weiterentwicklung derartiger Verstärker wertvolle Dienste leisten.

Der nächste Schritt wird das Eingraben solcher Verstärker in den Boden sein. Zur Verwirklichung dieser Absicht sind folgende Voraussetzungen unerlässlich:

1. Wirtschaftliche Gestaltung der Fernspeisung über die normalen Aderpaare oder Phantomleitungen;
2. sehr grosse Betriebssicherheit;

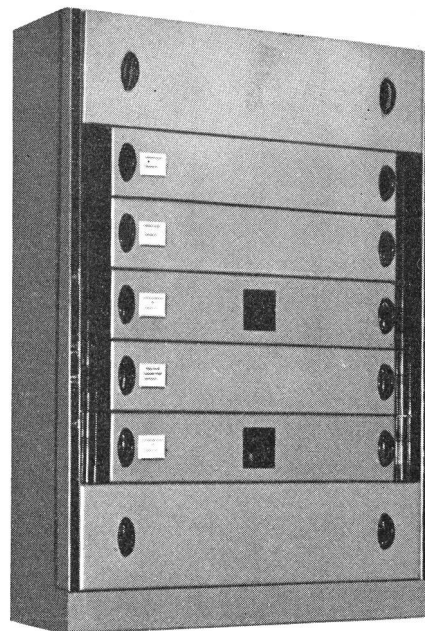


Fig. 9. Ansicht des Verstärkers mit den zugehörigen Weichen und Übertragern (Wandmontage)
Vue de l'amplificateur avec ses filtres et ses translateurs (montage mural)

flantes comme le «tsch» de Compatsch, il se produit des pointes de tension. Ces dérangements purent être éliminés au moyen de l'intercalation d'un limiteur efficace à l'entrée de chaque voie. Ces limiteurs n'ont aucune influence sur une conversation normale, mais évitent avec sûreté toute surcharge du système de transmission. De telles surcharges provenaient en premier lieu d'abonnés dont l'appareil se trouvait dans le voisinage immédiat du central. Il est souhaitable, par conséquent, que la puissance des postes d'abonnés soit à l'avenir réglable en fonction de la longueur de la ligne. Il sera tenu compte de cet état de choses lors du développement futur.

Toutes les conversations passent par l'équipement à courants porteurs. Si celui-ci venait, pour une raison quelconque, à tomber en panne, la vallée serait privée de téléphone. Le circuit galvanique, qui normalement sert à la commutation de tarif, serait alors automatiquement commuté sur l'exploitation BL. Ce circuit apparaît à Scuol sur une position interurbaine et à Compatsch sur un appareil BL branché en parallèle chez le leveur de dérangements. De cette manière, une liaison au moins est assurée.

7. Résultats

La mise en service de cet amplificateur transistorisé a permis de faire d'intéressantes expériences. Ces dernières, ainsi que celles faites pendant la durée d'exploitation, seront d'une très grande utilité pour le développement ultérieur des amplificateurs à large bande transistorisés.

L'étape suivante consistera en la mise sous terre des amplificateurs de ce type. Afin de permettre la réalisation de ce projet, il est indispensable que les conditions suivantes soient remplies:

3. Unempfindlichkeit gegenüber der Bodenfeuchtigkeit;
4. Sicherheit in bezug auf Überspannungen, die durch induktive Beeinflussung oder durch Blitzschläge auftreten können.

Das Herabsetzen des Verstärkungsgrades oder das Verkürzen des Verstärkerfeldes bedingt eine grössere Zahl von Verstärkern, die aber im Aufbau einfacher und im Stromverbrauch bescheidener sein werden. Zwischen den beiden Extremfällen – grosse Verstärkerfeldlänge und ganz kleine Verstärkerfeldlänge – liegt die wirtschaftlichste Lösung. Diese ist natürlich noch von der Art des Kabels und der Breite des zu übertragenden Bandes abhängig.

Die Benützung hochwertiger Bauteile und die Anwendung besonderer Schaltungen gewährleisten eine sehr hohe Betriebssicherheit. Bei solchen Verstärkern kann auf den Unterhalt weitgehend verzichtet werden, das heisst, sie eignen sich zum Eingraben. Dadurch werden die teuren Zweckbauten für die Zwischenverstärkerstationen überflüssig.

Die eingegrabenen Verstärker sind nur geringen Temperaturschwankungen unterworfen, sie müssen aber gegen Feuchtigkeit entsprechend geschützt werden.

Der Schutz gegen Überspannungen erfordert eine gute Isolation des ganzen Verstärkeraufbaues gegenüber Erde. Der Verstärker selbst ist durch die Fernspeisung galvanisch mit den Kabeladern verbunden.

Bei entsprechendem Einsatz solcher Verstärker lassen sich die Nebensprech- und Geräuschbedingungen besser als mit der bisherigen Technik einhalten. Es ist zu hoffen, dass so die Qualität gehoben werden kann und sich die Übertragungstechnik noch wirtschaftlicher gestalten lässt.

1. conception rationnelle de la téléalimentation sur les paires réelles ou des circuits fantômes;
2. très grande sécurité de fonctionnement;
3. insensibilité à l'humidité du sol;
4. sécurité contre les surtensions provoquées par des courants induits ou par la foudre.

La diminution du gain ou la réduction de la section d'amplification obligent d'augmenter le nombre d'amplificateurs, qui toutefois seront plus simples dans leur construction et n'exigent qu'une faible consommation de courant. La solution la plus économique se trouve entre les deux extrêmes – longue section ou très courte section d'amplification. Cette solution dépend encore, cela va de soi, du genre de câble et de la bande de fréquences à transmettre.

L'emploi de matériaux de haute qualité et l'usage de montages particuliers assurent une grande sûreté de fonctionnement. On peut renoncer dans une large mesure à l'entretien des amplificateurs de ce genre, c'est pourquoi ils se prêtent à la mise sous terre.

Ainsi les coûteux bâtiments «ad hoc» pour les stations amplificatrices intermédiaires deviennent superflus.

Les amplificateurs enterrés ne sont soumis qu'à de minimes changements de température, mais doivent par contre être protégés contre l'humidité.

La protection contre les surtensions exige un bon isolement de tout l'ensemble amplificateur contre la terre. L'amplificateur lui-même est relié galvaniquement par la téléalimentation aux conducteurs du câble.

Si ces équipements sont employés judicieusement, les conditions de diaphonie et de bruit seront mieux observées qu'avec la technique actuelle. Il faut espérer qu'on pourra ainsi améliorer la qualité et que la technique de la transmission sera conçue de manière encore plus économique.