

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 42 (1964)

Heft: 6

Artikel: C-45-Trägerfrequenzsystem zur Übertragung auf Richtstrahlverbindungen = Système de transmission à courants porteurs C 45 sur faisceau herzien

Autor: Bienz, W. / Meyer, K.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875167>

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

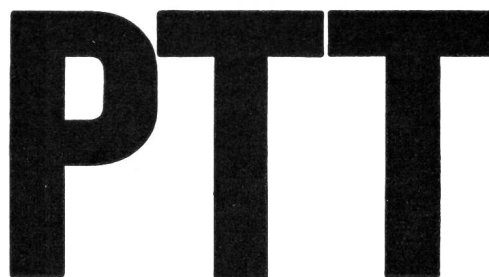
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.03.2026

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

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE



BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von den Schweizerischen Post-, Telefon- und Telegraphen-Betrieben - Publié par l'entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses. - Pubblicato dall'Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

W. Bienz und K. Meyer, Bern

621.395.44:621.396.43

C-45-Trägerfrequenzsystem zur Übertragung auf Richtstrahlverbindungen Système de transmission à courants porteurs C 45 sur faisceau hertzien

Zusammenfassung. Zur vorübergehenden Überbrückung von Telephonkabeln (während Entpuppinisierungs- und Abgleichsarbeiten usw.) wurde eine Frequenzumsetzerausrüstung entwickelt. Neun normale C-5-Trägerfrequenzsysteme, also 45 Kanäle, werden zusammengefasst und frequenzmässig in das Grundband 60...532 kHz verschoben. Die Übertragung erfolgt mit der Richtstrahlanlage KTR 1000 G der Firma Raytheon. Nach Abschluss der Überbrückungsmassnahmen können die eingesetzten C-5-Endausrüstungen für den endgültigen Kabelbetrieb weiterverwendet werden, während die C-45-Gruppenumsetzer und die Richtstrahlanlage für weitere Einsätze zur Verfügung stehen. Die Betriebserfahrungen mit dieser C-45-Mehrkanalausrüstung auf Richtstrahlverbindungen sind gut, unter der Voraussetzung einer gesicherten Stromversorgung für die Terminal- und Relaisstationen.

Résumé. Pour remplacer temporairement des câbles téléphoniques (pendant des travaux de dépupinisation et d'équilibrage), on a mis au point un équipement à transposition de fréquence. Neuf systèmes C 5 normaux à courants porteurs, c'est-à-dire 45 voies, sont réunis et déplacés en fréquence dans la bande fondamentale 60...532 kHz. La transmission se fait à l'aide de l'installation de faisceaux hertziens KTR 1000 G de la maison Raytheon. Lorsque les travaux sont terminés, les équipements terminaux C 5 peuvent être employés pour le service définitif en câble. Les transpositeurs de groupes C 45 et l'installation de faisceaux hertziens sont disponibles pour de nouveaux emplois. Les expériences faites dans l'exploitation avec cet équipement C 45 sur des liaisons par faisceaux hertziens sont bonnes, pour autant que l'alimentation en énergie des stations terminales et stations-relais soit assurée.

Riassunto. Sistema a correnti vettrici C 45 per trasmissioni su ponte radio. È stata messa a punto un'apparecchiatura di conversione di frequenza che permette di sostituire temporaneamente dei cavi telefonici (durante lavori di spuinizzazione, di bilanciamento, ecc.). Nove sistemi normali a vettrici C 5, cioè 45 canali, vengono riuniti e trasferiti in frequenza nella gamma fondamentale da 60 a 532 kHz. La trasmissione avviene tramite il ponte radio KTR 1000 G Raytheon. Terminato l'esercizio temporaneo per ponte radio, gli equipaggiamenti terminali C 5 saranno utilizzati a titolo definitivo sul cavo riattivato; il convertitore di gruppo C 45 e l'apparecchiatura del ponte radio potranno essere trasferiti altrove. Le esperienze fatte finora con l'equipaggiamento C 45 sono buone, a condizione che l'alimentazione in corrente delle stazioni terminali e ripetitrici sia assicurata.

1. Verwendungszweck

Im schweizerischen Trägertelephonienetz werden zur Mehrfachausnützung der Kabel im Bereich von etwa 15...70 km Trägerfrequenzsysteme C 5 verwendet. Sie erlauben die gleichzeitige Übertragung von 5 Kanälen im Bereich von 12...36 kHz beziehungsweise 42...70 kHz im Zweidraht-Zweiband-Getrenntlageverfahren¹.

¹ J. Jacot: Systèmes à courants porteurs pour courtes distances. Technische Mitteilungen PTT, 33 (1955), Nr. 1, S. 8...17 und Nr. 2, S. 70...83.

F. Locher, J. Valloton, W. Herrensberger: Ein neues Trägerfrequenzsystem für kurze Distanzen. Technische Mitteilungen PTT, 30 (1952), Nr. 5, S. 161...167.

1. Utilisation

Dans le réseau suisse de téléphonie à courants porteurs, on utilise, afin d'augmenter la capacité des câbles de 15...70 km, les systèmes à courants porteurs C 5. Ils permettent la transmission simultanée de 5 voies dans les plages de fréquences de 15...36 kHz pour un sens de transmission et respectivement de 42...72 kHz pour l'autre sens.¹

¹ J. Jacot: Systèmes à courants porteurs pour courtes distances. Bulletin Technique PTT, 33 (1955), No 1, p. 8...17 et No 2, p. 70...83.

F. Locher, J. Valloton, W. Herrensberger: Un nouveau système à courants porteurs pour courtes distances. Bulletin Technique PTT, 30 (1952), No 5, p. 161...167.

Ist nun ein Kabel, das bisher bloss NF-mässig benützt wurde, für die Übertragung von C-Trägerfrequenzsystemen vorgesehen, so muss es entpupiniert und abgeglichen werden. Diese Arbeiten bedingen eine vorübergehende Ausschaltung des betreffenden Kabels. Die dadurch entstehende Verkehrsbeschränkung ist in den meisten Fällen untragbar, so dass komplizierte Umweschaltungen notwendig sind. Infolge der allgemein starken Belegung des Fernleitungsnetzes bestehen oft gar keine Möglichkeiten zur Ersatzschaltung.

Man hat deshalb nach einer Überbrückung mit einer Richtstrahlverbindung gesucht. Da es gilt, eine grössere Zahl von Leitungen zu ersetzen, muss diese Richtstrahlverbindung mit einer Mehrkanalanrüstung ergänzt werden. Diese Mehrkanalanlage sollte vom bestehenden C-5-System ausgehen, damit später dessen Endausrüstung auch im endgültigen Betrieb verwendet werden kann. Die Firma *Hasler AG*, Bern, hat in Zusammenarbeit mit der Generaldirektion PTT eine Umsetzerausrüstung entwickelt, die, auf dem normalen C-5-System basierend, 9 C-5-Kanalgruppen zu einer C-45-Kanalgruppe zusammenfasst. Diese Gruppenumsetzerausrüstung sowie die Richtstrahlanlage werden im Folgenden näher beschrieben.

2. Die C-45-Gruppenumsetzung

2.1 Modulationsplan (Fig. 1)

In Anbetracht der grossen, nutzbaren Bandbreite der verwendeten Richtstrahlanlage konnte der Mo-

Lorsqu'il est décidé d'introduire des systèmes à courants porteurs C dans un câble utilisé en BF, on doit prévoir la dépupinisation et l'équilibrage de paires convenablement choisies. Durant ces travaux, il convient de libérer une partie du câble considéré. Cela entraîne dans la plupart des cas une limitation du trafic, aussi est-il indispensable d'établir des connexions de détournement souvent compliquées. Le réseau interurbain étant généralement surchargé, il n'existe souvent aucune possibilité d'établir une connexion par voie détournée.

C'est pourquoi nous avons cherché à établir un faisceau provisoire avec une liaison hertzienne. Comme il s'agit de remplacer un grand nombre de lignes, il est nécessaire d'avoir recours à un équipement à voies multiples. Ce dernier devra se terminer par les systèmes C 5 existants, lesquels serviront plus tard d'équipements terminaux à la mise en exploitation définitive sur le câble. La maison *Hasler SA* de Berne a développé, en collaboration avec la direction générale des PTT, un équipement de modulation de systèmes C 5 utilisant 9 groupes de 5 voies pour former un groupe de 45 voies. Cet équipement terminal, ainsi que celui de la liaison hertzienne, est décrit ci-après.

2. La modulation de groupes C 45

2.1 Plan de modulation (fig. 1)

Etant donnée la grande largeur de bande de l'installation à faisceau hertzien utilisée, il a été possible d'établir un plan de modulation de façon que les filtres

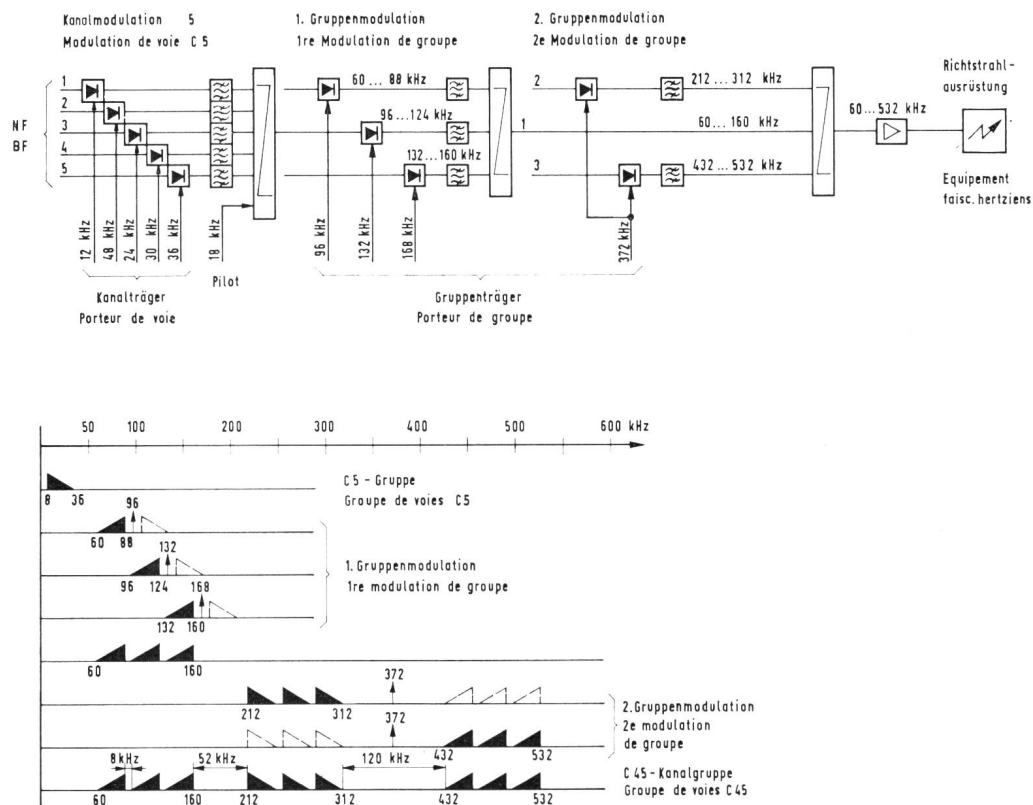


Fig. 1
Modulationsplan der C-45-Gruppenumsetzung – Modulation de groupes des C-45

dulationsplan so ausgelegt werden, dass die erforderlichen Filter verhältnismässig einfach sind und ein Minimum an Trägerfrequenzen benötigt wird.

Die C-45-Kanalgruppe wird folgendermassen gebildet: Die 5 Kanäle des C-5-Systems belegen den Frequenzbereich von 8...36 kHz (Bandbreite des einzelnen NF-Kanals: 0,3...3,4 kHz, Kanalabstand: 6 kHz).

Je eine 5er-Kanalgruppe wird mit den Trägerfrequenzen 96, 132 und 168 kHz in der 1. Gruppenmodulation unter Benützung des unteren Seitenbandes in den Frequenzbereich 60...88, 96...124 beziehungsweise 132...160 kHz verschoben. Diese $3 \times 5 = 15$ Kanäle belegen nach der Umsetzung den Bereich von 60...160 kHz.

In der 2. Gruppenmodulation werden zwei weitere, derart gebildete 15er-Gruppen mit einer Trägerfrequenz von 372 kHz unter Benützung der beiden Seitenbänder in die Frequenzlage von 212...312 beziehungsweise 432...532 kHz umgesetzt.

Die 45 Kanäle belegen also den Bereich von 60...532 kHz.

Die HF-Übertragung über die Richtstrahlverbindung geschieht 4drähtig, das heisst der Sende- und Empfangsrichtung sind getrennte Kanäle zugeordnet.

2.2 Prinzip der Schaltung (Fig. 2)

Sendeseitig wird der HF-Ausgang von je 5 Kanälen an der Zusammenschaltung (Pegelpunkt -4,6 Nr) der C-5-Trägerendausrüstung abgenommen und der 1. Gruppenmodulation der C-45-Umsetzerausrüstung zugeführt. Das umgesetzte HF-Signal von 3×5 Kanälen gelangt über eine Differentialschaltung in die 2. Gruppenmodulationsstufe. In einer weiteren Zusammenschaltung werden die entstandenen 3 Gruppen zu je 15 Kanälen vereinigt und dem gemeinsamen Sendeverstärker mit Pegelregulierung zugeführt. Der Ausgang dieses Flachverstärkers (Sendepegel -1,7 Nr) ist mit der Richtstrahlausrüstung verbunden.

Auf der Empfangsseite kommt das Signal des Grundbandes von der Richtstrahlausrüstung über eine Dämpfungsregulierung in die Empfangszusammenschaltung des C-45-Umsetzergestells. In der 2. Gruppenmodulation werden die 3 Gruppen zu je 15 Kanälen gebildet, welche dann getrennt über die betreffenden Entkopplungsschaltungen in die 1. Gruppenmodulation gelangen. Dort erfolgt die Verschiebung in die Frequenzlage der C-5er-Gruppen. Die entstandenen neun C-5-Gruppen mit einem Pegel von -0,5 Nr werden schliesslich wieder der normalen C-5-Endausrüstung zugeführt, wo sie in die Niederfrequenzlage demoduliert werden.

Die Frequenzumsetzer arbeiten nach dem klassischen Prinzip des Ringmodulators (Einseitenband-Amplitudenmodulation, mit unterdrücktem Träger)². Unerwünschte Seitenbänder werden in Bandpass- oder Tiefpassfiltern unterdrückt, Gruppenverstärker kom-

necessaires restent relativement simples et que les fréquences porteuses soient réduites à un minimum.

La formation des voies du groupe C 45 s'obtient de la manière suivante:

- les 5 voies du système C 5 occupent la plage de fréquences de 8...36 kHz (la largeur de la bande de voie BF étant de 0,3...3,4 kHz et la distance entre voies 6 kHz).
- chacun des groupes de 5 voies sera déplacé, à l'aide des fréquences porteuses 96, 132 et 168 kHz, par une première modulation utilisant la bande latérale inférieure. Nous obtenons avec ces 3 porteuses les bandes 60...88, 96...124 et 132...160 kHz. Ces $3 \times 5 = 15$ voies couvrent la bande des fréquences de 60...160 kHz.
- Dans une deuxième modulation, 2 groupes de 15 voies de première modulation sont déplacés par la fréquence porteuse 372 kHz, pour l'un dans la bande latérale inférieure 212...312 kHz et pour l'autre dans la bande supérieure 432...532 kHz. Les 45 voies sont ainsi réparties dans le spectre des 60...532 kHz.

La transmission HF sur le faisceau hertzien s'effectue en 4 fils, c'est-à-dire que les sens émission et réception sont séparés dans l'ordre des voies.

2.2 Principe de connexion (fig. 2)

La sortie HF côté émission de chaque groupe de 5 voies de l'unité de couplage (au point -4,6 Nr) sera séparée de l'équipement terminal C 5 et introduite pour la première modulation de groupe dans l'équipement de modulation C 45. Le signal HF transposé, de 3×5 voies, passe par une unité différentielle pour la deuxième modulation de groupe. Trois groupes formés de 15 voies chacun sont introduits dans l'unité suivante de couplage pour être cheminés dans l'amplificateur réglable d'émission. La sortie de cet amplificateur à bande plate (niveau d'émission -1,7 Nr) est connectée à l'équipement du faisceau hertzien.

Côté réception, on reçoit le signal de la bande de base de l'équipement hertzien dans l'unité de couplage de réception, à atténuation réglable, du bâti de modulation C 45.

Les trois groupes de 15 voies chacun sont formés dans le deuxième groupe de démodulation; ils sont ensuite séparés dans un circuit de découplage et injectés dans le premier groupe de démodulation, où a lieu le déplacement dans la plage des fréquences de groupes C 5.

Les 9 groupes C 5 résultant, au niveau -0,5 Nr, sont enfin introduits dans l'équipement terminal C 5 où est réalisée la conversion en BF.

Les modulateurs travaillent d'après le principe bien connu du modulateur en anneau (modulation d'amplitude à bande latérale unique avec suppression du porteur)².

La bande latérale indésirable est éliminée dans le filtre passe-bande ou passe-bas. Un amplificateur de

² W. Bienz: 8-Kanal-Trägerfrequenzsystem für kurze Distanzen. Technische Mitteilungen PTT 40 (1962), Nr. 7, S. 218...227.

² W. Bienz: Système à fréquences porteuses à 8 voies pour courtes distances. Bulletin Technique PTT 40 (1962), No 7, p. 218...227.

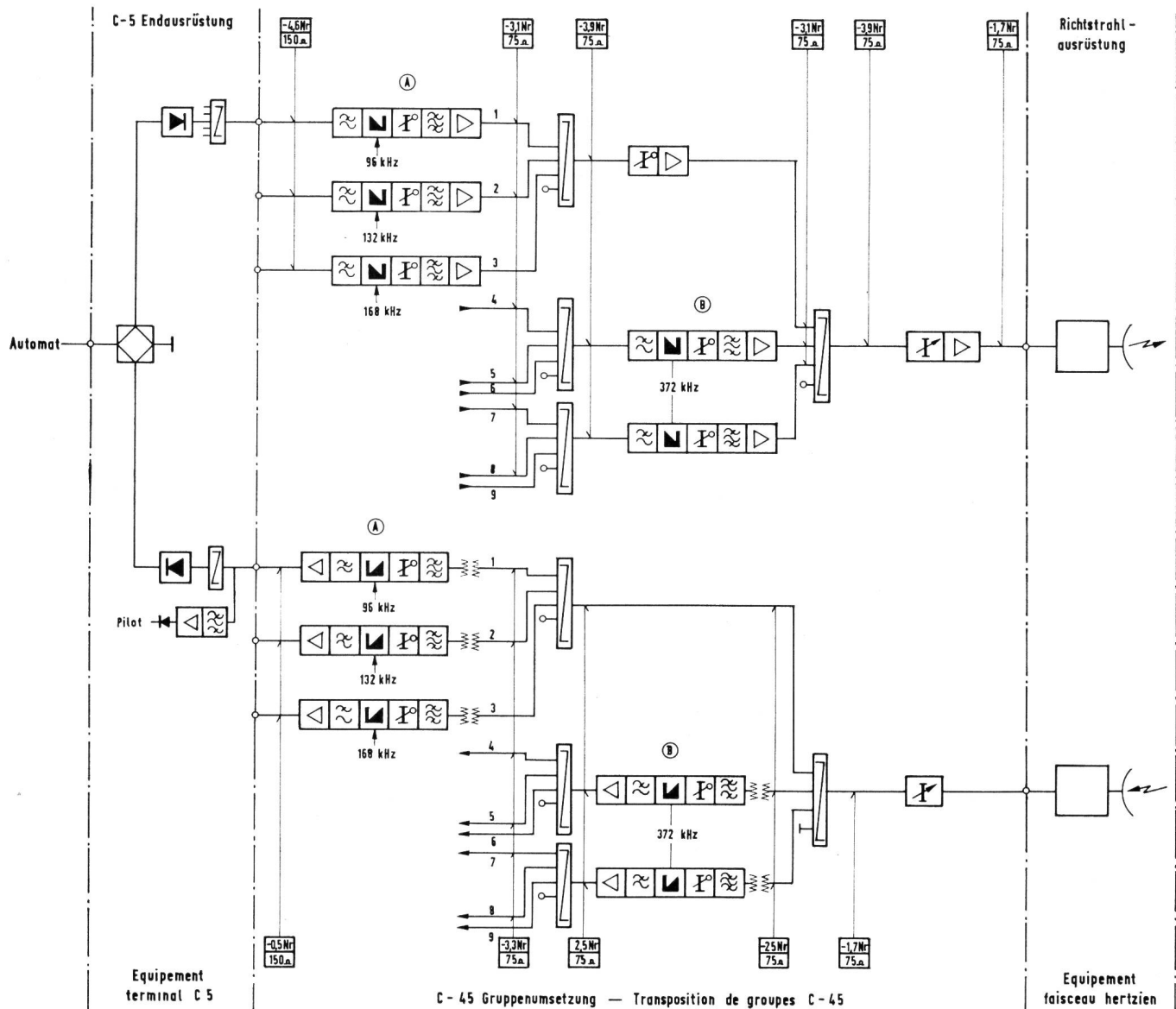


Fig. 2
Prinzip der Schaltung – Principe de connexion

A = 1. Gruppenmodulation – 1^{re} modulation de groupe B = 2. Gruppenmodulation – 2^e modulation de groupe

persieren die durch die Modulation entstandenen Pegelverluste.

2.3 Pilotüberwachung

Jede 5-Kanalgruppe bringt bereits aus der C-5-Endausrüstung ein Pilotsignal 18 kHz mit einem Pegel von $-0,5 \text{ NmO}$ mit. Dieses Pilotsignal begleitet die einzelne Gruppe über alle Modulations- und Demodulationsstufen. Im Störungsfalle blockiert der Pilotempfänger über eine Relaischaltung die betroffenen NF-Leitungen, und gleichzeitig wird das gestörte System signalisiert.

2.4 Trägerfrequenzversorgung

Die erforderlichen Trägerfrequenzen für die Gruppenumsetzung werden von der Grundfrequenz 12 kHz abgeleitet. Ein quartzgesteuerter Röhrenoszillator erzeugt die 12-kHz-Sinusspannung, die in einem Vervielfacher zum Spitzimpuls verwandelt wird.

groupe compense la perte de niveau résultant de la modulation.

2.3 Pilote de surveillance

Chaque groupe de 5 voies est formé dans l'équipement C 5 et muni d'un pilote de 18 kHz avec un niveau $-0,5 \text{ NmO}$. Ce pilote accompagne chaque groupe à tous les stades de modulation et démodulation. En cas de dérangement, le récepteur pilote, par l'intermédiaire de relais, bloque les lignes BF intéressées et signale simultanément le système perturbé.

2.4 Alimentation en courants porteurs

Les fréquences porteuses utilisées pour la modulation de groupe sont dérivées de la fréquence de base 12 kHz. Un oscillateur à quartz, à tubes, produit la tension sinusoïdale de 12 kHz qui engendre des impulsions de crête dans le générateur d'harmoniques.

Zwei solche $n \cdot 12$ -kHz-Versorgungen sind über eine Umschaltung mit den parallelgeschalteten Bandpassfiltern verbunden, aus welchen die nötigen Harmonischen entnommen werden.

2.5 Gestellaufbau (Fig. 3)

Die gesamten Umsetzerausrüstungen sind in zwei Normalgestellen (Höhe 220 cm) der Trägerfrequenztechnik untergebracht: Gestell 1 enthält die 1. Gruppenmodulation, Gestell 2 die 2. Gruppenmodulation und die Trägerversorgung.

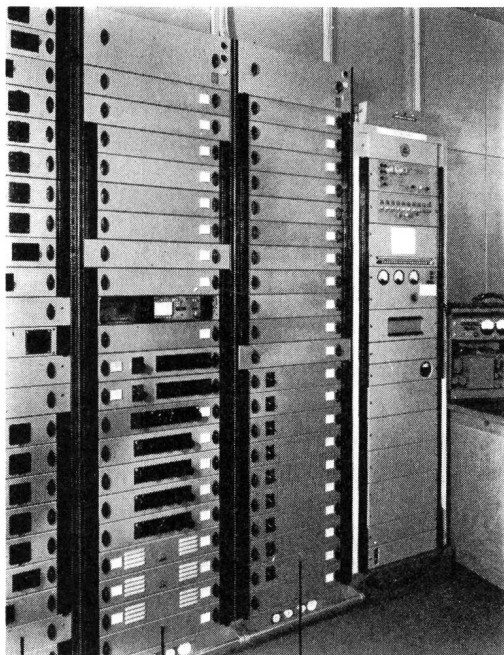


Fig. 3
Gestellaufbau – Construction des bâtis

- A = C-5-Endausrüstung – Equipement terminal C5
B = 2. Gruppenumsetzung und Trägerversorgung – 2^e transposition de groupe et alimentation en porteurs
C = 1. Gruppenumsetzung – 1^{re} transposition de groupe

Die Gruppenumsetzer sind transistorisiert, während die Trägerversorgung mit Röhrenverstärkern ausgerüstet ist. Die notwendigen Anoden- und Heizstromversorgungen sowie die Anschlüsse der Transistorspeisungen befinden sich unten im Gestell.

Der Strombedarf für Transistor- und Signalspannung beträgt 48 V 30 W, jener für die Trägerversorgung 220 V $\sim$ 2 A.

Die C-5-Endausrüstungen sind mit abgeschirmten Kabeln mit Stecker angeschlossen.

3. Die Richtstrahlverbindung

3.1 Allgemeines

Als Richtstrahlapparaturen kamen die Geräte KTR 1000 G der Raytheon Company zum Einsatz. Diese Geräte wurden ursprünglich für die Übertragung von Fernsehsignalen im 7000-MHz-Band entwickelt. Bei den schweizerischen Fernmeldediensten

Les deux alimentations du multiplicateur d'harmoniques $n \times 12$ kHz sont connectées par l'intermédiaire du circuit de surveillance et de commutation aux filtres passe-bande, qui extraient l'harmonique utile.

2.5 Construction du bâti (fig. 3)

L'ensemble de l'équipement de modulation est compris dans 2 bâtis normaux, hauteur 220 cm, d'équipements de lignes. Le premier bâti comprend la première modulation de groupe, le deuxième la deuxième modulation et l'alimentation en courants porteurs.

Les modulateurs de groupes sont transistorisés, tandis que l'alimentation en porteurs est équipée d'amplificateurs à tubes.

Les alimentations indispensables d'anode, de chauffage, ainsi que les connexions de l'alimentation des transistors, sont disposées dans la partie inférieure du bâti.

La puissance consommée avec la tension de 48 V pour les transistors et la signalisation se monte à 30 W. Les générateurs de fréquences porteuses absorbent 2 A sous 220 V $\sim$.

Les équipements terminaux C 5 sont raccordés par des câbles munis de fiches.

3. La liaison par faisceau hertzien

3.1 Généralités

On a recouru pour les faisceaux hertziens au matériel KTR 1000 G de Raytheon Company. A l'origine, ce matériel avait été développé pour la transmission de signaux de télévision dans la bande des 7000 MHz. Les services des télécommunications suisses ont ce type de matériel depuis quelques années pour la mise en place de liaisons mobiles et semi-permanentes de télévision. Comme la nouvelle utilisation diffère du rôle primitif, le laboratoire d'essais des PTT, après une série d'épreuves, est arrivé à la conclusion que ces équipements étaient également utilisables dans une certaine mesure en téléphonie. Les conditions d'utilisation des ondes centimétriques demandent une vision optique de propagation. Nous avons recours normalement à des relais intermédiaires.

Comme il est nécessaire, dans chaque station relais, de démoduler jusqu'à la bande de base et ensuite de moduler le nouveau porteur, il est inévitable que la distorsion de la bande de base augmente en fonction du nombre de relais actifs. C'est pourquoi il est indispensable de limiter au strict minimum le nombre des stations relais actives.

3.2 Construction

L'installation mobile se compose de 2 coffres transportables contenant l'émetteur et le récepteur. L'unité HF est normalement placée directement sous l'antenne parabolique correspondante (fig. 4). Un câble à plusieurs conducteurs, reliant l'unité de con-

steht dieser Gerätetyp seit einigen Jahren für mobile und halbpermanente Fernsehverbindungen im Einsatz.

Da die neue Verwendung von der ursprünglichen abweicht, wurden vorerst durch die Abteilung Forschung und Versuche PTT die notwendigen Untersuchungen durchgeführt, welche die Verwendbarkeit dieser Geräte in gewissem Umfange auch für Telephoniezwecke ergaben.

Durch die neue Verwendung wird die quasi-optische Ausbreitung der benützten Zentimeterwellen selbstverständlich nicht beeinflusst. Normalerweise ist bei diesen Einsätzen daher die Zwischenschaltung von Relaisstationen nicht zu umgehen. Die wirkliche Länge des Hochfrequenzübertragungsweges kann deshalb unter Umständen bedeutend länger sein als das zu überbrückende Kabel. Da systembedingt in jeder Relaisstation bis zum Grundband demoduliert und anschliessend wieder moduliert wird, ist es unvermeidlich, dass mit zunehmender Zahl aktiver Zwischenstationen die Grundbandverzerrungen zunehmen. Bei der Streckenplanung wird daher darauf geachtet, die Zahl der aktiven Relaisstationen möglichst klein zu halten.

3.2 Aufbau

Als mobile Anlage sind Sender und Empfänger je in zwei tragbare Koffereinheiten gegliedert, wobei im Normalfall die Hochfrequenzeinheit direkt mit der zugehörigen Parabolantenne zusammengebaut wird (Fig. 4). Mehradrige Verbindungskabel zwischen Kontroll- und Hochfrequenzeinheiten gestatten die Aufstellung so zu wählen, dass einerseits auf die

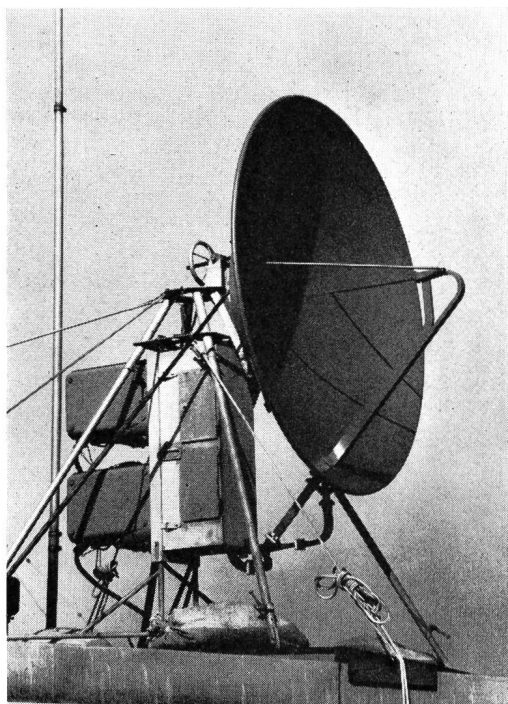


Fig. 4

HF-Apparaturen im Freien direkt bei der Antenne
Equipements HF à l'extérieur, près de l'antenne

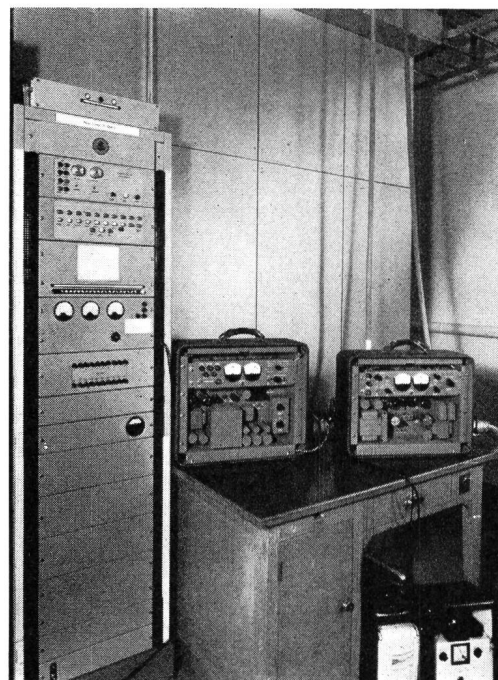


Fig. 5

Kontrollgeräte im Terminal. Links Überwachungs- und Alarm-
bucht
Dispositif de contrôle au terminal, à gauche bâti d'alarme et de
surveillance

trôle à celle de la haute fréquence, permet de choisir l'emplacement de l'antenne en tenant compte des conditions de propagation, d'une part, et d'assurer un service facile des appareils, qui peuvent être montés à l'abri des intempéries (fig. 5).

La différence de principe entre une liaison de télévision et de téléphonie repose sur le fait qu'en télévision on utilise seulement un sens de transmission, tandis que pour la téléphonie on a besoin des sens aller et retour de l'information. De plus, il est possible pour une liaison de télévision d'exécuter les contrôles d'exploitation durant les pauses d'émission. Par contre, une liaison en téléphonie ne doit en aucun cas être interrompue, les différents contrôles doivent être effectués pendant le service.

Comme les emplacements d'une installation à faisceau hertzien provisoire utilisée en remplacement d'un câble ne correspondent pas dans la plupart des cas à ceux d'une liaison hertzienne fixe, le problème de la localisation des dérangements prend toute son importance.

Pour réaliser l'exploitation en duplex avec une installation relativement simple, il faut munir chaque groupe émetteur – récepteur d'une antenne commune avec alimentation polarisée double. Le découplage de polarisation s'élève à ≥ 35 dB. La figure 6 montre la connexion des installations d'émission et de réception avec l'antenne. Selon la situation locale (fig. 7, 8, 9 et 10), on installera les dispositifs HF à l'extérieur du bâtiment, près de l'antenne ou sous le couvert d'un refuge en utilisant des guides d'ondes. La figure 11 montre un relais passif avec un réflecteur de 12 m^2 .

Ausbreitungsbedingungen Rücksicht genommen werden kann, und andererseits die Kontrollgeräte leichter zu bedienen sind und nicht dem Wetter ausgesetzt werden müssen (Fig. 5).

Der prinzipielle Unterschied zwischen einer Fernseh- und einer Telephonieverbindung liegt darin, dass die Fernsehverbindung nur in einer Richtung betrieben wird, während für Telephonie in jeder Richtung ein Kanal benötigt wird. Ferner ist es bei einer Fernsehverbindung möglich, während der Sendepausen Betriebskontrollen durchzuführen; Telephonieverbindungen sollten nicht unterbrochen werden müssen, Kontrollen sind – sofern notwendig – während des Betriebes durchzuführen. Da die Stützpunkte einer nur vorübergehend eingerichteten Richtstrahlstrecke zur Kabelüberbrückung meist nicht mit festen Richtstrahlstationen zusammenfallen und unbemannt sind, ist auch die Pannenlokalisierung von besonderer Wichtigkeit.

Um auch bei Duplexbetrieb mit möglichst einfachen Installationen auszukommen, werden je ein Sender-Empfänger-Paar über eine gemeinsame Parabolantenne mit Doppelpolarisationspeisung betrieben. Die Polarisationsentkopplung beträgt ≥ 35 dB. Die Zusammenschaltung der Sende-Empfangsanlage mit der Antenne geschieht gemäss Figur 6.

Je nach den örtlichen Verhältnissen werden nun die HF-Apparaturen ausserhalb des Hauses direkt bei der Antenne oder, unter Zwischenschaltung von entsprechenden Hohlleitern, im Schutze eines Gebäudes aufgestellt (Fig. 7, 8, 9 und 10). Figur 11 zeigt eine passive Relaisstation mit einer Spiegelfläche von 12 m^2 .

3.3 Frequenzplan

Die Kanäle wurden gemäss CCIR-Empfehlung Nr. 284 im Band 7125...7425 MHz mit $f_0 = 7257,5$ MHz festgelegt. Bei einem Teilraster von 7 MHz und

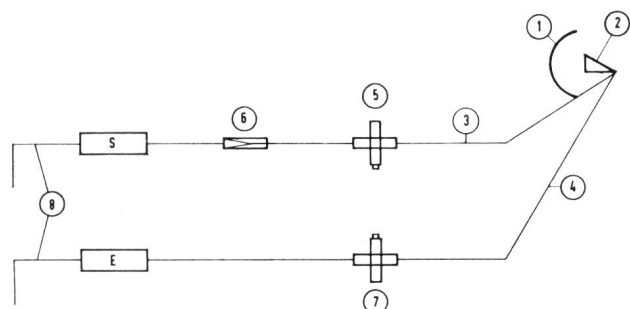


Fig. 6

Zusammenschaltung von Sende-Empfangs-Anlage mit Antenne
Connexions de l'installation émission – réception avec l'antenne

- S = Sender – Émetteur
- E = Empfänger – Récepteur
- 1 = Gemeinsamer Parabolspiegel – Miroir parabolique commun
- 2 = Horizontal- und vertikal polarisierter Strahler – Rayonneur à polarisation horizontale et verticale
- 3 = Hohlleiter zum Sender – Guide d'ondes vers l'émetteur
- 4 = Hohlleiter zum Empfänger – Guide d'ondes vers le récepteur
- 5,7 = Kreuzkoppler für Messgeräteanschluss – Coupleur en croix pour raccorder l'instrument de mesure
- 6 = Ferrit-Richtkoppler – Coupleur directionnel ferrite
- 8 = Steuerkabel von den Kontrolleinheiten – Câble de commande venant des unités de contrôle



Fig. 7

Doppelpolarisierte Parabolantenne mit Hohlleiterzuführungen
Antenne parabolique à double polarisation, alimentée par guides d'ondes

3.3 Plan des fréquences

Les canaux sont fixés, d'après la recommandation 284 du CCIR, dans la bande des 7125...7425 MHz avec $f_0 = 7257,5$ MHz. En plaçant une fréquence tous les 7 MHz, on obtient une trame de base composée de 7 écarts. Ce plan de fréquences est identique à celui employé en première utilisation (fig. 12).

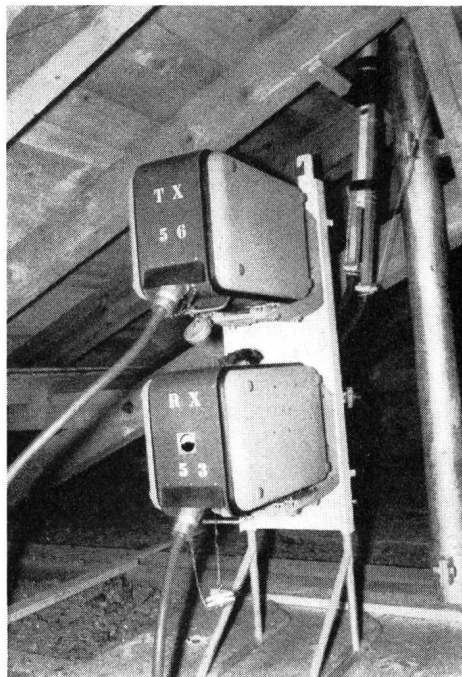


Fig. 8

HF-Apparaturen unter Dach, von Antenne getrennt
Équipements HF montés sous toit et séparés de l'antenne

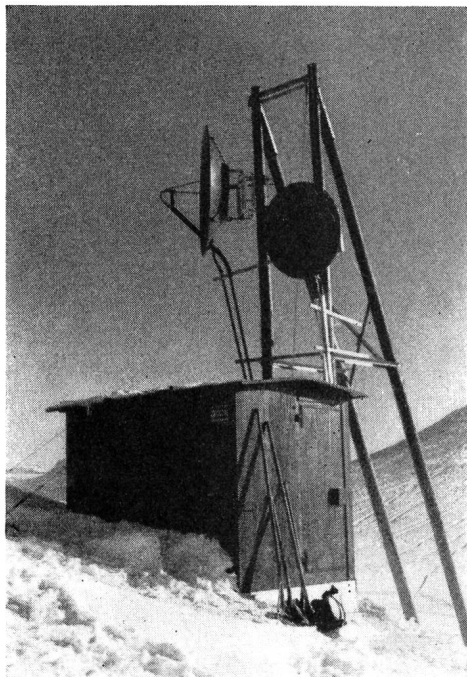


Fig. 9

Beispiel einer vorübergehend eingesetzten Relaisstation
Exemple de l'installation provisoire d'une station relais

einem Basisabstand von 7 Rasterstufen ergibt sich ein Frequenzplan wie er für den ersten Einsatz aufgestellt wurde (Fig. 12).

Der Frequenzabstand, der mit jeweils derselben Antenne verarbeiteten Sende- und Empfangssignale, beträgt 161 MHz, während auf den Relaisstationen die ankommenden und abgehenden Signale 49 MHz auseinander liegen. Im ersten Fall sind die beiden

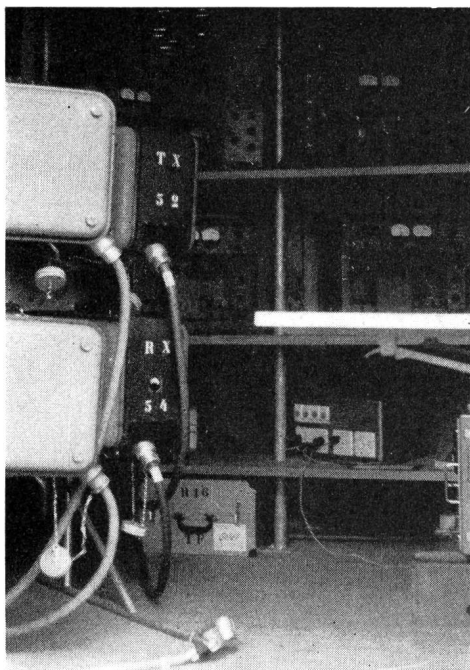


Fig. 10

HF- und Kontrollapparaturen in Hütte (von Fig. 9)
Baraque avec équipements HF et de contrôle (de la fig. 9)



Fig. 11

Passives Relais (Reflektorfläche 12 m²)
Relais passif (surface du réflecteur 12 m²)

L'écart de fréquence entre les signaux émis et ceux reçus par une même antenne est de 161 MHz, alors qu'aux stations relais il n'est que de 49 MHz. Dans le premier cas, les deux signaux ont la polarisation découplée, dans le deuxième la polarisation et le sens sont découplés. La figure 6 montre la manière d'obtenir pour chaque cas les écarts désirés de fréquence en insérant des filtres SHF dans le train de guides d'ondes.

3.4 Surveillance du canal

La surveillance des équipements terminaux C 5 avec le pilote des systèmes est décrite sous 2.3. Pour le canal HF situé en dessus de la bande des voies de C 45, le pilote est de 3,2 MHz. Le niveau d'émission se trouve à -25 dB respectivement 10 dB en dessous du niveau normal de la modulation du C 45. Le pilote est fourni par un générateur logé dans le bâti de surveillance, et injecté, après passage dans un atténuateur réglable, dans l'unité de couplage de l'émetteur avec le signal de base.

En réception, la fréquence pilote est déviée dans un détecteur accordé indiquant le passage du signal

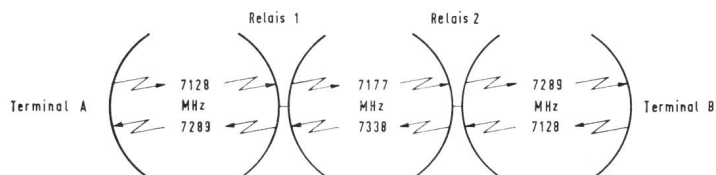


Fig. 12

Beispiel eines Frequenzplanes einer Kabelüberbrückungsstrecke mit 2 Relaisstationen

Exemple du plan de fréquences d'une installation de transmission avec 2 stations relais

Signale polarisationsentkoppelt, im zweiten polarisations- und richtungsentkoppelt.

Der Aufbau nach Figur 6 wurde in der Weise durchgeführt, dass jederzeit in die Hohlleiterzüge SHF-Filter eingefügt werden können, womit sich die Frequenzabstände gegebenenfalls verringern lassen.

3.4 Kanalüberwachung

Ausser der unter 2.3 beschriebenen Pilotüberwachung aus der C-5-Endausrüstung wird der HF-Kanal selbst mit einem oberhalb der C-45-Kanäle auf 3,2 MHz liegenden Pilot überwacht. Der Sendepiegel liegt bei -25 dBm beziehungsweise 10 dB unterhalb des Normalsendepiegels der C-45-Umsetzerausrüstung. Der Pilotgenerator befindet sich in der Überwachungsbucht, von wo dessen Ausgang über einen Dämpfungsregler mit dem Grundband-Eingangssignal des Richtstrahlsenders zusammengeschaltet wird. Ein auf die Pilotfrequenz abgestimmter Detektor erhält sein Signal nach Durchlaufen der ganzen Richtstrahlstrecke vom Monitorausgang des Richtstrahlempfängers. Im Störfall blockiert der Pilotempfänger über eine Relaisschaltung die Grundbandverbindung zwischen Richtstrahlempfänger und C-45-Ausrüstung. Gleichzeitig wird das gestörte Signal angezeigt. Überwacht und im Störfalle signalisiert werden ausserdem:

- das Geräusch im Grundbandkanal,
- verschiedene Speisespannungen,
- der abgehende Pilot,
- die Leistung des Sendeklystrons sowie
- das ZF-Empfangssignal.

Mit einer in jedem Terminal vorhandenen Störungskontrolleinrichtung kann der Zustand der überwachten Kreise durch Wahl der zugeteilten Prüfnummer jederzeit festgestellt werden.

Mit der beschriebenen Überwachungseinrichtung können Anomalitäten auf der Richtstrahlstrecke festgestellt werden. Sobald es sich aber um eine Strecke mit mehr als einem Zwischenrelais handelt, lässt sich auf Grund der in den Terminals erhältlichen Informationen die Störungsursache nicht mehr in allen Fällen lokalisieren. Da die erste Kabelüberbrückung mit zwei Zwischenrelais betrieben werden musste, wurde für diesen Fall eine Signalverfolgenschaltung entwickelt, die es gestattete, im Pannefall den Störungsherd zu lokalisieren.

Dank der Tatsache, dass die verwendeten Richtstrahlapparaturen neben dem eigentlichen Videokanal einen mit einem Hilfsträger von 6,5 MHz arbeitenden Tonkanal besitzen, war es verhältnismässig einfach, eine solche Schaltung zu entwickeln. Im Prinzip wurden die beiden, je in einer Richtung laufenden Tonkanäle im Terminal mit einer in einem Transistoroszillator erzeugten Niederfrequenz moduliert. Dieser auf den Hilfsträger mit FM aufmodulierte Ton durchläuft nun mit dem Videosignal die ganze Richtstrahlstrecke und kann beim letzten Empfänger im Gegenterminal nach Durchlaufen des Tondemodulators wieder hörbar gemacht werden. Jeder Richt-

et de tout le faisceau hertzien à la sortie du moniteur du récepteur. En cas de dérangement, le récepteur pilote coupe, par l'intermédiaire d'un circuit à relais, la connexion de la bande de base entre le récepteur HF et les équipements C 45. Le signal perturbé est indiqué au même instant. De plus, la surveillance indiquera les cas de dérangements suivants:

- le bruit dans le canal de la bande de base
- l'absence des différentes tensions d'alimentation
- les variations de pilote d'émission
- les modifications de charge des klystrons d'émission ainsi que
- du signal de réception MF.

En tout temps, pour chaque terminal, on peut connaître en sélectionnant un numéro d'essai téléphonique la nature d'un dérangement par l'état du circuit de surveillance. Toutes les anomalies du faisceau hertzien peuvent être transmises par ce circuit de surveillance.

Dès qu'un faisceau est équipé de plusieurs stations intermédiaires, on ne peut plus localiser dans tous les cas, avec les informations recueillies, les causes de dérangement. Comme le premier câble qu'on devait suppléer l'a été par une liaison hertzienne à 2 stations intermédiaires, il a été nécessaire de développer un dispositif situant le foyer de dérangement. Etant donné qu'on possède les équipements de faisceaux hertziens utilisant à côté de la bande vidéo proprement dite un porteur auxiliaire de 6,5 MHz travaillant à fréquence audible, il est relativement simple de le solliciter pour une connexion quelconque.

En principe, les deux canaux à fréquence audible sont modulés, chacun dans un sens, dans le terminal avec une basse fréquence livrée par un oscillateur transistorisé. Ce signal modulant la fréquence auxiliaire en FM traverse tout le faisceau hertzien avec le signal vidéo et peut être détecté à la sortie du dernier récepteur dans le terminal opposé. Chaque émetteur de canal comporte une sortie de moniteur qui fournit un signal de bande de base par modulation latérale. Ce signal de bande de base, de son côté, contient de nouveau le signal 6,5 MHz modulé en BF; il est appliqué sur le canal son du récepteur correspondant, à la sortie duquel le signal d'origine peut être reçu.

De cette façon, il existe dans chaque station relais 2 signaux passant à travers tous les étages jusqu'à la démodulation, se retrouvant également dans la bande de base du groupe C 45 (des 9 groupes C 5). Ces 2 signaux ont été fixés à 700 et 1500 Hz. Ils sont injectés toutes les 2 secondes environ par le truchement d'un multivibrateur. Ils aboutissent à un raccordement téléphonique, avec dispositif de réponse automatique, par l'intermédiaire d'un translateur BF fournissant un signal permanent de 2000 Hz à partir du réseau. En cas de dérangement, il est possible d'appeler les 2 stations relais et de déterminer, de

strahlender besitzt einen Monitorausgang, der ein durch Flankendemodulation aus der Senderausgangsspannung gewonnenes Grundbandsignal liefert. Dieses Signal, das seinerseits wieder das mit NF modulierte 6,5-MHz-Signal enthält, wird nun auf den Tonkanal des zugehörigen Empfängers gegeben, an dessen Ausgang das ursprüngliche Tonsignal abgenommen werden kann.

Auf diese Weise werden in jeder Relaisstation zwei Tonsignale erhalten, die auf ihrem Weg bis zur Demodulation sämtliche Stufen durchlaufen haben, die auch das Grundbandsignal mit seinen neun C-5er-Gruppen durchläuft.

Die beiden Tonfrequenzen wurden auf 700 Hz beziehungsweise 1500 Hz gelegt und je durch einen Multivibrator im Rhythmus von etwa 2 s getastet. Über einen NF-Übertrager, dem ausserdem noch ein netzerzeugter 2000-Hz-Dauerton überlagert wurde, gelangten diese Tonfrequenzen auf einen Telephonanschluss mit automatischer Antwortschaltung.

Im Pannenfall konnten nun die beiden Relaisstationen angerufen und akustisch sowohl der Betriebszustand als auch ein allfälliger Netzausfall festgestellt werden (Fig. 13).

3.5 Stromversorgung

Die Richtstrahlgeräte werden aus dem öffentlichen Netz mit 220 V gespeist, wobei der Sender 300 W, der Empfänger 335 W konsumiert.

4. Betriebserfahrungen

Die erste C-45-Anlage war während eines halben Jahres auf der Strecke Bern–Zweisimmen in Betrieb. Diese Richtstrahlverbindung führte über die Relaisstationen Niesen und Rinderberg.

Die Betriebserfahrungen aus diesem ersten Einsatz sind im allgemeinen gut. Die Übertragungsqualität entspricht unseren Forderungen. Zur Betriebssicherheit ist zu bemerken, dass die entstandenen Unterbrüche fast restlos auf Störungen in der Stromversorgung zurückzuführen waren. Im vorliegenden Fall war besonders die Sicherstellung der Stromversorgung einer Relaisstation ungenügend, so dass verschiedentlich bei Netzausfall – infolge Blitzschlags – längere Betriebsunterbrüche auftraten. Dies zeigt erneut die grosse Wichtigkeit einer zuverlässigen Notstromversorgung.

Unter der Voraussetzung einer sichergestellten Stromversorgung besitzen wir mit dieser C-45-Kanalausrüstung eine Übertragungseinrichtung, die uns für gelegentliche Überbrückungsmassnahmen sehr gute Dienste leistet.

manière acoustique, leur état de fonctionnement ainsi qu'une panne de réseau éventuelle (fig. 13).

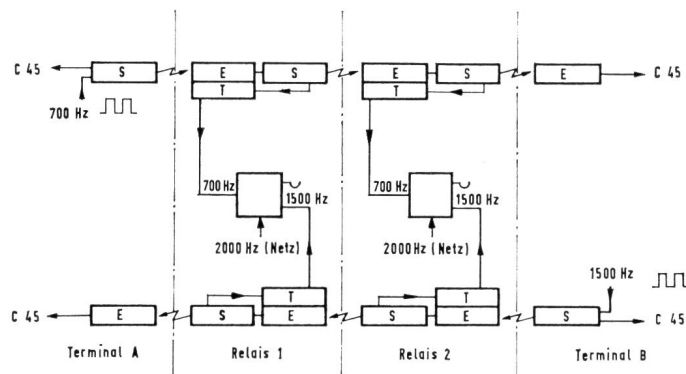


Fig. 13

Überwachungsschaltung
Dispositif de surveillance

S = Sender – Émetteur
E = Empfänger – Récepteur
T = Tonteil – Partie son

3.5 Alimentation

Les équipements des faisceaux hertziens sont alimentés par le réseau 220 V~. La consommation de l'émetteur s'élève à 300 W et celle du récepteur à 335 W.

4. Comportement d'exploitation

La première installation C 45 a été pendant 6 mois en service sur le parcours Berne–Zweisimmen. Cette liaison passait par les stations relais du Niesen et du Rinderberg.

Les expériences faites au cours de cette première mise à contribution sont en général bonnes. La qualité de transmission répond à nos exigences. Quant à la sécurité de service, remarquons que les interruptions d'exploitation étaient presque toutes dues à des pannes de secteur. Il est intéressant de relever que les précautions prises pour l'alimentation en courant fort d'une station relais étaient insuffisantes, si bien que lors de chaque panne de réseau à la suite d'orage, on enregistrait des interruptions de plusieurs heures. Ce fait démontre l'importance énorme d'une installation d'énergie de secours.

En tant que l'alimentation est garantie, l'installation à faisceau hertzien C 45 est susceptible de rendre de grands services lors de la déconnexion temporaire de certains câbles.