

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: 52 (1974)

Heft: 10

Artikel: Das Sicherheitskonzept in den schweizerischen Fernseh- und Telefonierichtstrahlnetzen = Le concept de sécurité dans les réseaux suisses de télévision et de téléphonie à faisceaux hertziens

Autor: Schütz, Arthur / Stdler, Jürg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874775>

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: 19.02.2026

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

Das Sicherheitskonzept in den schweizerischen Fernseh- und Telefonierichtstrahlnetzen

Le concept de sécurité dans les réseaux suisses de télévision et de téléphonie à faisceaux hertziens

Arthur SCHÜTZ und Jürg STALDER, Bern

621.396.43.029.64-192(494) : 621.397.743-192(494)

Zusammenfassung. Mit dem schrittweisen Ausbau der drahtlosen Übertragungsnetze für Fernsehen und Telefonie drängte sich auch die Frage nach der notwendigen Zuverlässigkeit der Verbindungen auf. Es entstand ein Sicherheitskonzept für Richtstrahlanlagen. Einleitend wird auf die in den verschiedenen Richtstrahlnetzen eingeführten Schutzschaltssysteme eingetreten. Es werden Grobabschätzungen bezüglich der Äquivalenz von Schaltsystemen durchgeführt. Dann wird aufgezeigt, welche Gesichtspunkte für die Wahl des Systems entscheidend sein können und wo die Grenzen der Zuverlässigkeit von Übertragungsanlagen liegen. Schliesslich wird noch auf die Arbeitsweise der bei den PTT am häufigsten eingesetzten Schaltsysteme eingegangen.

Résumé. Les réseaux de transmission par voie hertzienne de télévision et de téléphonie ayant été agrandis par étapes, il fallait aussi résoudre les problèmes liés à leur fiabilité. Il en naquit le concept de sécurité concernant les installations à faisceaux hertziens. Les auteurs décrivent d'abord les systèmes de commutation de secours appliqués aux divers réseaux à faisceaux hertziens et établissent des approximations quant à leur équivalence. On indique ensuite les critères conduisant au choix d'un système et les limites de la fiabilité d'installations de transmission. Une analyse du fonctionnement des systèmes de commutation les plus couramment utilisés aux PTT termine l'article.

Le reti svizzere dei ponti radio televisivi e telefonici e il concetto di sicurezza

Riassunto. Con la successiva estensione delle reti di trasmissione senza fili per la televisione e la telefonia sorsero anche problemi inerenti la fedeltà delle comunicazioni. Da ciò risultò il concetto della sicurezza degli impianti ponti radio. Come introduzione si accenna ai sistemi di protezione applicati nelle diverse reti ponti radio. Vengono eseguiti confronti approssimativi a proposito dell'equivalenza dei sistemi di commutazione. Quindi si illustra quali sono i circuiti determinanti per la scelta del sistema e quali devono essere i limiti della fedeltà. Si conclude, accennando al funzionamento dei sistemi di commutazione più usati presso le PTT.

1. Einleitung

Richtstrahlverbindungen in den Mikrowellenbereichen zählen heute zu den sichersten und unentbehrlichsten Verbindungswegen sowohl für die Bild- und Tonübertragung beim Fernsehen als auch für die Telefonie.

In den letzten Jahren konnte die Betriebssicherheit solcher Anlagen durch verschiedene Massnahmen wesentlich verbessert werden, zum Beispiel durch Anwendung

- a) der Gleichstromspeisung
- b) der Festkörpertechnik
- c) der Raum- und Frequenzdiversity
- d) der Reservekanaltechnik mit automatischen Schutzschalt-systemen

Während sich die unter a) und b) aufgeführten Verbesserungen ausschliesslich auf anlageseitige Spezifikationen beziehen, erfordern die unter c) und d) aufgeführten Massnahmen beträchtliche zusätzliche Aufwendungen.

Es wird nun anhand der in den schweizerischen Richtstrahlnetzen eingeführten Reserve- und Schutzschalttechnik auf Punkt d) eingetreten.

2. Die Reservekanaltechnik

2.1 Allgemeines

Der erreichbare Schutzgrad hängt stets von mehreren Faktoren ab, so auch vom Verhältnis der betriebenen zu den Reservekanälen. Voraussetzungen für die Einführung der beispielsweise $(n+1)$ -Schutzschalttechnik ist die Bereitstellung eines gemeinsamen Reservekanals für n zu sichernde Verbindungen. Grössere Schutzschaltssysteme verwenden zwei oder mehr gleichwertige Reservekanäle. Man spricht dann von $(n+m)$ -Systemen, bei denen für n zu schützende Kanäle m -Schutzkanäle zur Verfügung stehen.

1. Introduction

A l'heure actuelle, les liaisons à faisceaux hertziens dans les gammes des micro-ondes comptent au nombre des circuits de communication les plus fiables et les plus indispensables, tant pour la transmission des images et du son en télévision que pour la téléphonie.

Diverses mesures en vue d'améliorer sensiblement la sécurité de fonctionnement de ces installations ont été introduites ces dernières années:

- a) l'alimentation en courant continu
- b) la technique des corps solides (semi-conducteurs)
- c) la réception diversity dans l'espace et en fréquences
- d) la technique des voies de réserve avec commutation automatique

Les améliorations citées sous a) et b) ne s'appliquent qu'aux spécifications des appareils, tandis que les mesures énumérées sous c) et d) exigent, en plus, la mise en œuvre de moyens techniques auxiliaires importants.

En partant de la technique des voies de réserve et de la technique de commutation appliquées aux réseaux suisses à faisceaux hertziens, nous allons examiner plus en détail le procédé évoqué sous d).

2. La technique des voies de réserve

2.1 Généralités

Le degré de protection réalisable dépend toujours de plusieurs facteurs, parmi lesquels figure aussi le rapport entre le nombre des voies exploitées et celui des voies de réserve. Le système de commutation $(n+1)$, par exemple, comprend une voie de réserve commune pour n liaisons à protéger. Les grands systèmes de commutation utilisent deux voies de réserve équivalentes ou plus. On parle, en l'occurrence, de systèmes $(n+m)$, ce qui signifie que m voies de secours servent à protéger n voies de service.

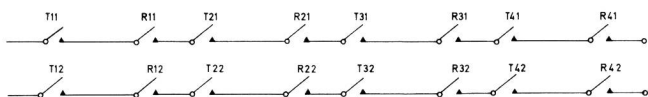


Fig. 1
(1+1)-Schutzschaltssystem. Allgemeine Charakterisierung der Alarmkontakte T_{nm} ; R_{nm} mit $m = 1$ für den Übertragungskanal und $m = 2$ für den Schutzkanal – Systeme de commutation (1+1). Caractéristiques générales des contacts d'alarme T_{nm} ; R_{nm} , où $m = 1$ pour la voie de transmission et $m = 2$ pour la voie de protection

Die Wahl des einen oder andern Systems hängt nicht nur von wirtschaftlichen, frequenzökonomischen und sicherheitstechnischen Aspekten ab, sondern vor allem vom Netzcharakter. Vom sicherheitstechnischen Standpunkt aus können Systeme in der einen oder andern Technik mit gleicher Zuverlässigkeit verwirklicht werden, wie nachstehend gezeigt wird.

2.2 Vergleich der (n+m)- mit der (1+1)-Schutzschalttechnik

Unabhängig von der angewandten Schutzschalttechnik verfügt man innerhalb eines Überwachungssystems auf jeder Station über eine Anzahl Kontakte, die im Falle einer Störung Alarmsignale auslösen.

Trifft man nun die Vereinfachung, dass durch Zusammenfassen der Alarmkontakte, die einen Unterbruch des Signalfades signalisieren, jede Verbindung, sowohl sende- als auch empfangseitig, nur noch je einen Alarmkontakt aufweist – was zum Beispiel über kombinatorische Grundschaltungen erzielt werden kann –, so ergeben sich je nach Schutzschaltssystem folgende Kontaktnetzwerkvarianten:

Variante 1: Zusammenfassung von Verbindungen in einem (1+1)-Schutzschaltssystem (Fig. 1) (maximal 4 Teilstrecken je Schaltabschnitt).

Variante 2: Zusammenfassung von Verbindungen in einem (n+m)-Schutzschaltssystem je Teilstrecke oder Schaltabschnitt (Fig. 2) (maximal 8 Verbindungen je Schaltabschnitt und System).

Die Kombinationsmöglichkeiten können anhand der kombinatorischen Gesetzmässigkeiten ermittelt werden, wobei sich die Zahl der möglichen Kombinationen k-ter Klasse aus n Elementen – sofern die Reihenfolge in der Anordnung keine Rolle spielt – aus folgendem Zusammenhang berechnen lässt

$$k\text{-te Kombination } (n) = \binom{n}{k}$$

Die Zahl der möglichen Kombinationen erster Klasse schliesst dabei alle Kombinationen von Gruppen mit je

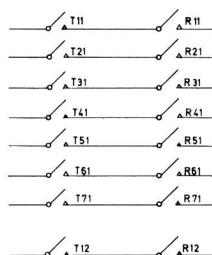


Fig. 2
(n+m)-Schutzschaltssystem. Allgemeine Charakterisierung der Alarmkontakte T_{nm} ; R_{nm} mit $m = 1$ für Übertragungskanäle und $m = 2$ für Schutzkanäle – Systeme de commutation (n+m). Caractéristiques générales des contacts d'alarme: T_{nm} ; R_{nm} , où $m = 1$ pour les voies de transmission et $m = 2$ pour les voies de protection

Le choix de l'un ou de l'autre système ne dépend pas seulement d'aspects touchant à l'économie, à l'utilisation parcimonieuse des fréquences et à la sécurité, mais aussi de la nature du réseau. Du point de vue de la sécurité, il est possible, à fiabilité égale, de réaliser des systèmes dans l'une ou l'autre des techniques, comme le montre l'exposé suivant.

2.2 Comparaison des techniques de commutation (n+m) et (1+1)

Indépendamment de la technique de protection de secours utilisée (appelée ci-après technique de commutation), on dispose à chaque station faisant partie d'un système surveillé d'un certain nombre de contacts déclenchant des signaux d'alarme en cas de dérangement. A titre de simplification, on peut grouper les contacts d'alarme qui signalent une interruption de la liaison; de ce fait, chaque liaison ne comprend plus qu'un seul contact d'alarme, tant du côté émission que du côté réception. Cela peut être réalisé, par exemple, grâce à l'emploi de circuits combinatoires de base, ce qui conduit, suivant le système de commutation considéré, aux variantes de réseaux de contacts suivantes:

Variante 1: Groupement de liaisons dans un système de commutation (1+1) selon figure 1 (quatre tronçons au maximum par section de commutation).

Variante 2: Groupement de liaisons dans un système de commutation (n+m) pour chaque tronçon ou chaque section de commutation (fig. 2) (8 liaisons au maximum par section de commutation et par système).

Les possibilités de combinaison peuvent être déterminées d'après les lois de l'analyse combinatoire, étant entendu que le nombre de combinaisons possibles de la classe k de n éléments découle de l'expression suivante (dans la mesure où l'ordre des éléments ne joue pas de rôle dans la configuration)

$$k^{\text{ième}} \text{ combinaison } (n) = \binom{n}{k}$$

Le nombre de combinaisons possibles de la première classe comprend donc toutes les combinaisons de groupes ayant un contact chacun; celui de la deuxième classe, toutes les combinaisons ayant deux contacts, etc. Les systèmes selon les variantes 1 et 2 comprennent en tout 16 contacts d'alarmes cumulées. Le nombre de combinaisons possibles de la k^{ième} classe de 16 éléments ($k = 1 \dots 16$) est donc de 65 535.

Ces exemples montrent qu'un système de commutation (1+1) portant sur quatre tronçons en tant que section de commutation équivaut, du point de vue de la sécurité, à un système de commutation (7+1) portant sur un tronçon comme section de commutation ou à un système de commutation (3+1) portant sur deux tronçons comme section de commutation.

Les exemples cités représentent des cas limites en ce qui concerne les réseaux de télévision et de téléphonie à faisceaux hertziens réalisés actuellement. Il existe naturellement de nombreuses autres possibilités.

3. Systèmes utilisés

Dans le réseau suisse de télévision à faisceaux hertziens, on utilise la technique de commutation (n+m), à savoir (7+1, 3+1 ou 6+2); en revanche, les liaisons de téléphonie à faisceaux hertziens et les liaisons internationales de télé-

einem Kontakt ein, jene zweiter Klasse alle möglichen Kombinationen von Gruppen mit je zwei Kontakten usw. Systeme nach Varianten 1 und 2 enthalten insgesamt 16 Summenalarmkontakte. Die Zahl der möglichen Kombinationen k-ter Klasse aus 16 Elementen, und $k = 1 \dots 16$ beträgt somit 65 535.

Aus diesen Beispielen erkennt man, dass ein (1+1)-Schutzschaltssystem über vier Teilstrecken als Schaltabschnitt vom sicherheitstechnischen Standpunkt aus äquivalent ist mit einem (7+1)-Schutzschaltssystem über eine Teilstrecke als Schaltabschnitt oder ein (3+1)-Schutzschaltssystem über zwei Teilstrecken als Schaltabschnitt.

Die erwähnten Fälle bilden in den Fernseh- und Telefonrichtstrahlnetzen nach der heutigen Praxis obere Grenzfälle. Innerhalb dieser bestehen selbstverständlich noch viele andere Möglichkeiten.

3. Angewendete Systeme

Während im nationalen Fernsehrichtstrahlnetz die (n+m)-Schutzschalttechnik (7+1, 3+1 oder 6+2) angewendet wird, so sind die Telefonrichtstrahlverbindungen und die internationalen Fernsehrichtstrahlverbindungen durch (1+1)-Schutzschaltssysteme gesichert. Der unterschiedliche Charakter dieser Netze geht aus den Netzplänen, Figuren 3 und 4, hervor.

3.1 Telefonrichtstrahlnetze

Die Telefonrichtstrahlnetze haben Terminalcharakter, das heisst, sie verbinden in den meisten Fällen Netzgruppen-

vision à faisceaux hertziens sont assurées par des systèmes de commutation (1+1). La nature différente de ces réseaux ressort de leur structure représentée aux figures 3 et 4.

3.1 Réseaux de téléphonie à faisceaux hertziens

Les réseaux de téléphonie à faisceaux hertziens constituent la liaison entre deux terminaux, c'est-à-dire qu'ils relient en général des centraux principaux de groupes de réseaux entre eux. La transmission a lieu simultanément par l'intermédiaire de deux voies duplex indépendantes qui sont constituées par des sections de commutation comprenant un à quatre tronçons. Dans les stations relais, la commutation s'effectue principalement au niveau de la moyenne fréquence et rarement à celui de la bande de base. En cas d'interruptions, d'évanouissement sélectif, d'absorption ou de réfraction du faisceau hertzien, la commutation sur la liaison de réserve se fait en fonction des fluctuations de niveau du signal pilote ou de l'augmentation du bruit affectant le canal de transmission. Vu que les liaisons de réserve sont toujours en état d'exploitation (c'est-à-dire prêtes à entrer en action), la commutation ne dure que quelques millisecondes; étant donné que celle-ci a lieu au niveau du terminal, le système n'a pas besoin de voies de service supplémentaires à des fins d'auto-surveillance.

3.2 Réseaux de télévision à faisceaux hertziens

Dans les réseaux de télévision à faisceaux hertziens, les conditions sont quelque peu différentes, et l'on y applique la technique de commutation (7+1). Cette méthode peut être utilisée avec profit dans les réseaux à nombreuses

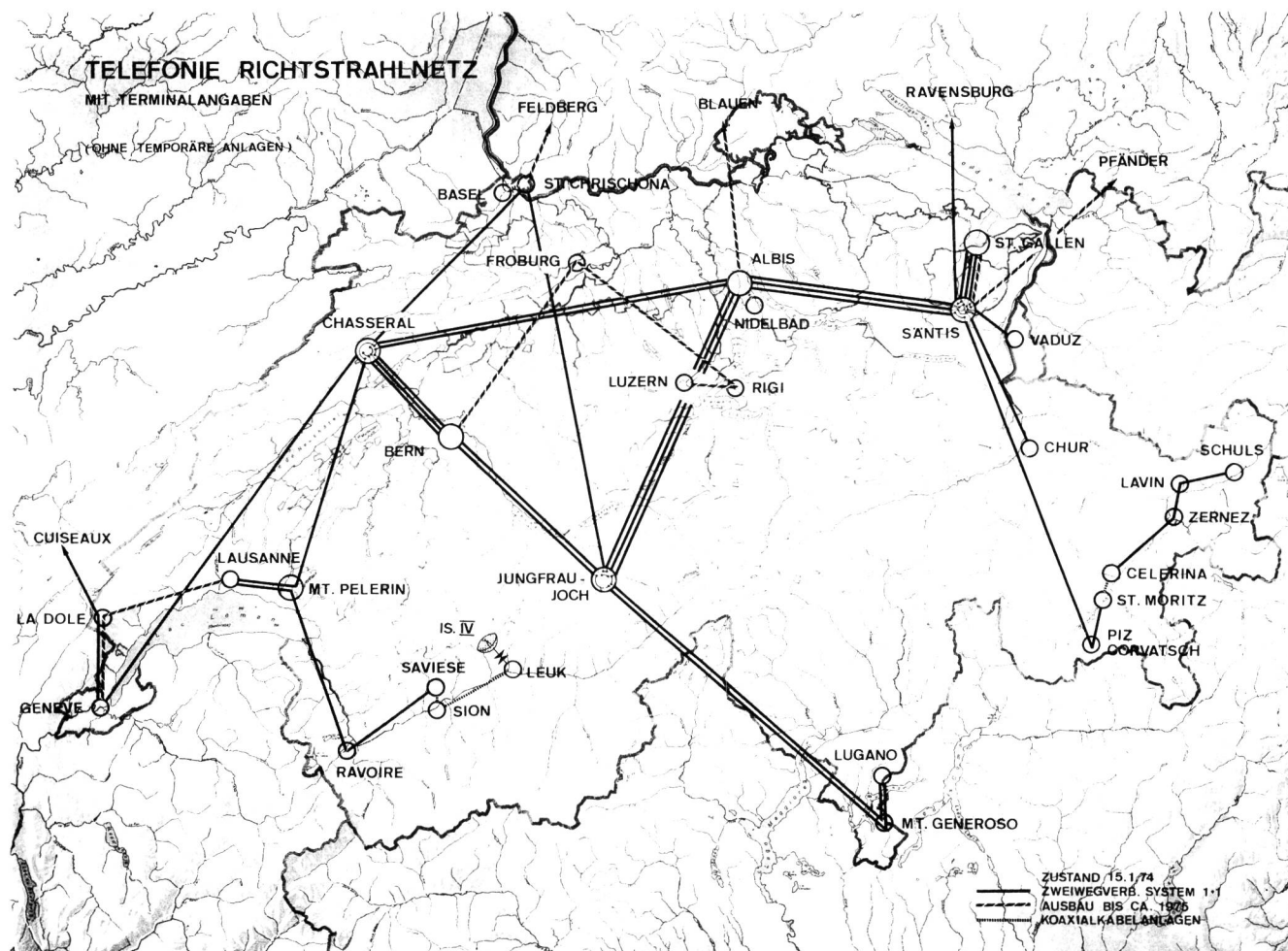


Fig. 3
Telefonie-Richtstrahlnetz mit Terminalangaben – Réseau de téléphonie à faisceaux hertziens avec indication des terminaux

hauptämter miteinander. Die Übertragung geschieht dabei gleichzeitig über zwei unabhängige Duplexkanäle, die in Schaltabschnitte von ein bis vier Teilstrecken zusammengefasst sind. Die Durchschaltung auf Relaisstationen findet hauptsächlich in der Zwischenfrequenzebene statt und nur noch in wenigen Fällen im Grundband. Bei Unterbrüchen oder bei Auftreten von Selektivschwund, Absorption oder Brechung des Richtstrahles wird die Umschaltung auf die Reserveverbindung aufgrund der Pilotpegeländerung oder des Geräuschanstieges im Übertragungskanal vorgenommen. Da die Reserveverbindungen stets unter Betriebsbedingungen stehen (also aktiviert sind), dauert die Umschaltung nur einige Millisekunden. Sie erfolgt terminalseitig. Das System benötigt keine zusätzlichen Dienstkkanäle zur eigenen Überwachung.

3.2 Fernsehrichtstrahlnetz

Etwas anders liegen die Verhältnisse in den Fernsehrichtstrahlnetzen, in denen die (7+1)-Schutzschalttechnik Anwendung findet. Diese Technik wird mit Vorteil in Netzen mit vielen Verzweigungen eingesetzt. Dabei werden die Schaltabschnitte von einem Abzweigpunkt zu einem andern gewählt. Ein (n+m)- beziehungsweise (n+1)-Schaltssystem benötigt eine 4-Draht-Steuer- und -überwachungsleitung zwischen den Schaltstellen, dafür ist es aber von der Frequenzökonomie her gesehen günstiger.

Die Idee, die der Richtstrahl-Schutzschalttechnik zugrunde liegt, basiert auf der erforderlichen Betriebssicherheit unter möglichst ökonomischem Frequenzeinsatz.

3.3 Schutzschalttechnik für Basisbandausrüstungen

Da die (7+1)-Schutzschalttechnik etwas aufwendig und kompliziert ist, verwendet man für Basisbandausrüstungen

ramifications. On choisit les sections de commutation de manière qu'elles soient situées entre deux points de bifurcation. Un système de commutation (n+m) ou (n+1) requiert une ligne de commande et de surveillance à quatre fils entre les points de commutation, ce qui est d'ailleurs favorable du point de vue de l'utilisation parcimonieuse des fréquences disponibles. Le principe sur lequel se fonde la technique de commutation des liaisons à faisceaux hertziens est d'assurer la sécurité d'exploitation nécessaire tout en utilisant les fréquences aussi parcimonieusement que possible.

3.3 Technique de commutation pour équipements en bande de base

La technique de commutation (7+1) étant quelque peu coûteuse et compliquée, on utilise la technique de commutation (1+1) pour les équipements en bande de base (modulateurs et démodulateurs servant à transmettre l'image et le son), à savoir que tous les éléments existent à double et qu'ils sont commutés automatiquement en cas de besoin.

4. Le système de commutation (7+1) en moyenne fréquence

Dans le réseau suisse de télévision à faisceaux hertziens, on utilise le système de commutation (7+1) en moyenne fréquence pour assurer la transmission des programmes. Ce procédé permet, à plein équipement, de commuter l'une des sept voies de travail sur la liaison de réserve qui lui correspond. En règle générale, l'opération a lieu automatiquement, mais il est tout aussi facile de l'effectuer en mode manuel. La commutation étant réalisée au niveau de

SCHWEIZERISCHES FERNSEH-RICHTSTRAHLNETZ

PROGRAMMVERTEILUNG MIT BASISSENDERN 1. SENDERKETTE

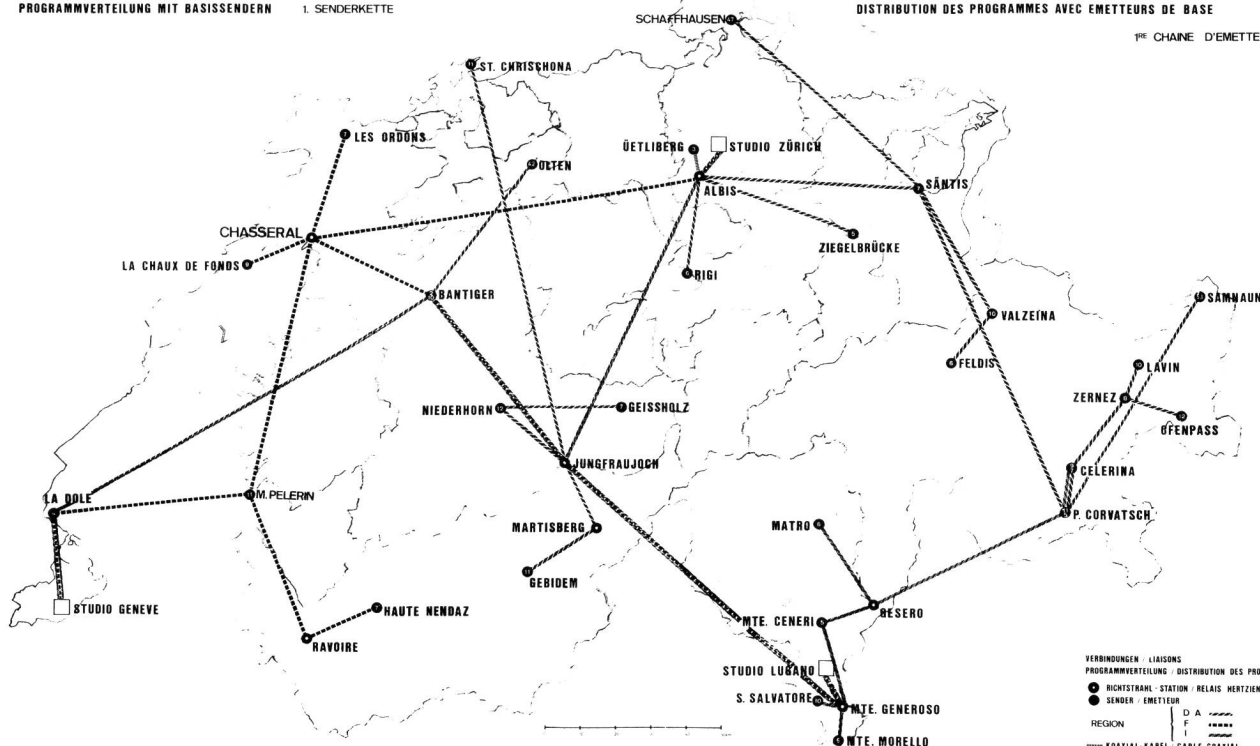


Fig. 4
Schweizerisches Fernseh-Richtstrahlnetz (Programmverteilung 1. Kette) mit Basissendern - Réseau suisse de télévision à faisceaux hertziens (programme de la 1ère chaîne) avec émetteurs de base

(Modulatoren und Demulatoren zur Bild- und Tonübertragung) die (1+1)-Schutzschalttechnik, das heisst alle Elemente werden doppelt ausgerüstet und im Bedarfsfall automatisch ersatzgeschaltet.

4. Das (7+1)-ZF-Schutzschaltssystem

Das (7+1)-ZF-Schutzschaltssystem wird im schweizerischen Fernsehrichtstrahlnetz für die Sicherung der Übertragung der Programme eingesetzt. Mit ihm lässt sich bei Vollausbau einer von sieben Arbeitskanälen auf die dazugehörige Reserveverbindung schalten. Dies geschieht normalerweise automatisch; manuelle Eingriffe sind aber ohne weiteres möglich. Die Umschaltung findet auf ZF-Ebene statt, was den Einsatz sehr schneller Diodenschalter erlaubt. Da auf der Sende- und der Empfangsseite der Richtstrahlverbindung geschaltet werden muss, gliedert sich das Schaltsystem in einen Sende- und Empfangsteil. Für die Übertragung der Umschaltbefehle ist ein Dienstkanaal notwendig.

Die Anlage ist volltransistorisiert; die Elemente sind auf Leiterplatten aufgebaut. Diese «Karten» sind steckbar in einer Bucht angeordnet. Anhand des Blockschemas (Fig. 5) sei der Ablauf einer automatischen Umschaltung erklärt. Zur besseren Übersicht wird das Schaltsystem in einige Funktionsgruppen aufgeteilt.

4.1 Überwachungsteil

Der Betriebszustand der zu schützenden Kanäle muss auf der Empfangsseite überwacht und signalisiert werden. Da es nicht möglich ist, den Betriebszustand anhand des übertragenen Signales zu kontrollieren, wird im Modulator ein Pilot von 9,023 MHz aufmoduliert. Dieser liegt ausserhalb des für die Fernsehübertragung verwendeten Frequenzbandes. Falls die Richtstrahlanlage das Signal nicht mehr oder nicht mehr richtig überträgt, lässt sich dies anhand des Piloten feststellen. Der auf der Empfangsseite vorhandene Pilotempfänger gibt ein Signal, sobald der Pilot um mehr als 4 dB absinkt oder stark ansteigt. Dieser Alarm wird in den Logikteil weitergeleitet. Ein weiteres Kriterium für die Übertragungsqualität ist der Signal/Geräuschabstand. Er lässt sich mit Hilfe des Piloten überwachen. Die dazu notwendigen Schaltungen sind im Pilotempfängereinschub untergebracht. Der Geräuschalarm wird ebenfalls an den Logikteil weitergeleitet. Für die Überwachung der Reserveverbindung wird ein Pilot von 8,5 MHz verwendet. Der dazugehörige Empfänger muss also für beide Pilotfrequenzen (8,5 MHz und 9,023 MHz) ausgerüstet sein.

4.2 Der Logikteil

Er ist für den richtigen Ablauf einer Umschaltung verantwortlich. Er erhält von den maximal acht Pilotempfängern (bei Vollausbau sieben Hauptkanäle und ein Reservekanal) die Pilot- und Geräuschalarme. Anhand dieser Signale werden die Prioritäten für den Zugriff auf den Reservekanal ausgeschieden. Grundsätzlich hat ein Kanal mit Pilotalarm das höhere Zugriffsrecht (die höhere Priorität) auf den Reservekanal als ein durch Geräusch gestörter Kanal. Zudem sinkt der Prioritätsanspruch gegen höhere Kanalnummern, das heisst der Kanal 1 hat die höhere Priorität als der Kanal 2 und dieser wiederum die höhere als Kanal 3 usw. Soll nun ein Kanal auf die Reserveverbindung umgeschaltet werden, gibt die entsprechende «Kontrolleinheit» ein Signal in die dem gleichen Kanal zugeordnete «Steuereinheit». Diese hat die Aufgabe, den zeitlichen Ablauf der Umschal-

la moyenne fréquence, il est possible d'utiliser des commutateurs à diodes très rapides. Vu que la liaison à faisceaux hertziens doit être commutée du côté émission et du côté réception, le système de commande comprend une partie émission et une partie réception. La transmission des ordres de commutation exige l'emploi d'un canal de service. Les éléments de l'installation, entièrement transistorisée, sont montés sur des circuits imprimés. Ces cartes enfichables sont disposées dans une baie. Le schéma de principe de la figure 5 permet d'expliquer le déroulement d'une commutation automatique. Pour plus de clarté, le dispositif a été subdivisé en groupes de fonctions.

4.1 L'organe de surveillance

L'état de fonctionnement des voies à protéger doit être surveillé et signalé du côté réception. Vu qu'il n'est pas possible de surveiller l'état de fonctionnement d'après le signal à transmettre, on injecte un signal pilote de 9,023 MHz au niveau du modulateur. Ce signal se situe à l'extérieur de la bande de fréquences utilisée pour la transmission de télévision. Une transmission perturbée ou interrompue exerce une influence sur le pilote. Côté réception, le récepteur de pilote délivre un signal, dès que le niveau du pilote s'affaiblit de plus de 4 dB ou s'il augmente fortement. Cette alarme est conduite à la logique de commande. Un autre critère de la qualité de transmission est le rapport signal/bruit, que le pilote permet de surveiller. Les circuits nécessaires à cet effet sont logés dans l'unité enfichable de réception du pilote. L'alarme de bruit est également transmise à la logique de commande. La surveillance de la liaison de réserve s'effectue au moyen d'un pilote de 8,5 MHz. Le récepteur correspondant doit donc être équipé pour les deux fréquences pilotes (8,5 et 9,023 MHz).

4.2 La partie logique

La partie logique est responsable du déroulement correct d'une commutation. C'est à elle qu'aboutissent les alarmes de pilote et de bruit provenant des récepteurs de pilote au nombre maximal de huit (sept voies principales et une voie de réserve à pleine extension). Les priorités quant à l'accès à la voie de réserve sont déterminées en fonction de ces signaux. En principe, l'accès à la voie de réserve est prioritaire pour une voie affectée d'une alarme de pilote par rapport à une voie perturbée par du bruit. De plus, le degré de priorité est fonction inverse de la numérotation des voies, c'est-à-dire qu'il est plus élevé pour la voie 1 que pour la voie 2, etc. Lorsqu'il s'agit de commuter une voie sur une liaison de réserve, l'unité de contrôle entrant en considération envoie un signal à l'unité de commande rattachée à la même voie. Cette dernière a pour tâche de vérifier le déroulement temporel de la commutation ainsi que l'état de la liaison de réserve. Si l'unité de contrôle transmet un ordre de commutation, l'exécution de celui-ci est préparée, dans la mesure où une voie de réserve est disponible. Il faut tout d'abord que le système de commutation soit activé par le biais de l'organe de surveillance décrit ci-après. Dès que cela est fait, le récepteur pilote de la voie de réserve reçoit le pilote de travail de la voie commutée. L'unité de commande capte un signal correspondant et commande le commutateur à diodes, côté réception, par le biais d'un circuit de l'unité d'alimentation et de commutation.

4.3 Le circuit d'alarme et de commande

Cet ensemble est étroitement lié à la logique. Toutes les alarmes de pilote et de bruit, l'état de l'installation ainsi que

tung und den Zustand der Reserveverbindung zu kontrollieren. Kommt von der Kontrolleinheit ein Umschaltbefehl, so wird, sofern der Reservekanal verfügbar ist, die Umschaltung eingeleitet. Zuerst muss über den noch zu besprechenden Dienstkanalteil die Sendeseite des Schutzschaltsystems umgeschaltet werden. Sobald dies geschehen ist, erhält der Pilotempfänger des Reservekanals den Arbeitspiloten des nun umgeschalteten Kanals. Die Steuereinheit bekommt ein entsprechendes Signal und steuert nun über eine Verstärkereinheit den Diodenschalter auf der Empfangsseite an.

4.3 Die Alarm- und Steuerplatte

Sie ist eng mit dem Logikteil verknüpft. Sämtliche Pilot- und Geräuscharme, der Zustand der Anlage und der zugehörigen Sender und Empfänger sowie der Modulatoren und Demodulatoren werden signalisiert. Ferner kann ein Kanal manuell auf die Reserveverbindung geschaltet oder die automatische Umschaltung für einen oder mehrere Kanäle gesperrt werden.

4.4 Dienstkanalteil

Dieser verbindet Sende- und Empfangsschaltssystem mit Hilfe eines Dienstkanals. Dieser Hilfskanal kann drahtlos oder über fest geschaltete Adern im Telefonnetz gebildet werden. Aufgabe des Überwachungsteils ist es, die aus der Logik der Empfangsseite kommenden Umschaltbefehle der Sendeseite weiterzuleiten. Im Normalzustand wird die Dienstkanalverbindung mit dem Überwachungston belegt. Soll ein Umschaltbefehl weitergeleitet werden, so wird der Überwachungston abgeschaltet, und es werden zwei andere Töne gesendet. Sobald die Sendeseite des Schaltsystems diese Töne empfängt, wird der entsprechende Diodenschalter angesteuert. Die Umschalttöne bleiben aufgeschaltet, solange die Umschaltung bestehen bleibt. Erst wenn der Logikteil eine Normalschaltung befiehlt, wird von den Schaltfrequenzen auf den Überwachungston zurückgegangen. Die Empfangslogik ist so aufgebaut, dass nur eine richtige Tonkombination eine Umschaltung bewirkt. Wenn also beispielsweise die Dienstkanalverbindung ausfällt oder Intermodulationen erzeugt, bleiben die Diodenschalter auf der Sendeseite des Schaltsystems in der zuletzt befohlenen Stellung. Jeder Ton wird mit einem Pegel von -16 dBm auf die Leitung gegeben.

4.5 Logik Sendeseite

Die auf der Sendeseite vorhandene Logik besteht hauptsächlich aus der im Überwachungsteil beschriebenen Tonempfangslogik, deren Signale in die je Kanal zugeordnete Verstärkereinheit führen. Ihre Hauptaufgabe ist es, den Logikpegel in eine Vorspannung für den Diodenschalter umzuformen. Ferner ist die Vorwärtssperrungslogik eingebaut.

4.6 Vorwärtssperrlogik

Diese arbeitet unabhängig von den bereits beschriebenen Anlageteilen. Sie ist erst in Betracht zu ziehen, wenn mehrere Schaltssysteme hintereinandergeschaltet sind, wie es im schweizerischen TV-Richtstrahlnetz der Fall ist. Ihre Aufgabe ist es, unnötige Umschaltungen der einzelnen Schaltabschnitte zu verhindern. Wenn zum Beispiel auf einer Verbindung Pilotalarm besteht, aber keine Umschaltung erfolgen kann, weil die Reserveverbindung durch einen Kanal mit höherer Priorität belegt oder die Umschaltung manuell blockiert ist, so ist zu erwarten, dass die nachfolgenden Schaltabschnitte ebenfalls Pilotalarm geben. Eine

des émetteurs et des récepteurs qui en font partie, de même que celui des modulateurs et des démodulateurs sont signalés. De plus, il est possible de commuter manuellement une voie sur la liaison de réserve ou de bloquer la commutation automatique d'une ou plusieurs voies.

4.4 L'organe de surveillance

Cet organe relie le système d'émission au système de réception par l'intermédiaire d'une voie de service, qui peut être constituée par une liaison radioélectrique ou par une ligne du réseau téléphonique connectée à demeure. La tâche de l'organe de surveillance est de transmettre à la partie émettrice les ordres de commutation provenant de la logique de la partie réceptrice. En cas normal, la voie de service est occupée par la fréquence audible de surveillance. Aussitôt qu'un ordre de commutation doit être donné, la fréquence de surveillance est déconnectée et deux autres fréquences audibles sont émises. Dès que la partie émission du système de commutation reçoit ces fréquences, le commutateur à diodes voulu est actionné. Les fréquences de commutation occupent le circuit aussi longtemps que dure la commutation. Un retour aux fréquences de surveillance ne peut avoir lieu que si la logique commande une commutation à l'état normal. La logique de réception est conçue de manière que seule une combinaison adéquate de fréquences audibles puisse provoquer la commutation. Si, par exemple, la liaison de la voie de service tombe en panne ou provoque de l'intermodulation, les commutateurs à diodes situés du côté émission du système de commutation restent dans la position assignée par le dernier ordre transmis. Le niveau de chaque fréquence acoustique injectée sur la ligne est de -16 dBm.

4.5 Logique côté émission

La logique côté émission comprend essentiellement la logique de réception à fréquences audibles, dont les signaux aboutissent à l'unité d'alimentation et de commutation équipant chaque voie. Sa tâche principale consiste à transformer le niveau logique en une tension de polarisation pour le commutateur à diodes. Cet ensemble comprend aussi la logique de blocage.

4.6 Logique de blocage en avant

Ce dispositif travaille indépendamment des parties d'installation décrites. Elle n'entre en ligne de compte que si plusieurs systèmes de commutation sont connectés en série, ce qui est le cas dans le réseau suisse de télévision à faisceaux hertziens. Sa tâche consiste à éviter des commutations inutiles des diverses sections surveillées. Si, par exemple, une alarme de pilote est signalée sur une liaison, mais qu'aucune commutation ne peut avoir lieu, vu que la liaison de réserve est occupée par une voie prioritaire ou que la commutation est bloquée manuellement, il faut s'attendre que l'alarme de pilote soit également donnée dans les sections suivantes. Toutefois, il serait inutile de commuter ces sections, vu que le défaut réside dans la première liaison. Pour expliquer cette fonction, considérons trois sections de commutation A, B et C branchées en série. Le schéma de principe de la figure 5 montre que les alarmes de pilote et de bruit de la section de commutation précédente sont conduites à la logique de blocage. Si une alarme de pilote ou de bruit se produit dans la section A, sans qu'il y ait commutation, la commutation est également bloquée dans la section B. Cela provient du fait que, du côté émission, la logique injecte un signal de blocage dans l'unité d'alimentation et de

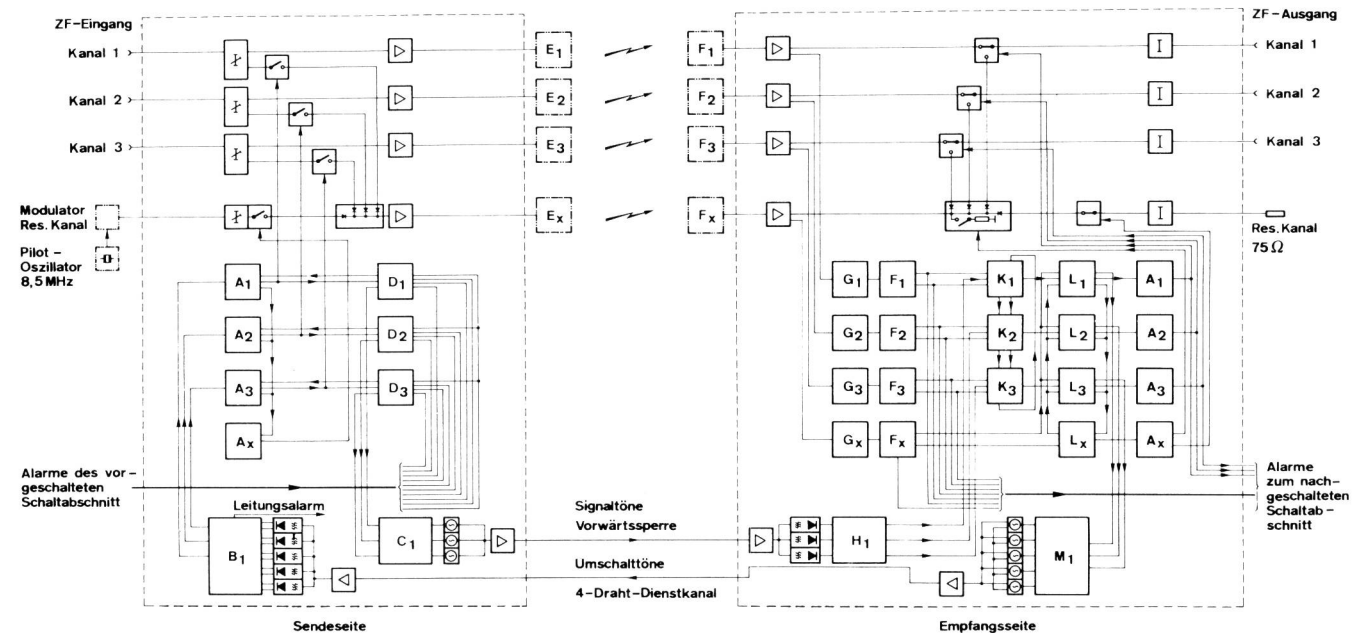


Fig. 5
Blockschema (7+1)-ZF-Schaltssystem GEC – Schéma de principe du système de commutation GEC (7+1) en moyenne fréquence

- A 1...A 3 Speise/Schalteinheit – Unité d'alimentation et de commutation
A x Speise/Schalteinheit Reservekanal – Unité d'alimentation et de commutation voie de réserve
B 1 Empfangslogik Umschaltöne – Logique de réception fréquences audibles de commutation
C 1 Sendelogik Vorwärtssperre – Logique d'émission blocage en avant
D 1...D 3 Vorwärtssperrelogik – Circuit de blocage
E 1...E 3 Sender – Emetteur
F 1...F 3 Empfänger – Récepteur
G 1...G 3 Pilot Demodulator – Démodulateur de pilote
H 1 Empfangslogik Vorwärtssperre – Logique de réception blocage en avant

- K 1...K 3 Kontrolleinheit – Unité de contrôle
L 1...L 3 Steuereinheit – Unité de contrôle
L x Steuereinheit allgemein – Unité de contrôle commune
M 1 Sendelogik Umschaltöne – Logique d'émission fréquences acoustiques de commutation
ZF-Eingang – Entrée MF
Kanal 1, 2, 3 – Canal 1, 2, 3
Modulator Res(erve)-Kanal – Modulateur canal de réserve
Pilot-Oszillator 8,5 MHz – Oscillateur pilote 8,5 MHz
Alarme des vorgeschalteten Schaltabschnitts – Alarmes de la section de commutation précédente
Leitungsalarm – Alarme de ligne
Sendeseite – Côté émission
Signalöne Vorwärtssperre – Fréquences audibles de blocage
Umschaltöne – Fréquences de commutation
4-Draht-Dienstkanal – Canal de service 4-fils
ZF-Ausgang – Sortie MF
Res(erve)-Kanal 75 Ω – Canal de réserve 75 Ω
Alarme zum nachgeschalteten Schaltabschnitt – Alarmes vers la section de commutation suivante

Umschaltung dieser Schaltabschnitte würde aber nichts nützen, da der Fehler in der ersten Verbindung liegt. Zur Erklärung der Funktion seien drei hintereinandergeschaltete Schaltabschnitte A, B und C definiert. Aus dem Blockschema (Fig. 5) ist ersichtlich, dass in die Vorwärtssperrelogik die Pilot- und Geräuschalarme des vorangehenden Schaltabschnittes geführt sind. Tritt im Abschnitt A ein Pilot- oder Geräuschalarm auf, ohne dass eine Umschaltung geschieht, wird für den Abschnitt B die Umschaltung ebenfalls gesperrt. Dies geschieht, indem auf der Sendeseite die Vorwärtssperrelogik ein Sperrsignal in die Verstärkereinheit des betreffenden Kanals gibt, ferner wird der Oszillator des entsprechenden Kanals angesteuert. Das Signal geht über den Dienstkanal auf die Empfangsseite, wo der Tonempfänger in der Kontrolleinheit des entsprechenden Kanals die Umschaltung unterdrückt. Da der Pilotabfall auf der ganzen Verbindung Alarm auslöst, gilt für den Abschnitt C die gleiche Ausgangslage, das heisst, der vorangehende Abschnitt B hat Pilotalarm, schaltet aber nicht um. Deshalb wird auch für den Abschnitt C die Umschaltung des entsprechenden Kanals gesperrt.

4.7. Zeitlicher Ablauf einer Umschaltung

Ein ganzer Umschaltungsablauf dauert bis etwa 13 ms, wobei die Laufzeit der Dienstkanalverbindung nicht mitgerechnet ist. Der grösste Teil an Umschaltzeit wird

commutation de la voie entrant en considération; d'autre part, un signal attaque l'oscillateur de la voie correspondante. Par l'intermédiaire de la voie de service, le signal est transmis du côté réception, où le récepteur à fréquences vocales de l'unité de contrôle du canal considéré supprime la commutation. Vu que la chute de niveau du pilote déclenche une alarme sur toute la liaison, la même situation de départ s'applique à la section C, ce qui signifie que la section précédente B est affectée d'une alarme de pilote, mais qu'elle ne commute pas. De ce fait, la commutation de la voie correspondante est aussi bloquée pour la section C.

4.7. Déroulement dans le temps d'une commutation

Un cycle de commutation entier dure quelque 13 ms, compte non tenu du temps de propagation de la liaison passant par la voie de service. La majeure partie du temps de commutation est requis par le processus qui se déroule dans l'organe de surveillance, vu que le récepteur à fréquences acoustiques doit être équipé de filtres à bande passante étroite. La durée du cycle de commutation est illustrée par la récapitulation suivante:

Fonction	Temps en ms	Temps total en ms
Temps de réponse du récepteur pilote	1	1

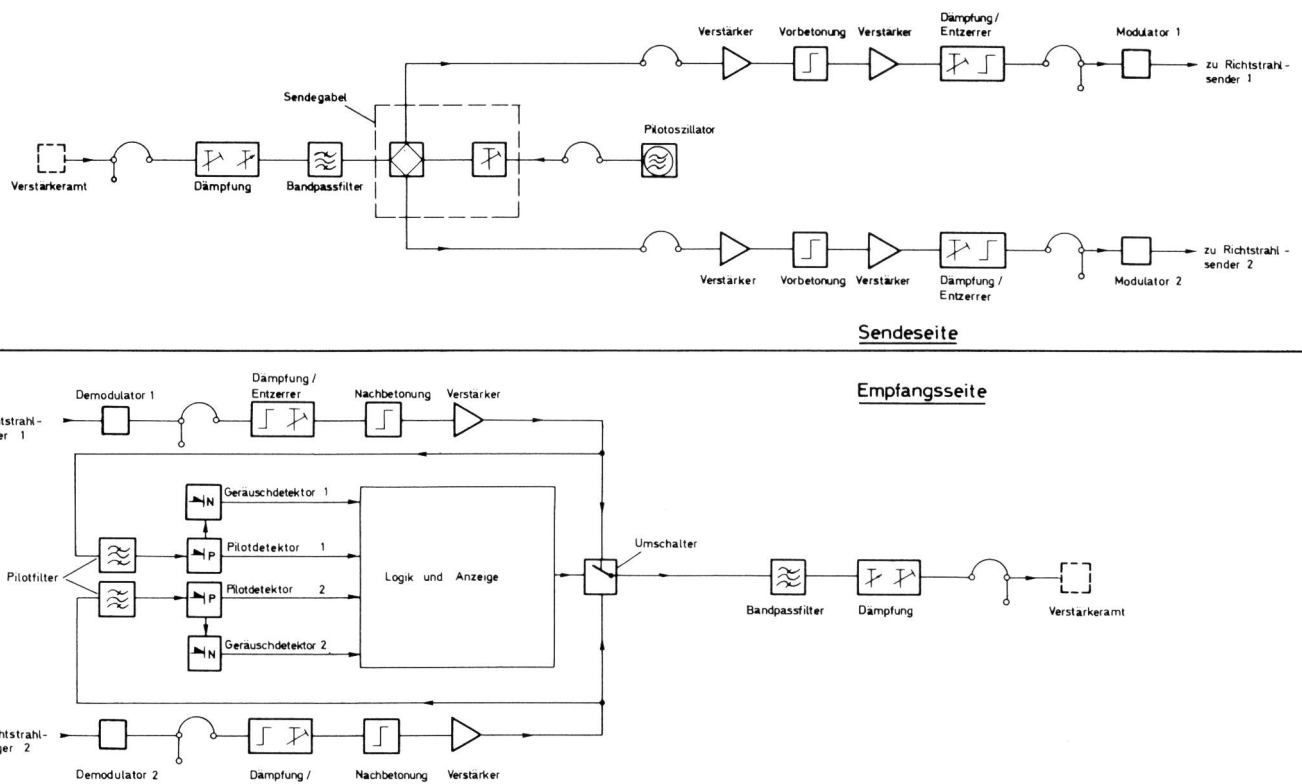


Fig. 6
Vereinfachtes Blockscha (1+1)-Basisband-Schaltgerät – Schéma de principe simplifié du dispositif de commutation (1+1) en bande de base

Sendeseite – Côté émission
Verstärkerant – Station d'amplificateurs
Dämpfung – Affaiblissement
Bandpassfilter – Filtre passe-bande
Sendegabel – Répartiteur d'émission
Pilotoszillator – Oscillateur pilote
Verstärker – Amplificateur
Vorbetonung – Préaccentuation

Dämpfung/Entzerrer – Atténuation/correcteur de distorsions
Modulator – Modulateur
Zu Richtstrahlsender – Vers l'émetteur à faisceaux hertziens
Empfangsseite – Côté réception
Von Richtstrahl-empfänger – En provenance du récepteur à faisceaux hertziens
Demodulator – Démodulateur
Nachbetonung – Désaccentuation
Pilotfilter – Filtre de pilote
Geräuschdetektor – Détecteur de bruit
Logik und Anzeige – Logique et affichage
Umschalter – Commutateur
Pilotdetektor – Détecteur de pilote
Bandpassfilter – Filtre passe-bande

durch den Dienstkanalteil aufgebraucht, da im Tonempfänger Filter mit einer kleinen Bandbreite verwendet werden müssen. Die nachfolgende Zusammenstellung zeigt den zeitlichen Ablauf einer Umschaltung:

Funktion	Zeit ms	Totalzeit ms
Ansprechzeit Pilotempfänger	1	1
Schaltzeit Logik Empfangsseite	vernachlässigbar	1
Umschalten der Tonoszillatoren	2,5	3,5
Laufzeit im Filter des Tonempfängers	6	9,5
Ansprechzeit des Tonempfängers	2,5	12
Schaltzeit Logik Sendeseite	vernachlässigbar	12
Ansprechzeit des Reservekanal-Pilotempfängers	1	13
Umschaltung Empfangsseite	vernachlässigbar	13

Messungen an Verbindungen mit sehr langem Dienstkanal haben eine Umschaltzeit bis etwa 16 ms ergeben. Für Fernsehverbindungen ist dies vollkommen genügend.

5. Das (1+1)-Basisband-Schutzschaltgerät

Das (1+1)-Schaltssystem ist für die gesicherte Übertragung eines Signals (Fernsehen, Telefonie-Breitbandkanal) vorgesehen. Es ergeben sich mehrere markante Unterschiede zum (7+1)-ZF-Schutzschaltssystem. Da nur ein

Temps de commutation de la logique côté réception	négligeable	1
Commutation des oscillateurs à fréquences audibles	2,5	3,5
Temps de propagation dans le filtre du récepteur à fréquences audibles	6	9,5
Temps de réponse du récepteur à fréquences audibles	2,5	12
Temps de commutation de la logique côté émission	négligeable	12
Temps de réponse du récepteur de pilote de la voie de réserve	1	13
Commutation côté réception	négligeable	13

Les temps de commutation mesurés sur des liaisons dotées d'une très longue voie de service atteignaient 16 ms environ au maximum, ce qui est parfaitement suffisant en télévision.

5. Le dispositif de commutation (1+1) en bande de base

Le système de commutation (1+1) vise à permettre la transmission assurée d'un signal (télévision, voie de téléphonie à large bande). Il est caractérisé par plusieurs différences marquées à l'égard du système de commutation (7+1) en moyenne fréquence. Toute la logique est concentrée côté réception, vu qu'une seule voie doit être

Kanal gesichert werden muss, ist die ganze Logik auf der Empfangsseite konzentriert. Auf der Sendeseite wird lediglich das zu übertragende Signal auf die beiden Richtstrahlverbindungen aufgeteilt und ihm zugleich der Überwachungspilot aufmoduliert. Im bestehenden Richtstrahlnetz der schweizerischen PTT-Betriebe wird die Schaltausrüstung immer über mehrere Verbindungsabschnitte eingesetzt. Wie aus dem stark vereinfachten Blockschema (Fig. 6) ersichtlich, bestehen die Telefonieverbindungen immer aus Duplexkanälen. Es werden gleiche Ausrüstungen für den Hin- und den Rückweg verwendet, also in jedem Terminal eine Sende- und eine Empfangsausrüstung. Auf der Sendeseite geht das vom Verstärkeramt (VA) kommende Signal über einen Trennbügel auf eine einstellbare Dämpfung und ein Bandbegrenzungsfilter. Darauf wird es in der Sendegabel aufgeteilt und gleichzeitig der Überwachungspilot eingespeist. Das Signal geht nun über zwei gleichwertige Pfade. Nach dem Modulator gelangt es auf die Richtstrahlanlage, wobei normalerweise mehrere Sender-Empfänger hintereinandergeschaltet sind. In den Relais geschieht die Durchschaltung auf ZF-Ebene. Im Empfangsterminal werden die Signale der Richtstrahlempfänger demoduliert und verstärkt und anschliessend auf den Umschalter und die Pilotauswertung geführt. Von jedem Kanal wird der im Sendeterminale eingespeiste Pilot ausgefiltert und auf einen Pilotdetektor geführt. Dieser besteht aus einem Verstärker und einem nachgeschalteten Gleichrichter. Es sind vier Schmitttrigger nachgeschaltet, die bei einer gewissen Pilot-Amplitudenabweichung ansprechen (Schwellwerte $\pm 1,5$ und ± 3 dB). Die Alarme werden mit Pilotalarm (PA) 1 und 2 bezeichnet. Ist dem Pilot ein Geräusch überlagert, so entsteht nach der Gleichrichtung durch die Überlagerung in der Gleichrichterdioden eine niederfrequente Wechselspannungskomponente, die ausgekoppelt und in den Geräuschdetektor gegeben wird. Dort wird das Signal verstärkt und gleichgerichtet. Zur Geräuschalarmierung sind drei Schwellen eingebaut. Diese werden mit Geräuschalarm (NA) 1, 2 und 3 bezeichnet. Alle Alarmkriterien werden in einer Logik verarbeitet. Die bewerteten Alarme beider Kanäle werden miteinander verglichen; die Logik schaltet den Grundbandumschalter auf den bessern Kanal. Auf den Umschalter folgt ein Bandpassfilter, welches nur das für das Verstärkeramt bestimmte Band durchlässt. Der in der Sendegabel hinzugefügte Pilot wird also weggefiltert. Über eine einstellbare Dämpfung zur Pegelanpassung und verschiedene Trennbügel gelangt das Grundbandsignal in das Verstärkeramt, wo es im Multiplexteil weiterverarbeitet wird.

assurée. Du côté émission, on se borne à répartir le signal à transmettre sur les deux liaisons à faisceaux hertziens et à moduler le signal au moyen du pilote de surveillance. Dans le réseau à faisceaux hertziens permanent de l'Entreprise des PTT suisses, l'installation de commutation est toujours appliquée à plusieurs sections. Ainsi que le montre le schéma de principe très simplifié de la figure 6, les liaisons de téléphonie consistent toujours en voies duplex. Les mêmes équipements sont utilisés à l'aller et au retour de la liaison, si bien que chaque terminal est doté d'une installation d'émission et d'une installation de réception. Du côté émission, le signal provenant de la station d'amplificateurs (VA) aboutit à un atténuateur réglable et à un filtre limiteur de bande, par l'intermédiaire d'un étrier de coupure. Ensuite, le signal est subdivisé dans le répartiteur d'émission en même temps que lui est adjoint le pilote de surveillance. Il emprunte donc deux voies équivalentes, et, après le modulateur, parvient à l'installation à faisceaux hertziens, dans laquelle plusieurs émetteurs-récepteurs sont habituellement connectés en série. Dans les relais, la commutation s'effectue au niveau de la moyenne fréquence. Les signaux des récepteurs à faisceaux hertziens sont démodulés et amplifiés au terminal de réception, puis amenés sur le commutateur et le dispositif d'analyse du pilote. Le pilote injecté dans chaque canal, au terminal d'émission, est extrait par filtrage et conduit à un détecteur. Ce dernier consiste en un amplificateur suivi d'un redresseur. La chaîne est complétée par quatre triggers de Schmitt qui réagissent lors d'une certaine déviation d'amplitude du pilote (valeurs de seuil $\pm 1,5$ et ± 3 dB). Les alarmes sont désignées par alarme de pilote (PA) 1 et 2. Si un bruit est superposé au pilote, une composante de tension alternative à basse fréquence apparaît après détection, par superposition dans la diode redresseuse, tension qui est découplée et conduite au détecteur de bruit, où le signal est amplifié et détecté. Trois seuils sont prévus pour l'alarme de bruit. Ils sont désignés par alarme de bruit (NA) 1, 2 et 3. Tous les critères d'alarme sont traités dans une logique. Les alarmes prises en considération provenant des deux voies sont comparées; la logique connecte le commutateur de bande de base sur la voie de meilleure qualité. Le commutateur est suivi d'un filtre passe-bande, qui ne laisse passer que la bande destinée à la station d'amplificateurs. Le pilote injecté au niveau du répartiteur d'émission est donc supprimé par filtrage. Le signal de bande de base parvient à la station d'amplificateurs par l'intermédiaire d'un atténuateur réglable et d'une série d'étriers de coupure, et il est traité par l'équipement de multiplexage.