

Einführung der (n+1)-Schutzschalttechnik im schweizerischen Fernseh-Richtstrahlnetz

Autor(en): **Stulz, Jean**

Objektyp: **Article**

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**

Band (Jahr): **45 (1967)**

Heft 12

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874914>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Einführung der (n+1)-Schutzschalttechnik im schweizerischen Fernseh-Richtstrahlnetz

Jean STULZ, Bern

621.396.43.062.8-523.8

Zusammenfassung. Für die Fernseh-Richtstrahlverbindung Jungfrauoch-Martisberg wurde in der Schweiz erstmals eine Schutzschalteinrichtung eingesetzt, die bei einer Verschlechterung der Übertragungsqualität ganze Richtstrahlstrecken automatisch auf Reservelinien umschaltet. Die vorliegende Arbeit vermittelt eine Übersicht über die Arbeitsweise dieses Schaltsystems, wobei abschliessend auch noch auf die hochfrequenztechnischen Einrichtungen eingegangen wird.

Application dans le réseau suisse de télévision à faisceaux hertziens d'une technique de commutation (n+1) augmentant la sécurité d'exploitation

Résumé. Pour la liaison de télévision à faisceaux hertziens Jungfrauoch-Martisberg, on a installé pour la première fois en Suisse un système de commutation qui, en cas de diminution de la qualité de la transmission, commute automatiquement des faisceaux hertziens entiers sur des lignes de réserve. L'article qui suit donne un aperçu du fonctionnement de ce système et traite aussi, pour terminer, des installations à haute fréquence.

Introduzione sulla rete svizzera dei ponti televisivi della tecnica di commutazione di protezione (n+1).

Riassunto: Per il ponte televisivo Jungfrauoch-Martisberg è stato introdotto per la prima volta in Svizzera la tecnica di commutazione di protezione, la quale permette di commutare automaticamente su un equipaggiamento di riserva un collegamento a fasci herziani la cui qualità di trasmissione ha subito un deterioramento. Il presente lavoro descrive il funzionamento di questo tipo di commutatore e per terminare presenta ancora i relativi equipaggiamenti tecnici ad alta frequenza.

Die Betriebssicherheit der heutigen Richtstrahlanlagen ist sehr hoch, so dass Betriebsausfälle bereits zu den seltenen Ereignissen zählen. Trotzdem kommt es immer wieder vor, dass eine Verbindung unbrauchbar wird, sei es zufolge anlagenseitigen Defekten, sei es zufolge von Störungen in der Wellenausbreitung (Fading, Absorption usw.). Ferner treten bei Unterhaltsarbeiten oft längere Unterbrüche auf. Je nach der Art der Störung kann es sehr lange dauern, bis der Fehler behoben ist. Es liegt auf der Hand, dass bei einer Richtstrahlstrecke, über die viele Telephoniekanäle oder ein Fernsehbild mit Begleitton laufen, die Ausfallzeiten möglichst kurz gehalten werden müssen.

In dem hier geschilderten Beispiel liegt die TV-Station Martisberg (Oberwallis) 100 km vom Standort des technischen Personals entfernt. Sie ist unbemannt und bedient eine Umsetzer-Senderkette, die zur Versorgung des Deutschwallis dient. Ein Richtstrahlunterbruch bei Beginn des Abendprogrammes würde, mit grösster Wahrscheinlichkeit, für die Bevölkerung des Oberwallis – bis hinunter nach Sitten – einen Ausfall des deutschschweizerischen Fernsehprogrammes bedeuten. Um solche unliebsamen Betriebsausfälle zu vermeiden, wurde eine Reservestrecke eingesetzt, auf die im Störfall automatisch umgeschaltet wird. Aus wirtschaftlichen und betrieblichen Überlegungen wird erstmals eine Schaltautomatik verwendet, die nach einem (n+1)-System arbeitet. Das ganze Schaltsystem, das weitgehend auf der Festkörperbautechnik basiert, wurde von der *General Electric Company* entwickelt.

1. Aufbau der Verbindung

Die Schemata der Figur 1 beziehen sich auf das zurzeit bestehende Betriebsstadium mit je einer Betriebs- und Reserveverbindung (1+1). Die Anlage kann jederzeit zu

einem (3+1)- beziehungsweise (6+2)-Betriebssystem ausgebaut werden. Die ganze Schaltautomatik beruht auf der Überwachung der Modem- und Radiokanäle und besitzt zwei unabhängige Schaltabschnitte. Der erste Schaltabschnitt befindet sich im Grundbandpfad und schützt die Modulatoren und die Demodulatoren. Ein zweiter Abschnitt schaltet die Radiokanäle auf die Reservestrecke und umfasst sämtliche ZF-Schaltorgane. Weiter besteht das Schaltsystem aus fünf unabhängigen Schaltgruppen, je mit eigener Automatik, die verriegelt oder manuell auf die gewünschte Position geschaltet werden können:

1. Umschaltung der Modulatoren
2. Umschaltung der Demodulatoren
3. Umschaltung der Radiokanäle
4. Umschaltung der Pilotoszillatoren 8,5 MHz
5. Umschaltung der Pilotoszillatoren 8,0 MHz

Ausser den Pilotdemodulatoren sind sämtliche Schalt- und Steuereinheiten in zwei Buchten (Tx- und Rx-Schaltschaltbuchten) untergebracht (Tx = Sender, Rx = Empfänger).

2. Das Schaltsystem empfangsseitig (Fig. 1a)

Dieses Schaltgestell kann für ein (3+1)-, (2+1)- oder (1+1)-System ausgebaut werden. Die ZF-Signale am Ausgang der vier einzelnen Entzerrer (Vollausbau) durchlaufen in der Schaltbuchten zwei Umschalteinheiten und gelangen nach diesem Umweg zur Grundbandbuchten. Die Pilotdemodulatoren sind am zweiten ZF-Ausgang der Entzerrer angeschlossen und liefern das demodulierte Signal an die entsprechenden Pilotempfänger. Diese Empfänger verarbeiten den empfangenen Arbeitspiloten 8,5 MHz, indem zwei Schaltkriterien unterschieden werden. Das erste Kriterium ist eine Auswertung des Pilotpegels, das zweite eine Überwachung des

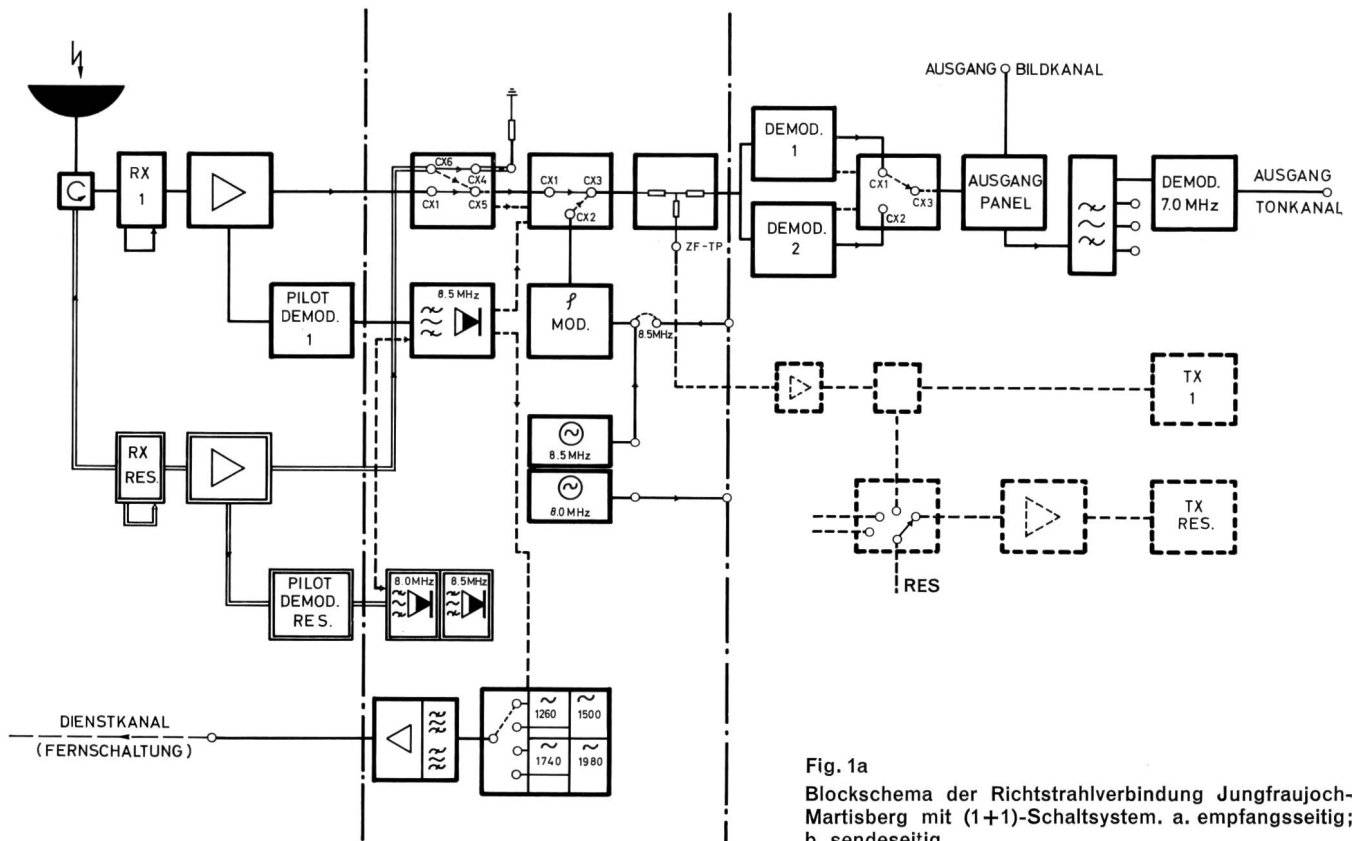


Fig. 1a
 Blockschema der Richtstrahlverbindung Jungfraujoch-Martisberg mit (1+1)-Schaltssystem. a. empfangsseitig; b. sendeseitig

Geräuschpegels nahe der Pilotfrequenz. Zusätzlich ist noch der Pilotempfänger des Reservekanals vorhanden, der sowohl die Pilotfrequenz eines Arbeitskanals als auch jene des Reservekanals verarbeiten kann. Für die Umschaltung der Sender wird – über eine Telefonleitung oder Funkstrecke – ein niederfrequenter Dauerton nach der Gegenstation gesandt. Diese Aufgabe wird durch vier Tonoszillatoren erfüllt. Da das schweizerische Richtstrahlnetz zur Zeit noch über keine Dienstkanäle verfügt, wurde für die Übertragung dieser Schaltöne eine direkte Drahtleitung eingesetzt. Ein Ausfall dieser Steuerleitung hat zur Folge, dass die gesamte Automatik blockiert wird, so dass weder eine Umschaltung noch ein Unterbruch der Verbindung eintreten kann. Bei Normalbetrieb beträgt die Frequenz des Dauertons 1260 Hz. Während einer Umschaltung, die bis zu 30 ms im Maximum beträgt, wird der normale Weg des gestörten ZF-Signals unterbrochen und durch einen internen 70-MHz-Ersatzträger, mit aufmoduliertem Arbeitspilot 8,5 MHz, ersetzt. Dadurch wird eine Umschaltung des Hauptmodulators auf den Reservemodulator verhindert.

3. Prinzipielle Arbeitsweise der wichtigsten Schaltorgane

3.1 ZF-Umschaltseinheit empfangsseitig (Fig. 1a)

Bei Vollausbau laufen über diese Umschaltseinheit alle vier ZF-Signale. Die Schaltung besteht aus vier Diodenschaltern mit den dazugehörigen Steuereinheiten. Die einzelnen Steuereinheiten, basierend auf einer DC-Logik, sperren oder öffnen die Diodenschalter. Die Steuerspannung am Ausgang einer Steuereinheit kann je nach Schaltzustand der Diodenschalter positiv oder negativ sein, ist jedoch bei Normalbetrieb positiv. Dieselbe Steuerspannung ist zusätzlich noch mit dem Diodenschalter des Ersatzträgersystems gekoppelt. Der ZF-Ausgang des Schalters CX4 – Reservekanal – ist, wenn nicht verwendet, mit 75Ω abgeschlossen. Bei einer Umschaltung wird der ZF-Pfad CX1 – CX5 unterbrochen, dafür CX6 – CX5 durchgeschaltet. Alle für die Dioden notwendigen Vorspannungen ($\pm 3 \text{ V}$) und die Anzeigen des jeweiligen Schaltzustandes werden von dieser Steuereinheit geliefert.

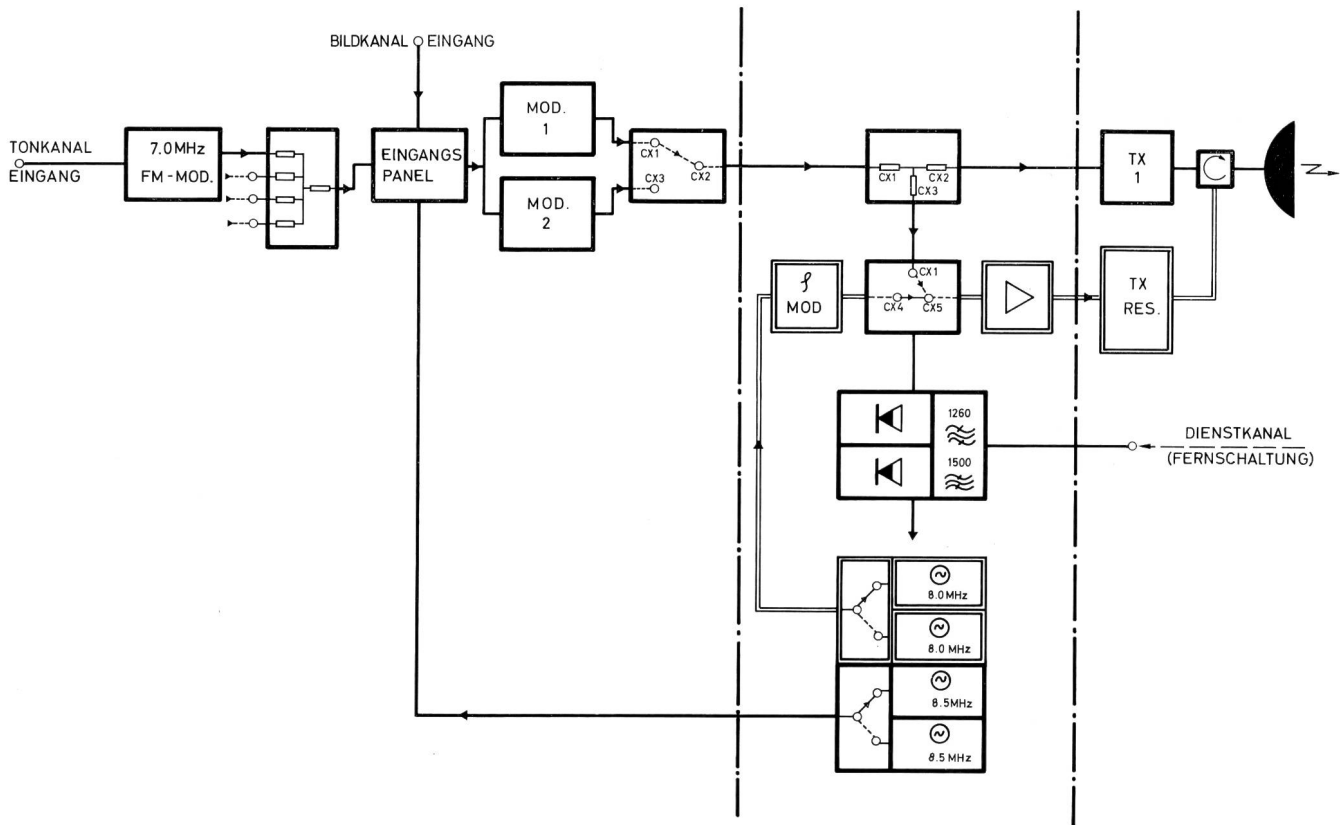


Fig. 1b

3.2 Diodenschalter (Fig. 2)

Der Aufbau dieser Schaltung entspricht einem Zweiwegschalter. Am Ausgang CX5 ist entweder das ZF-Signal von CX1 (Kanal 1) oder das ZF-Signal des Reservekanals vorhanden.

Bei Normalbetrieb sind die Dioden D1 und D2 über den Gleichstromweg R1, R2, L1, L2 beziehungsweise L3 leitend. Die Dioden D3-D4 sind gesperrt. Der ZF-Pfad CX1-CX5 ist durchgehend und jener von CX6-CX5 gesperrt.

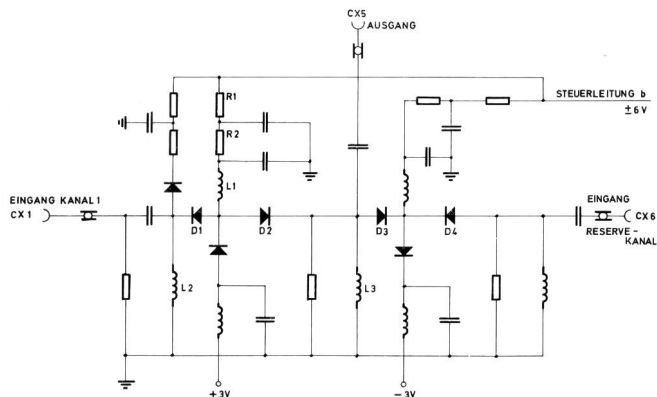


Fig. 2
Prinzipschema des ZF-Diodenschalters als Zweiwegschalter

Technische Daten

Eingangs- und Ausgangsimpedanz	75 Ω
Eingangsspegel	+6 dBm (max.)
Frequenzgang (55...85 MHz)	±0,1 dB
Gruppenlaufzeit (61...79 MHz)	<1 ns
Durchlassdämpfung	3 dB (max.)
Sperrdämpfung	>75 dB bei 70 MHz

3.3 Steuereinheit (Fig. 3)

Bei Normalbetrieb ist die Steuerleitung a spannungslos. Somit liegt die Basis von T1 auf Erdpotential. Die Basis von Transistor T2 wird durch einen Spannungsteiler auf einer positiven Spannung gehalten. Demgemäss ist T1 gesperrt und T2-T3 leitend. Die Steuerleitung b für die

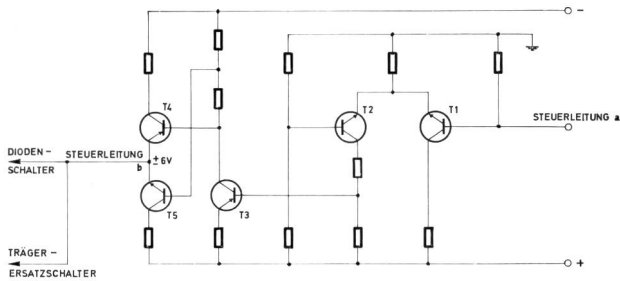


Fig. 3
Steuereinheit des ZF-Diodenschalters

Diodenschalter ist an den gemeinsam geschalteten Emitter eines pnp-, beziehungsweise npn-Transistors angeschlossen. Je nachdem, ob T4 oder T5 gesperrt ist, beträgt die Steuerspannung an der Leitung b +6 V oder -6 V. Bei Normalbetrieb ist T5 leitend, das heisst, am Emitter liegt eine positive Spannung, so dass der ZF-Durchgangsweg im Diodenschalter CX6-CX5 für Kanal 1 gesperrt wird. Dieselbe Steuerspannung (Draht b) ist parallel an den Steuerkreis des Ersatzträgerschaltersystems angeschlossen. Diese Steuerspannung wird bei einer Umschaltung auf Reservebetrieb den ZF-Pfad des Ersatzträgers abschalten, da bekanntlich dieser bei Beginn eines Umschaltebefehls durch den Pilotempfänger eingeschaltet wurde. Eine Beschreibung der Steuerkreise und Diodenschalter im Ersatzträgersystem erübrigt sich, da ihre Schaltungen den vorstehend beschriebenen identisch sind.

3.4 Pilotempfänger: Arbeitskanal (Fig. 4)

Für jeden Kanal ist ein Pilotempfänger vorhanden. Der Eingangspegel liegt zwischen -17 dBm und -24 dBm. Der Pilot wird verstärkt und dann gleichgerichtet. Ein Alarm wird ausgelöst, sobald der Pilotpegel 4 dB unter seinem Nominalpegel liegt oder ein Geräusch von 10 000 pWop vorliegt. Bei einem Pilot- oder Geräuschfehler werden die Relais RLB und RLC betätigt. Diesen zwei Relais sind drei Funktionen zugeordnet:

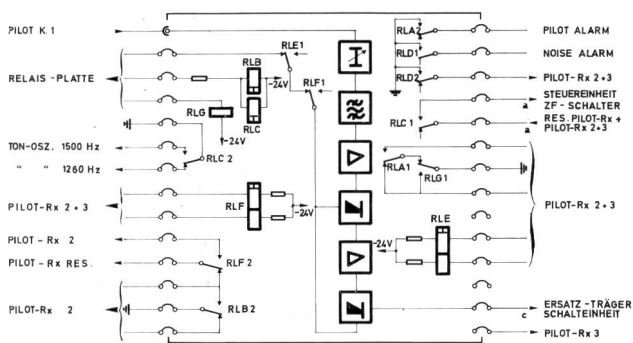


Fig. 4
Blockschema des Pilotempfängers eines Arbeitskanals

Erste Funktion: Relaiskontakt RLC1 (Steuerleitung a) schliesst den Ausgang des Reservekanalpiloteempfängers an den Steuerkreis des ZF-Schalters. Sobald der Reservepiloteempfänger den Arbeitspilot 8,5 MHz empfängt, wird dem ZF-Umschaltkreis ein Schaltbefehl erteilt.

Zweite Funktion: Relaiskontakt RLC2 bewirkt einen Frequenzwechsel des Überwachungstones, zum Beispiel 1500 Hz für eine Umschaltung von Kanal 1 auf Reservestrecke.

Dritte Funktion: Am Ausgang der DC-Logik des Pilotempfängers (Steuerleitung c) tritt eine Steuerspannung auf, die den Ersatzträgerkreis einschaltet. Relais RLF blockiert die übrigen Pilotempfänger.

3.5 Pilotempfänger: Reservekanal (Fig. 5)

In diesem Empfänger sind zwei selektive Störauswerter vorhanden. Der erste ist für den 8,0-MHz-Pilot (Pilot-Reservestrecke); er ist ohne DC-Logik für die Anzeige eines Geräuschkriteriums ausgerüstet. Der zweite Störauswerter gleicht jenem im Pilotempfänger eines Arbeitskanals.

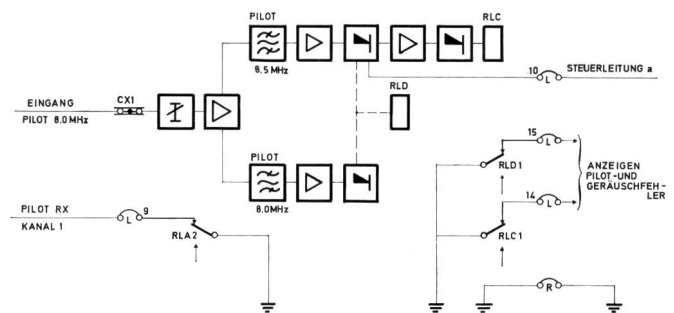


Fig. 5
Blockschema des Pilotempfängers eines Reservekanals

Umschaltvorgang bei Geräusch oder Pilotfehler

Für die folgende Beschreibung nehmen wir einen Zustand an, der durch einen Pilotpegel- oder Geräuschfehler verursacht wird. Die Relais in *Figur 6 und 7* sind wie folgt bezeichnet: 1RLC2 sind Kontakte von Relais RLC und gehören zu Pilotempfänger Kanal 1, während 2RLC2 Kontakte des Pilotempfängers Kanal 2 sind. SRLA2 sind Kontakte des Reservepiloteempfängers.

Stufe 1: Kanal 2 weist einen Fehler auf, so dass die Relais 2RLB und 1RLC arbeiten, desgleichen das Ersatzträgersystem. Kontakt 2RLB1 schaltet eine Erde an die Relais 1RLF und 3RLF an, so dass diese aufziehen. Dieser Schaltungsvorgang verhindert, dass die Relais 1RLB-1RLC beziehungsweise 3RLB-3RLC der Kanäle 1 und 3 bei Geräuschfehlern aufziehen können. Kontakt 2RLC2 schaltet den Tonsignaloszillator 2 ein und stellt zugleich den «Guard»- Oszillator

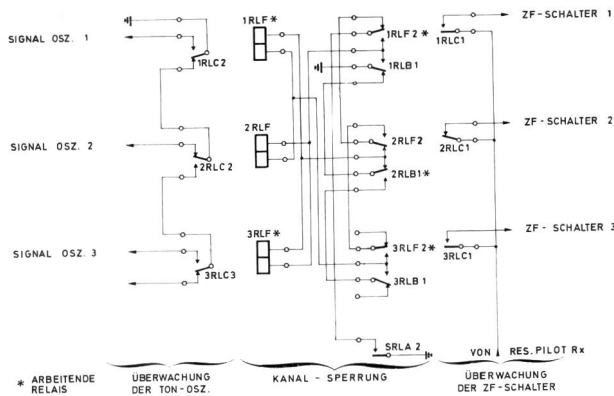


Fig. 6
Relaisfunktionen für eine Umschaltung auf Reservekanal bei Fehler in Kanal 2

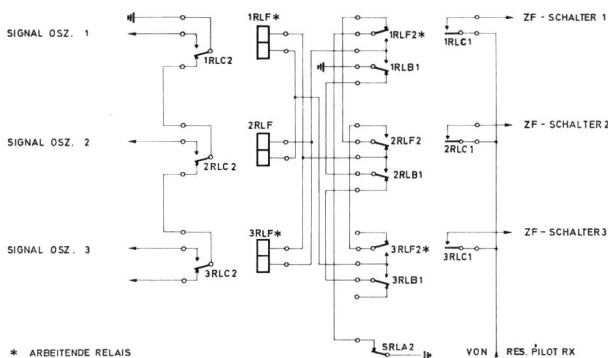


Fig. 7
Relaisfunktionen für eine Umschaltung auf Normalbetrieb

ab. Mit Kontakt 2RLC1 wurde der Steuerkreis des ZF-Umschalters mit dem Ausgang des Reservepiloteempfängers verbunden. Solange dieser Ausgang keine Steuerspannung aufweist, kann keine Umschaltung stattfinden.

Stufe 2: Findet sendeseitig eine normale ZF-Umschaltung statt, wird die Pilotfrequenz 8,0 MHz durch 8,5 MHz ersetzt. Dieser Frequenzwechsel verursacht im Reservepiloteempfänger zwei Änderungen:

1. Die Ausgangsspannung des Reservepiloteempfängers wechselt von 0 auf +6 V und wird über RLC1 zum Steuerkreis des ZF-Umschalters Kanal 2 gebracht. Empfangsseitig findet eine Umschaltung statt, so dass der Schalter des Ersatzträgersystems in seine ursprüngliche Lage zurückkehrt.

2. SRLA2 bringt über 1RLF2 und 2RLF2 eine Erde an die Relais 1RLF und 3RLF. Parallel zu dieser Erde liegt auch jene von 2RLB1, so dass keine weiteren Schaltmöglichkeiten bestehen. Diese zwei Stufen bilden eine vollständige Umschaltung.

Stufe 3: Verschwindet der Fehler, so fallen die Relais 2RLB und 2RLC ab. Kontakt 2RLC2 wechselt, schaltet Signaloszillator 2 aus und Oszillator 1 wieder ein. Sendeseitig findet eine Umschaltung auf Normalbetrieb statt. 2RLC1 öffnet, und der ZF-Umschalter (empfangsseitig) kehrt auf Hauptkanal zurück. Das ganze System ist jetzt normal geschaltet. Ein Ersatzträger wird für eine Umschaltung auf Normalbetrieb nicht benötigt.

4. Das Schaltsystem sendeseitig (Fig. 1b)

Die Steuerung der Schaltautomatik wird durch ein externes Schaltsystem kontrolliert, das aus verschiedenen Tonfrequenzen besteht. Diese Schaltöne haben folgende Funktionen und Frequenzen:

1260 Hz Überwachung der Schaltautomatik bei Normalbetrieb

1500 Hz bewirkt eine Umschaltung von Kanal 1 auf Reservekanal und überwacht den neuen Schaltzustand

1740 Hz } desgleichen für Kanal 2 beziehungsweise Kanal 3.
1980 Hz }

Für die Meldung von Schaltkriterien wird den einzelnen Radiokanälen ein 8,5-MHz-Pilot und dem Reservekanal ein 8,0-MHz-Pilot aufmoduliert. Die Pilotoszillatoren sind doppelt vorhanden. Für den Fall, dass ein Pilotoszillator einen Fehler aufweisen sollte, bewirkt eine Umschalteneinheit eine sofortige Umschaltung auf den anderen Pilotoszillator.

4.1 Die ZF-Schalteinheit sendeseitig (Fig. 8)

Wie schon angedeutet, wird diese Schalteinheit für die Umschaltung des ZF-Pfades eines (3+1)-Sendesystems benötigt. Der Schalterausgang ist mit dem Reservekanal

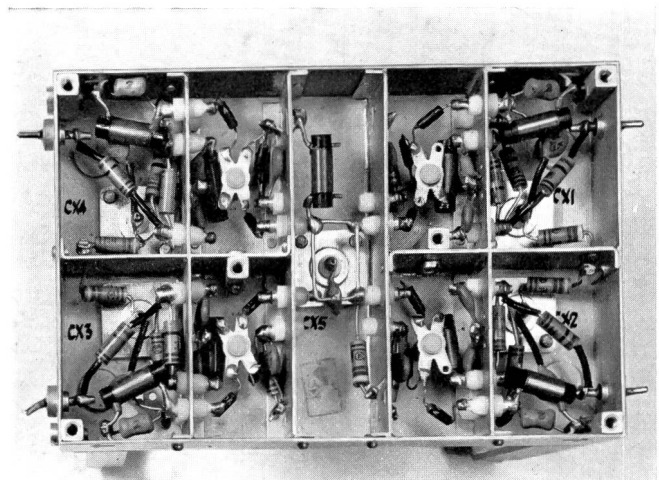


Fig. 8
ZF-Schalteinheit, bestehend aus vier Diodenschaltern

verbunden. Eine Umschaltung wird durch Steuereinheiten, die mit den Diodenschaltern verbunden sind, befohlen. Alle Steuerkreise sind untereinander gleichwertig und enthalten eine DC-Logik, die entweder eine positive oder negative Spannung (± 6 V) an die Diodenschalter abgibt. Da die Schaltvorgänge untereinander identisch sind, können sie auf folgende Art dargestellt werden (Fig. 9).

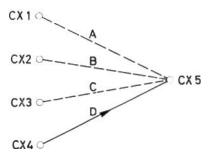


Fig. 9
ZF-Schaltwege sendeseitig

Bei Normalbetrieb wird die Steuerspannung von +6 V einzeln an die Steuerleitungen A, B, C und D angelegt. Die ZF-Pfade A, B und C sind unterbrochen, während der ZF-Pfad D leitend ist. Damit nicht zwei Signale miteinander an CX5 erscheinen, sorgt die Steuereinheit dafür, dass der Durchgangsweg D jeweils unterbrochen wird. Somit ist der Reservepfad immer unterbrochen, wenn eine Umschaltung stattfindet und umgekehrt.

5. Die Super High Frequency (SHF)-Anlage

Auf Grund verschiedener Überlegungen wurde erstmals für diese Richtstrahlverbindung ein Breitbandssystem eingesetzt, das im unteren 6-GHz-Bereich – gemäss dem von CCIR empfohlenen Frequenzplan – arbeitet. Diese SHF-Richtstrahlanlage wurde ebenfalls von der General Electric Company geliefert und hat sich während des mehr als einjährigen Betriebes bestens bewährt.

5.1 Aufbau und Wirkungsweise

Aus Figur 10 geht der Aufbau eines Sende/Empfangsgeräts hervor. Zwei 2,2 m hohe Buchten können zwei vollständige Sender/Empfänger-Einheiten aufnehmen. Für den Ausbau von Relaisstationen wirkt sich dieser Aufbau sehr günstig aus, da für beide Übertragungsrichtungen nur ein einziges Gestell benötigt wird. Der Sender arbeitet mit einer horizontal eingebauten Wanderfeldröhre ohne forcierte Kühlung. Für den Austausch der Röhre bleibt der Sender im Gestell, wird jedoch um etwa 30° nach oben gekippt, ohne dass dabei am Empfängerteil manipuliert werden muss. Hierbei wird zum Schutze des Personals die Hochspannungseinheit automatisch abgeschaltet; gleichzeitig werden alle gefährlichen Restladungen gegen Erde abgeleitet.

Eine Fokussierung des Elektronenstrahles der Röhre wird durch Permanentmagneten erzielt. Dank dieser Betriebsart sind die Streufelder sehr gering. Mit Ausnahme der Zirkulatoren und Richtleiter sind alle Wellenleiterkomponen-

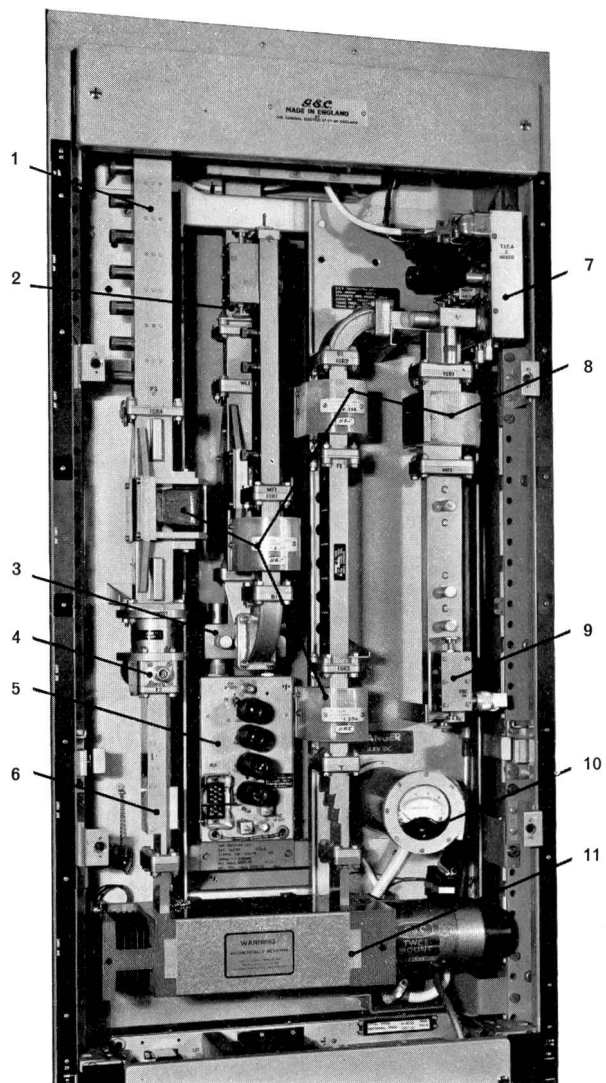


Fig. 10
SHF-Sende- und -Empfangsgerüst

- 1 = Bandpassender
- 2 = Bandpassempfänger
- 3 = Mischerempfänger
- 4 = Testpunktsender
- 5 = ZF-Vorverstärker
- 6 = Oberwellenfilter
- 7 = Mischersender
- 8 = Isolatoren
- 9 = Verdreifacher
- 10 = Helixstrom
- 11 = Wandelfeldröhrenverstärker

ten innerhalb des Gestells vertikal angeordnet. Um mechanische Spannungen zu vermeiden, werden die Zirkulatoren über flexible Wellenleiter an den Sender oder an den Empfänger angeschlossen. Die Gestelle können Seite an Seite und Rücken an Rücken aufgestellt werden. In der untern Hälfte des Gestells befinden sich die Oszillatoren, die ZF-Verstärker und ganz unten die Hochspannungseinheit.

5.2 Sender (Fig. 11)

Das modulierte ZF-Signal eines Modulators oder eines Empfängers (wenn es sich um eine Relais-Station handelt) wird von einer Verteilstufe mit vorangehender Verstärkung an einen symmetrischen Mischer geliefert. Die Mischstufe besteht aus einem «magischen T», das in seinen beiden symmetrischen Armen eine Kristalldiode aufweist. Das Signal des Lokaloszillators ist am dritten Arm (E-Ebene) des «magischen T» angeschlossen, so dass am Ausgang des vierten Armes (H-Ebene) die Summe und die Differenzen der Modulationsprodukte als Seitenbänder erscheinen. Die Isolation zwischen der E- und H-Ebene beträgt 30 dB. Am Ausgang des Sendemischers unterdrückt ein fünfkreisiges, zwischen zwei Ferritisolatoren geschaltetes Bandpassfilter das obere beziehungsweise untere SHF-Seitenband.

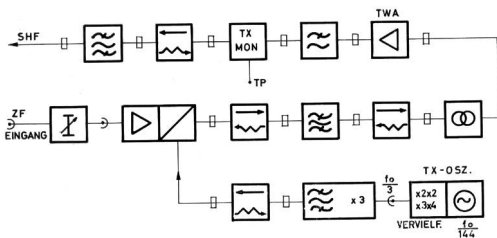


Fig. 11
Blockschema SHF-Sender

Das SHF-Signal erreicht mit einer Leistung von 1,25 mW die Wanderfeldröhre, und diese verstärkt das Sendesignal auf 5 W. Ein Tiefpass am Ausgang der Wanderfeldröhre unterdrückt alle unerwünschten Oberwellen. Ein dritter Ferritisolator nach dem Tiefpass dient zur Entkopplung zwischen Wanderfeldröhrenverstärker und dem Ausgangskanalfilter. Die Rückwärtsdämpfung des Isolators ist >30 dB, und die Durchgangsdämpfung <0,5 dB. Der Lokaloszillator gibt ein quarzstabilisiertes Trägersignal im Frequenzbereich 1,980...2,130 GHz ab. Seine Quarzfrequenzen liegen im Bereich 41,25...44,375 MHz. Zwischen dem Mischer und Lokaloszillator ist noch eine Verdreifachstufe vorhanden. Die Ausgangsleistung des Lokaloszillators liegt zwischen 100 und 200 mW.

5.3 Empfänger (Fig. 12)

Im Empfangsteil erreicht das ankommende SHF-Signal nach dem Kanalfilter einen symmetrischen Mischer und

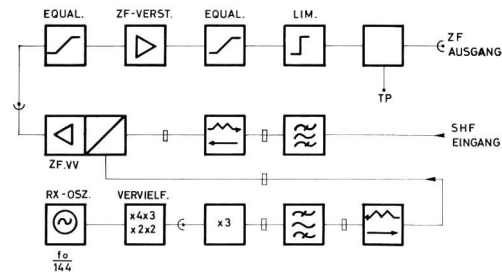


Fig. 12
Blockschema SHF-Empfänger

wird in die ZF-Lage transformiert. Da der vom Mischer gelieferte ZF-Pegel allgemein klein ist, sind beide nachfolgenden Verstärker geregelt. Im Hauptverstärker sorgt ein Störäuswerter dafür, dass bei vermindertem oder gar fehlendem Signal das maximal verstärkte Empfängerrauschen die nachfolgenden Sender oder Demodulatoren nicht erreicht. Ein quarzstabiler 70 MHz-Träger ersetzt das gestörte Nutzsignal. Für den Ausgleich von frequenzabhängigen Gruppenlaufzeitsschwankungen ist nach dem Haupt- und Vorverstärker eine Laufzeitausgleichseinheit eingefügt (Fig. 13) und hat eine Durchlaufdämpfung von 1 dB (Verbindung1...2). Die Rückflusddämpfung ist >20 dB. Der Frequenzgang beträgt innerhalb 61...79 MHz 0,2 dB.

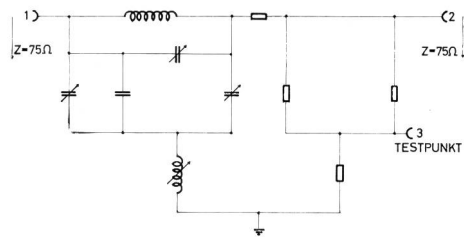


Fig. 13
ZF-Entzerrereinheit

6. Schlussbetrachtung

Die Betriebserfahrungen mit dieser Richtstrahlverbindung zwischen Jungfrauoch und Martisberg sind gut und beweisen, dass die Planungsziele voll und ganz erfüllt worden sind. Die erstmalige Kombination der Übertragung eines Fernsehbildes mit Begleitton über feste Richtstrahlanlagen hat sich ebenfalls bestens bewährt. Es ist zu erwarten, dass sich diese Erfahrungen auch auf den inzwischen erstellten neueren Anlagen bestätigen werden und dass sich diese Art der Übertragung mit Kanalschutz in der Zukunft durchsetzen wird.