

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: 3

Artikel: Die Einzelträger-Sende- und -Empfangsausrüstung = L'équipement d'émission et de réception pour porteuses uniques

Autor: Doswald, Hugo / Wehrli, Jürg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874751>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

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

Download PDF: 30.03.2026

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

Die Einzelträger-Sende- und -Empfangsausrüstung L'équipement d'émission et de réception pour porteuses uniques

Hugo DOSWALD, Jürg WEHRLI, Bern

621.395.465:621.396.934:629.783(494)
621.396.71:621.396.934:629.783(494)

Zusammenfassung. Die Einzelträger-Sende- und -Empfangsausrüstung liegt im Signalfloss-Pfad zwischen den Trägerfrequenz-Multiplexausrüstungen und den sendeseitigen Hochleistungsverstärkern beziehungsweise dem rauscharmen Breitband-Empfangsteil. Dadurch ist ihre Funktion bereits gekennzeichnet: Signalanpassung, Modulation, Demodulation, Frequenzbandumsetzung. Der folgende Artikel gibt einen Überblick über die auf der schweizerischen Satelliten-Bodenstation vorhandene Einzelträgerausrüstung.

Résumé. L'équipement d'émission et de réception pour porteuses uniques se situe dans le trajet que doit emprunter le signal entre l'équipement multiplex à courants porteurs et les amplificateurs de puissance d'émission, d'une part, et l'ensemble de réception à large bande et à faible bruit, d'autre part. De ce fait, ses fonctions sont déjà définies: adapter, moduler et démoduler les signaux ainsi que transposer les bandes de fréquences. L'article décrit les divers sous-ensembles qui composent l'équipement pour porteuses uniques de la station terrienne suisse pour satellites.

L'equipaggiamento trasmittente e ricevente per le singole portanti

Riassunto. L'equipaggiamento trasmittente e ricevente per le frequenze portanti è intercalato nel circuito di flusso del segnale tra gli stadi del multiplex delle portanti e gli amplificatori a grande potenza dal lato del trasmettitore, rispettivamente della parte ricevente a larga banda a basso rumore. Da ciò risulta la sua funzione: adattamento del segnale, modulazione, demodulazione, conversione di frequenza. Il seguente articolo dà una visione d'insieme degli equipaggiamenti per la frequenza della singola portante della stazione.

1. Einleitung

Das beschriebene Sendesystem hat die Aufgabe, die zu übertragende Information dem Übertragungsmedium anzupassen. Die für Telefonie via Satellit dazu angewandten Techniken im Intelsat-IV-System sind: FDM-FM-FDMA¹ und eine vereinfachte Art von TDM-PSK-FDMA², nämlich das SPADE-System³. Auf letzteres wird hier nicht näher eingetreten.

¹ Frequency Division Multiplex/Frequency Modulation/Frequency Division Multiple Access

² Time Division Multiplex/Phase Shift Keying/Frequency Division Multiple Access

³ Single Channel per Carrier Puls Code Modulation, Multiple Access Demand Assignment Equipment

Tabelle I. Intelsat IV: Übertragungs-Parameter für ungebündelten Strahl (global beam)

Tableau I. Intelsat IV: paramètres de transmission pour faisceau non concentré (global beam)

Trägerkapazität (Anzahl Kanäle) Capacité de porteuse (nombre de voies)	Obere Grenzfrequenz des Basisbandes Fréquence limite supérieure de la bande de base	Zugeordnete Satellitenbandbreite Largeur de bande de satellite attribuée	Belegte Bandbreite Largeur de bande occupée	Eff. Frequenzhub für 0 dBm Excursion de fréquence pour un niveau de tonalité de test de 0 dBm	Effektiver Mehrträger-Frequenzhub Excursion de fréquence porteurs multiples	Verhältnis der Trägergeräusch- zur Gesamtgeräuschtemperatur im Betriebspunkt (8000 ± 200 pWp von RF-Quellen) Rapport souffle de porteuse/température de bruit globale au point d'exploitation (8000 ± 200 pWp de radio-sources)	Störabstand in der belegten Bandbreite Rapport signal/bruit dans la largeur de bande occupée	Verhältnis der unmodulierten Trägerleistung zur max. Trägerleistung bei voller Aussteuerung Rapport entre la puissance de porteuse non modulée et la puissance de porteuse maximale à pleine modulation	Bodenstation Eff. Strahlungsleistung Puissance de rayonnement effective de la station terrienne
	fm kHz	ba MHz	bo MHz	fr kHz	fmc kHz	C/T dBW/K	C/N dB	dB/4 kHz	EIRP dBw
24	108,0	2,5	2,00	164	275	—153,0	12,7	22,3	74,7
36	156,0	2,5	2,25	168	307	—150,0	15,1	22,8	77,7
60	252,0	2,5	2,25	136	276	—144,0	21,1	22,4	83,7
60	252,0	5,0	4,00	270	546	—149,9	12,7	25,3	77,8
72	300,0	5,0	4,50	294	616	—149,1	13,0	25,8	78,6
96	408,0	5,0	4,50	263	584	—145,5	16,6	25,6	82,2
132	552,0	5,0	4,40	223	529	—141,4	20,7	24,2	86,3
96	408,0	7,5	5,90	360	799	—148,2	12,7	27,0	79,5
132	552,0	7,5	6,75	376	891	—145,9	14,4	27,5	81,8
192	804,0	7,5	6,40	297	758	—140,6	19,9	25,8	87,1
132	552,0	10,0	7,50	430	1020	—147,1	12,7	28,0	80,6
192	804,0	10,0	9,00	457	1167	—144,4	14,7	28,6	83,3
252	1052,0	10,0	8,50	358	1009	—139,9	19,4	27,0	87,8
252	1052,0	15,0	12,40	577	1627	—144,1	13,6	30,0	82,8
312	1300,0	15,0	13,50	546	1716	—141,7	15,6	30,2	85,2
432	1796,0	17,5	15,75	517	1919	—138,5	18,2	30,8	88,0
432	1796,0	20,0	18,00	616	2276	—139,9	16,1	31,5	86,6
432	1796,0	25,0	20,70	729	2688	—141,4	14,1	32,2	85,1
472	4028,0	36,0	36,00	802	4417	—135,2	17,8	34,5	90,1
1092	4892,0	36,0	36,00	701	4118	—132,4	20,7	32,2	93,6

Bei FDM-FM-FDMA werden sendeseitig die einzelnen Telefoniekanäle mit den Mitteln der Trägerfrequenztechnik gebündelt, anschliessend einem Frequenzmodulator zugeführt, in das 5,925...6,425-GHz-Band transferiert, verstärkt und gesendet. Auf der Gegenseite (3,7...4,2-GHz-Band) wird das empfangene Signal wieder demoduliert und der Trägerfrequenzausrüstung zugeführt.

Da die schweizerische Satelliten-Bodenstation aus wirtschaftlichen Gründen nur für Telefonie ausgerüstet ist, wird in diesem Artikel die Fernsehübertragung via Satellit nicht behandelt.

2. Parameter des Intelsat-IV-FM-Übertragungssystems

Den Tabellen II und III können die Parameter für FM-Übertragung entnommen werden, wobei die Ausdrücke «Global Beam» und «Spot Beam» den jeweils verwendeten Satellitenantennen entsprechen (Global Beam Antennengewinn etwa 16,7 dB, Öffnung 17°; Spot Beam Antennengewinn etwa 28,1 dB, Öffnung 4,5°).

3. Das Blockschema

Figur 27 zeigt das Blockschema der Einzelträger-Sende-ausrüstung, Figur 28 jenes der Einzelträger-Empfangsausrüstung, wie sie in der Schweizer Bodenstation vorhanden sind.

3.1 Sendeseite

Das Basisbandsignal ($4 \text{ kHz} \dots [n+2] \times 4 \text{ kHz}$; $n = \text{Anzahl Telefoniekanäle}$), von der Trägerfrequenzausrüstung kommend, gelangt via Basisband-Verteileinheit und Basisband-Bügelplatte, zum Modulator. Im Ausgangsmodulator erscheint die Information auf einem 70-MHz-Träger frequenzmoduliert. Nach Passieren der Zwischenfrequenz-Bügelplatte, von Entzerrereinheiten für die Sendeseite wie für den

(bande de 3,7...4,2 GHz), le signal capté est démodulé et amené à l'équipement à courants porteurs.

Pour des raisons économiques, la station terrienne suisse pour satellites n'est équipée que pour la téléphonie; par conséquent, il ne sera pas question dans ce qui suit de la transmission télévisuelle par satellites.

2. Les paramètres du système de transmission FM de l'Intelsat IV

Les tableaux II et III renseignent sur les paramètres de la transmission FM; les expressions faisceau global «Global Beam» et pinceau «Spot Beam» correspondent au type d'antenne de satellite utilisée (pour le faisceau global, le gain d'antenne est d'environ 16,7 dB et l'angle d'ouverture 17°; pour le pinceau, le gain d'antenne est d'environ 28,1 dB et l'angle d'ouverture 4,5°).

3. Le schéma de principe

La figure 27 montre le schéma de principe de l'équipement d'émission pour porteuses uniques et la figure 28 celui de l'ensemble de réception pour porteuses uniques, tels qu'ils sont utilisés dans la station terrienne suisse.

3.1 Côté émission

Le signal de bande de base ($4 \text{ kHz} \dots (n+2) \times 4 \text{ kHz}$; $n = \text{nombre de voies téléphoniques}$) venant de l'équipement à courants porteurs parvient au modulateur par le biais de l'unité de répartition et la baie d'étriers de bande de base. Dans le modulateur de sortie, l'information apparaît modulée en fréquence sur une porteuse de 70 MHz. Après avoir passé par la baie d'étriers moyenne fréquence et les correcteurs de distorsions, tant pour le côté émission que pour le satellite, puis par un filtre de voie pour la limitation du spectre d'émission, le signal de 70 MHz est transposé dans la bande

Tabelle III. Intelsat IV: Uebertragungs-Parameter für gebündelten Strahl (spot beam)

Tableau III. Intelsat IV: paramètres de transmission pour pinceau (spot beam)

Trägerkapazität (Anzahl Kanäle) Capacité de porteuse (nombre de voies)	Obere Grenz- frequenz des Basisbandes Fréquence limite supérieure de la bande de base	Zuge- teilte Satelli- band- breite Largeur de bande de satellite attribuée	Belegte Band- breite Largeur occupée	Eff. Fre- quenzhub für 0 dBm0 Testton- de bande Pegel Excursion de fréquence effective pour un niveau de tonalité de test de 0 dBm0	Effektiver Mehrträger- Frequenzhub Excursion de fréquence effective des porteuses multiples	Verhältnis der Träger- leistung- zur Gesamt- geräuschtemperatur im Betriebspunkt ($8000 \pm 200 \text{ pWp}$ von RF-Quellen Rapport souffle de porteuse/température de bruit globale au point d'exploitation ($8000 \pm 200 \text{ pWp}$ de radio- sources)	Störabstand in der be- legten Bandbreite BW Rapport signal/bruit dans la largeur de bande occupée	Verhältnis der unmodulier- ten Trägerleistung zur max. Eff. Strah- lungsleistung bei voller Aussteuerung Rapport entre la puissance de porteuse non modulée et la puissance de porteuse maximale à pleine modulation	Bodenstation Eff. Strah- lungsleistung Puissance de rayonnement effective de la station terrienne
	fm	ba MHz	bo MHz	fr kHz	fmc kHz	C/T dBW/K	C/N dB	dB/4 kHz	EIRP dBW
60	262,0	2,5	2,25	136	276	—144,0	21,1	22,4	81,4
72	300,0	2,5	2,25	125	261	—141,7	23,4	20,2	83,7
132	662,0	5,0	4,40	223	629	—141,4	20,7	24,2	83,9
192	804,0	5,0	4,50	180	459	—136,3	25,8	20,6	89,0
192	804,0	7,5	6,40	297	758	—140,6	19,9	25,8	84,7
252	1052,0	7,5	6,75	260	733	—137,1	23,2	23,7	88,2
252	1052,0	10,0	8,50	368	1009	—139,9	19,4	27,0	85,4
312	1300,0	10,0	9,00	320	1005	—137,1	22,0	26,0	88,2
432	1796,0	15,0	13,00	401	1479	—136,2	21,2	27,6	88,4
612	2540,0	20,0	17,80	454	1996	—134,2	21,9	28,9	90,1
792	3284,0	20,0	18,00	356	1784	—129,9	26,2	26,4	94,4
792	3284,0	25,0	22,40	499	2494	—132,8	22,3	30,0	91,5
972	4028,0	25,0	22,50	410	2274	—129,4	25,7	27,6	94,9
1872	8120,0	36,0	36,00	419	3181	—123,5	29,5	28,0	98,6

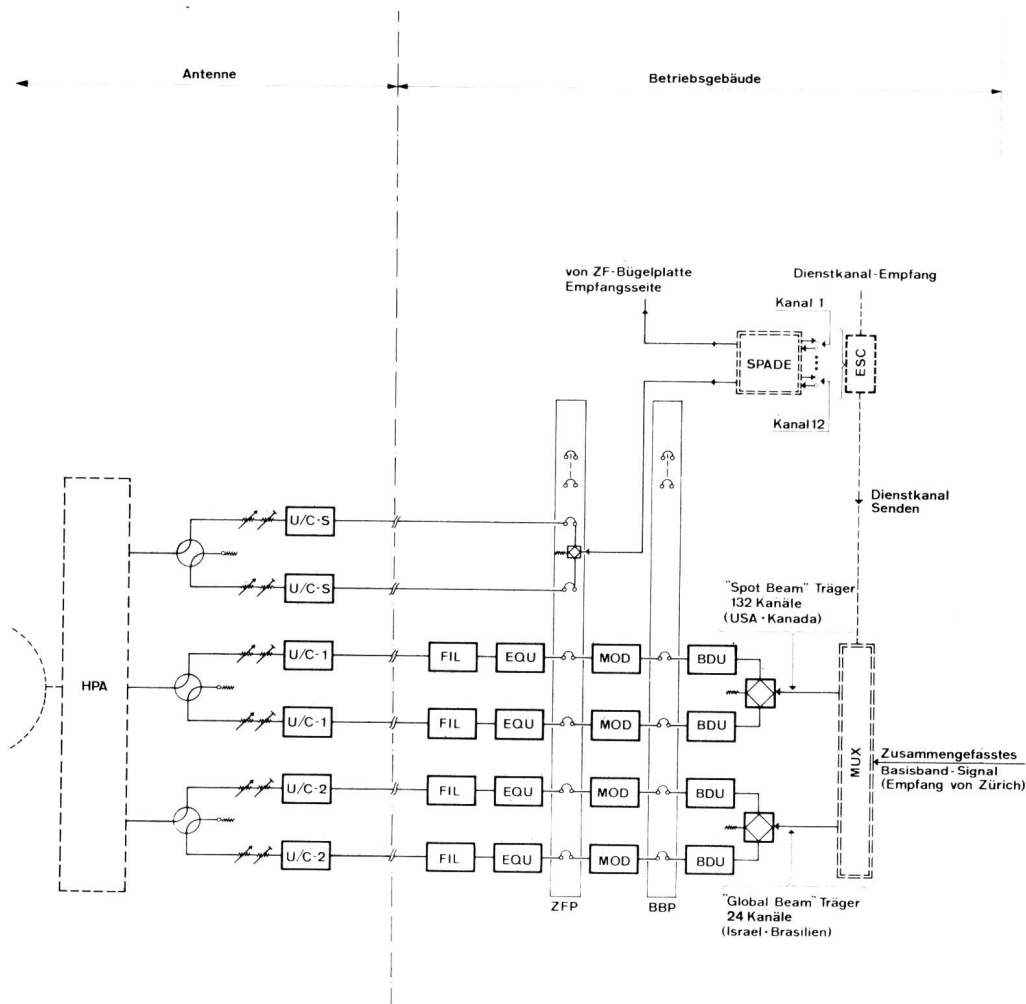


Fig. 27
Vereinfachtes Blockscha der Einzelträgersendeausüstung —
Schéma simplifié de l'installation d'émission pour porteuses uniques

Betriebsgebäude — Bâtiment d'exploitation
Sendeketten für Einzelträger — Chaînes d'émission pour porteuses uniques
Von ZF-Bügelplatte Empfangsseite — De la baie des étriers MF côté réception
Dienstkanalempfang — Réception du canal de service
Kanal 1 — Canal 1
Kanal 12 — Canal 12
Dienstkanal-Senden — Émission du canal de service
«Spot Beam»-Träger 132 Kanäle (USA—Kanada) — Porteuse «Spot Beam» 132 canaux (USA—Canada)
«Global Beam»-Träger 24 Kanäle (Israel—Brasilien) — Porteuse «Global Beam» 24 canaux (Israël—Brésil)
Zusammengefasstes Basisband-Signal (Empfang von Zürich) — Signal de bande de base groupé (réception de Zurich)

MUX Multiplexausüstung für Empfang von Zürich und Senden Richtung Satellit — Dispositif de multiplexage pour la réception de Zurich et l'émission vers le satellite
ESC Intelsat-Dienstkanal-Schaltssystem — Système de commutation des canaux de service Intelsat
BDU Basisbandverteilereinheit Sendeseite — Unité de répartition de la bande de base côté émission
BBP Basisband-Bügelplatte — Baie d'étriers de bande de base
ZFP ZF-Bügelplatte — Baie d'étriers MF
MOD FM-Modulator — Modulateur MF
EQU Amplituden- und Gruppenlaufzeitentzerrer — Egaliseur d'amplitude et de temps de propagation de groupe
FIL ICSC-ZF-Filter — Filtre MF ICSC
Sendesetzer für FM-Träger — Mélangeurs d'émission pour porteuses modulées en fréquence
U/C-S Sendesetzer für SPADE — Mélangeurs d'émission pour le SPADE
HPA SHF-Leistungsverstärker-Subsystem — Sous-ensemble d'amplification de puissance SHF

Satelliten und eines Kanalfilters zur Beschneidung des Sendespektrums, wird das 70-MHz-Signal im Aufwärtsmischer in das 6-GHz-Band (5,925...6,425 GHz) gebracht.

Dank der Bügelplatten kann jede Basisband-Verteilereinheit mit jedem Modulator und jeder Modulator mit jedem Aufwärtsmischer zusammengeschaltet werden.

3.2 Empfangsseite

Der Abwärtsmischer filtert aus dem 3,7...4,2-GHz-Band ein vorbestimmtes, 36 MHz breites Signal und mischt dieses auf $70 \text{ MHz} \pm 18 \text{ MHz}$, wo es der Telefoniekanaalzah und den Übertragungsparametern entsprechend bandlimitiert wird, um am Ausgang des ZF-Filters nur noch den gewünschten Träger zu bekommen. Nach den Entzerrungseinheiten gelangt das frequenzmodulierte Trägersignal über ZF-Bügelplatte zum Demodulator. An dessen Ausgang steht das Basisbandsignal wieder zur Verfügung. Dieses wird via Basisband-Bügelplatte und -Verteilereinheit der Trägerfre-

de 6 GHz (5,925...6,425 GHz) par un mélangeur-multiplicateur.

Grâce à la baie d'étriers, on peut interconnecter chaque unité de répartition de bande de base avec chaque modulateur et chaque modulateur avec chaque mélangeur-multiplieur.

3.2 Côté réception

Le mélangeur-diviseur extrait de la bande de 3,7...4,2 GHz un signal prédéterminé d'une largeur de 36 MHz et le mélange à $70 \text{ MHz} \pm 18 \text{ MHz}$, où il est limité dans sa largeur de bande en fonction du nombre des voies téléphoniques et des paramètres de transmission, afin que l'on n'ait plus que la porteuse désirée à la sortie du filtre MF. Après avoir traversé les correcteurs de distorsion, le signal de porteuse modulé en fréquence est conduit au démodulateur par l'intermédiaire de la baie d'étriers MF. A la sortie du démodulateur, on dispose à nouveau du signal de bande de base. Ce dernier est amené à l'équipement de courants porteurs par le biais de la

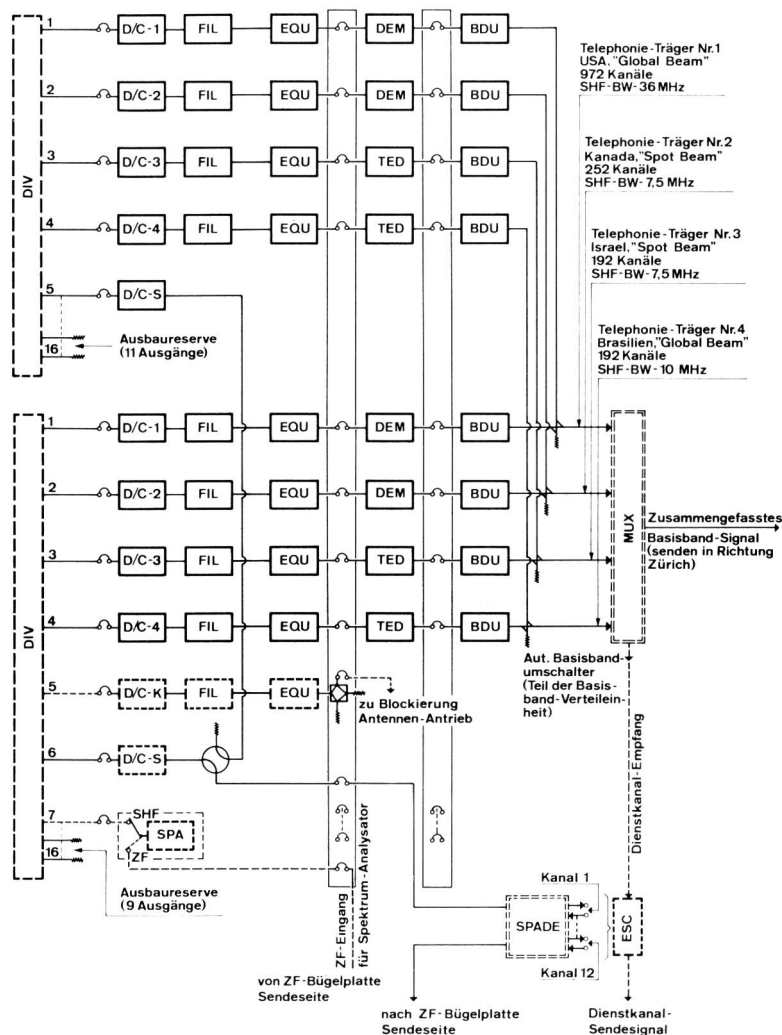


Fig. 28
Vereinfachtes Blockschema der Einzelträgerempfangsausrüstung —
Schéma simplifié de l'installation de réception pour porteuses uniques

Betriebsgebäude — Bâtiment d'exploitation

Empfangsketten für Einzelträger — Chaînes de réception pour porteuses uniques

Telefonieträger Nr. 1, USA «Global Beam» 972 Kanäle SHF BW 36 MHz — Porteuse

téléphonie N° 1, USA «Global Beam» 972 canaux SHF BW 36 MHz

Telefonieträger Nr. 2 Kanada, «Spot Beam» 272 Kanäle SHF BW 7,5 MHz — Porteuse

téléphonie N° 2 Kanada, «Spot Beam» 272 canaux SHF BW 7,5 MHz

Telefonieträger Nr. 3 Israel, «Spot Beam» 192 Kanäle SHF BW 7,5 MHz — Porteuse

téléphonie N° 3 Israël, «Spot Beam» 192 canaux SHF BW 7,5 MHz

Telefonieträger Nr. 4 Brasilien, «Global Beam» 132 Kanäle SHF BW 7,5 MHz — Porteuse

téléphonie N° 4 Brésil, «Global Beam» 132 canaux SHF BW 7,5 MHz

Zusammengefasstes Basisbandsignal (senden in Richtung Zürich) — Signal groupé

de bande de base (émission direction Zurich)

Automatischer Basisbandumschalter (Teil der Basisbandverteilereinheit) — Commutateur

automatique de bande de base (élément de l'unité de répartition de bande de base)

Dienstkanalempfang — Réception du canal de service

Dienstkanalsendesignal — Signal d'émission du canal de service

Zur Blockierung Antennenantrieb — Vers le blocage de l'entraînement d'antenne

ZF-Eingang für Spektrumanalysator — Entrée MF pour l'analyseur de spectre

Nach ZF-Bügelplatte Sendeseite — Vers la baie des étriers MF côté émission

Nach ZF-Bügelplatte Sendeseite — Vers la baie des étriers MF côté émission

Kanal 1 — Canal 1

quenzausrüstung zugeführt. Auch hier dienen die Bügelplatten dazu, das vorhandene Material möglichst flexibel einsetzen zu können.

4. Redundanzbetrachtungen

Bei Satellitenverbindungen wird grosser Wert auf Zuverlässigkeit gelegt. Aus diesem Grund sind sämtliche Einzelträger-Sende- und Empfangsketten voll redundant ausge-

Kanal 12 — Canal 12

Ausbaureserve (11 Ausgänge) — Réserve pour extension (11 sorties)

Ausbaureserve (9 Ausgänge) — Réserve pour extension (9 sorties)

DIV SHF-Empfangsverteiler — Répartiteur de réception SHF

D/C 1...4

Empfangsumsetzer für FM-Träger Nr. 1...4 — Mélangeurs de ré-

ception pour porteuses modulées en fréquence N° 1...4

D/C-S Empfangsumsetzer für SPADE — Mélangeur de réception pour SPADE

D/C-K Kontrollempfangsumsetzer für «Global Beam» — Mélangeur de contrôle de

réception pour le «Global Beam»

Träger der eigenen Station — Porteuse de la propre station

SPA Spektrumanalysator — Analyseur de spectre

FIL ICSC-ZF-Filter — Filtre MF ICSC

EQU Amplituden- und Gruppenlaufzeitverzerrer — Egaliseur de distorsion d'am-

plitude et de temps de propagation de groupe

ZF-Bügelplatte — Baie des étriers MF

BBP Basisbandbügelpalte — Baie des étriers de bande de base

DEM Konventioneller Demodulator — Démodulateur conventionnel

TED Schwellwertverbessernder Demodulator — Démodulateur améliorant la va-

leur de seuil

BDU Basisbandverteilereinheit, Empfangsseite — Unité de répartition de bande

de base, côté réception

MUX Multiplexausrüstung, Teil für Empfang vom Satelliten und Senden Richtung

Zürich — Dispositif de multiplexage. Réception du satellite, émission vers

Zürich

ESC Intelsat-Dienstkanal-Schaltssystem — Système de commutation des canaux de

service Intelsat

baie d'étriers de bande de base. A ce niveau également, la baie d'étriers sert à utiliser le matériel disponible avec une souplesse optimale.

4. Considérations sur la redondance

La fiabilité occupe une place prépondérante dans les communications par satellites. A cet effet, toutes les chaînes d'émission et de réception pour porteuses uniques sont

rüstet. Die Umschaltung geschieht automatisch, kann jedoch (zum Beispiel bei Ausfall der Automatik) auch manuell vorgenommen werden.

5. Das Verbindungsmodell der FM-Träger

Die Bodenstation Leuk ist anfänglich für zwei Sende- und vier Empfangsträger ausgerüstet. Eine Erweiterung der Einzelträger/Sende-Empfangseinrichtung ist ohne Schwierigkeiten beliebig möglich.

Jede Einzelträger/Sende-Empfangskette kann wahlweise bis zu 1872 Telefonikanäle übertragen. Zur Zeit sind die Ketten für folgende Kanalzahlen und Länder eingerichtet:

Sendeträger Nr. 1: 132 Telefonikanäle, davon 88 nach USA, 20 nach Kanada, 24 Reserve.

Sendeträger Nr. 2: 24 Telefonikanäle, davon 12 nach Israel, 4 nach Brasilien, 8 Reserve.

Empfangsträger Nr. 1: Empfang USA, 972 Telefonikanäle, von denen 88 für die Schweiz, die übrigen für andere Länder bestimmt sind.

Empfangsträger Nr. 2: Empfang Kanada, 252 Telefonikanäle, von denen 20 für die Schweiz, die übrigen für andere Länder bestimmt sind.

Empfangsträger Nr. 3: Empfang Israel, 192 Telefonikanäle, von denen 12 für die Schweiz, die übrigen für andere Länder bestimmt sind.

Empfangsträger Nr. 4: Empfang Brasilien, 132 Telefonikanäle, von denen 4 für die Schweiz, die übrigen für andere Länder bestimmt sind.

6. Die Sendeausrüstung

6.1 Die Sende-Basisbandverteilereinheit

Diese Einheit hat die Aufgabe, das trägerfrequente Multiplexsignal den Bedürfnissen des Satellitenfunks anzupassen. *Figur 29* zeigt das Blockscha. Abgesehen von Pegelanpassungsgliedern enthält die Schaltung als Besonder-

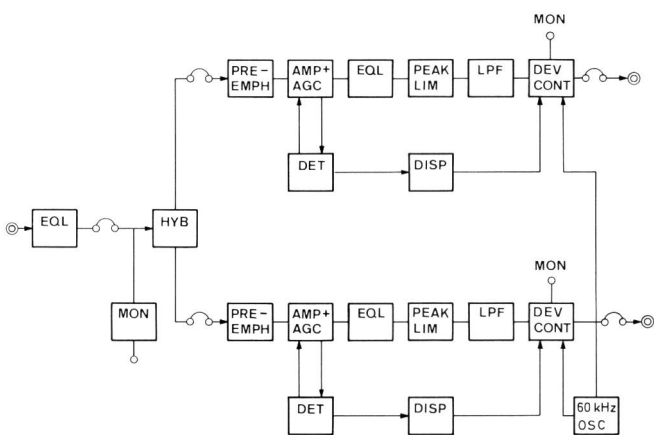


Fig. 29

Blockscha der Sende-Basisbandverteilereinheit (vollredundant) — Schéma bloc de l'unité de répartition de bande de base d'émission (entièrement redondante)

EQL	Amplitudenentzerrer — Egaliseur d'amplitude
MON	Testausgang — Sortie de test
HYB	Hybrid — Hybride
PRE-EMPH	Pre-Emphasis — Pré-accatuation
AMP	Verstärker — Amplificateur
AGC	Automatische Verstärkerregelung — Réglage automatique d'amplification
PEAK LIM	Spitzenpegelbegrenzer — Limiteur de pointes de niveau
LPF	Tiefpassfilter — Filtre passe-bas
DEV CONT	Kontrolleinschub — Circuit de contrôle
DET	Basisbandpegelüberwachung — Contrôle du niveau de bande de base
DISP	Dispersaloszillator — Oscillateur de signal de dispersion
MON	Monitor — Moniteur
DET	Detektor — Détecteur

entièrement redondantes. Bien que la commutation soit automatique, on peut (par exemple si l'automatisme tombe en panne) commuter les ensembles manuellement.

5. Modèle des liaisons assurées par les porteuses FM

A l'état initial, la station terrienne de Loèche est équipée pour deux porteuses d'émission et quatre porteuses de réception. Il est possible d'agrandir facilement à volonté l'équipement d'émission et de réception pour porteuses uniques. Chaque chaîne d'émission et de réception pour porteuses uniques peut transmettre, sur option, jusqu'à 1872 voies téléphoniques. Pour l'instant, il est prévu que les chaînes travailleront avec le nombre de voies et les pays indiqués ci-après:

Porteuse d'émission n° 1: 132 voies téléphoniques, dont 88 à destination des Etats-Unis, 20 du Canada et 24 de réserve.

Porteuse d'émission n° 2: 24 voies téléphoniques, dont 12 à destination d'Israël, 4 du Brésil et 8 de réserve.

Porteuse de réception n° 1: Réception des Etats-Unis, 972 voies téléphoniques, dont 88 réservées à la Suisse et le reste à d'autres pays.

Porteuse de réception n° 2: Réception du Canada, 252 voies téléphoniques, dont 20 réservées à la Suisse et le reste à d'autres pays.

Porteuse de réception n° 3: Réception d'Israël, 192 voies téléphoniques, dont 12 réservées à la Suisse.

Porteuse de réception n° 4: Réception du Brésil, 132 voies téléphoniques, dont 4 réservées à la Suisse et le reste à d'autres pays.

6. L'équipement d'émission

6.1 L'unité de répartition de bande de base d'émission

Cette unité a pour tâche d'adapter le signal multiplex de fréquences porteuses aux besoins des télécommunications par satellites. Le schéma de principe en est représenté à la *figure 29*. Outre les cellules d'adaptation de niveau, ce circuit a la particularité de posséder une régulation automatique de gain (AGC) et une injection de signal de dispersion d'énergie (Dispersal). Vu que le système Intelsat est dimensionné pour le niveau à pleine charge selon le CCIR⁴, des surcharges déviant trop considérablement de la valeur prévue influenceraient de manière néfaste le système de transmission à l'échelle mondiale. Pour éviter cet inconvénient, on injecte un signal de dispersion d'énergie lorsque la charge de la bande de base est trop faible et met en jeu la régulation de gain lorsqu'elle est trop forte. L'amplitude du signal de dispersion d'énergie — un signal en dents de scie dans la plage de 20...150 Hz — est automatiquement réglée suivant le niveau de bande de base disponible, si bien que la puissance dans le spectre modulé en fréquence à la sortie de l'émetteur ne dépasse jamais de plus de 2 dB, pour chaque bloc d'information de 4 kHz, la valeur pour la charge fixée par le CCIR. Le contrôle automatique de gain (AGC) commence à régler la somme des niveaux des signaux de bande de base, dès que le niveau de pleine charge selon les normes CCIR est atteint. Cette valeur ne doit pas dépasser le seuil prescrit de plus de 1 dB. La régulation de gain agit lors de surcharges pouvant atteindre jusqu'à 10 dB ou 20 dB, selon la position de réglage choisie. Les surcharges de niveau plus importantes et les pointes sont interceptées par des diodes polarisées ad hoc.

⁴ Comité consultatif international radio-électrique

heiten eine automatische Verstärkungsregelung (AGC) und eine Verwischungssignaleinspeisung (Dispersal).

Da das Intelsat-System für den CCIR⁴-Vollastpegel dimensioniert ist, würden Belastungen, die zu stark vom Planungswert abweichen, das weltweite Übertragungssystem nachteilig beeinflussen. Um dies zu verhindern, ist bei zu tiefer Basisbandbelastung die Dispersaleinspeisung und bei zu hoher die Verstärkungsregelung wirksam.

Die Amplitude des Dispersalsignals, ein sägezahnförmiges Signal im Bereich 20...150 Hz, wird entsprechend dem vorhandenen Basisbandpegel automatisch reguliert, sodass am Senderausgang die Leistung je 4-kHz-Schlitz im frequenzmodulierten Spektrum den Wert bei CCIR-Belastung nie mehr als 2 dB überschreitet. Die AGC beginnt den Summenpegel des Basisbandsignals zu regulieren, sobald der CCIR-Vollastpegel erreicht wird. Dieser darf nicht mehr als 1 dB überschritten werden. Die Verstärkungsregelung wirkt bei Überlast bis wahlweise 10 dB oder 20 dB. Höhere Überlastpegel und Spitzen werden mit entsprechend vorgespannten Dioden verhindert.

Zur Überwachung der gesamten Satellitenverbindung wird in der Basisband-Verteileinheit nach der AGC-Schaltung ein 60-kHz-Pilotsignal eingespeist. Dessen Auswertung wird unter anderem als Umschaltkriterium der Schmalbandkette sende- und empfangsseitig verwendet. Der nicht mit dem 60-kHz-Pilot erfasste Teil wird durch den 104,08-kHz-Primärgruppenpilot überwacht.

6.2 Der FM-Modulator

Der Modulator kann beliebig für Trägerkapazitäten bis 1872 Telefoniekanäle oder für Fernsehen eingesetzt werden. In *Figur 30* ist das Blockschaema dargestellt.

Der Oszillator des FM-Modulators, der auf 180 MHz schwingt, wird über eine Varaktordiode mit dem Basisbandsignal frequenzmoduliert. Eine Mischstufe mit einem 250-MHz-Quarzoszillator setzt das frequenzmodulierte 180-MHz-Signal auf die Ausgangsfrequenz von 70 MHz um. Mit dieser Schaltung bleiben die Linearitätsverzerrungen über einen ZF-Bereich von $70 \text{ MHz} \pm 10 \text{ MHz}$ beziehungsweise 18 MHz kleiner als 1% beziehungsweise 2%. Der Beitrag des Modulators zum Intermodulationsgeräusch ist beim CCIR-Vollastpegel für 1872 Kanäle kleiner als 70 pWOp.

6.3 Amplituden- und Gruppenlaufzeitentzerrer

Diese haben folgende Übertragungsverzerrungen zu korrigieren:

- Entzerrung von Amplituden-Frequenzgangrestfehlern der Geräte auf Sendeseite.
- Korrektur von Gruppenlaufzeitverzerrungen der Geräte auf der Sendeseite.
- Vorentzerrung der Gruppenlaufzeitverzerrungen des Satelliten gemäss den Anweisungen der technischen Koordinationsstelle (Comsat).

Abgeglichen werden je die linearen und parabolischen Komponenten der Verzerrungen. Die Entzerrung der Sendekette einerseits und des Satelliten andererseits geschieht mit zwei voneinander unabhängigen, aber identischen Einheiten.

Figur 31 zeigt das Blockschaema des Gruppenlaufzeitentzerrers, *Figur 32* jenes des Amplitudenentzerrers. Daraus geht die Funktionsweise hervor. Die Einheiten sind benutzbar bis zu einer Bandbreite von 36 MHz.

⁴ Comité consultatif international des radiocommunications

Afin de pouvoir surveiller les liaisons par satellite, on injecte un signal pilote de 60 kHz dans l'unité de répartition de bande de base, après le circuit AGC. L'analyse de ce signal sert, entre autres choses, de critère de commutation de la chaîne à bande étroite, tant du côté émission que du côté réception. La partie du signal qui n'est pas contrôlée par le pilote de 60 kHz l'est par le pilote de groupe primaire de 104,08 kHz.

6.2 Le modulateur FM

Le modulateur peut être mis en œuvre à volonté pour des capacités de porteuse allant jusqu'à 1872 voies téléphoniques ou pour la télévision. Le schéma de principe en est représenté à la *figure 30*. Le signal de 180 MHz de l'oscillateur du modulateur FM est modulé en fréquence avec le signal de bande de base par le biais d'une diode à capacité variable. Un étage mélangeur équipé d'un oscillateur à quartz de 250 MHz transpose le signal modulé en fréquence de 180 MHz à la fréquence de sortie de 70 MHz. Avec ce montage, les distorsions de linéarité sont inférieures à 1% dans une plage MF de 70 MHz à $\pm 10 \text{ MHz}$ et inférieures à 2% à $\pm 18 \text{ MHz}$. A pleine charge CCIR (1872 voies), la composante du modulateur afférente au bruit d'intermodulation est inférieure à 70 pWOp.

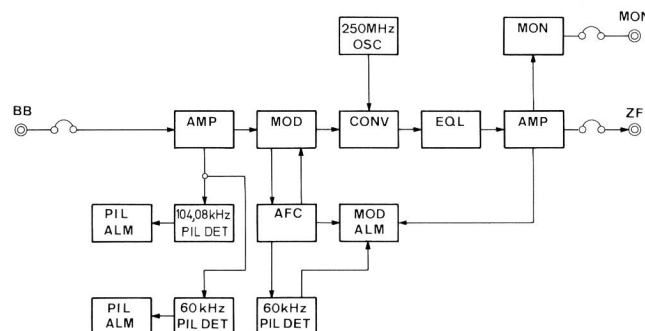


Fig. 30
Blockschaema des FM-Modulators — Schéma simplifié du modulateur FM

BB	Basisband — Bande de base
ZF	Zwischenfrequenz — Fréquence intermédiaire
AMP	Verstärker — Amplificateur
MOD	Modulatoreinheit — Unité de modulation
CONV	Mischer (180 MHz/70 MHz) — Mélangeur (180 MHz/70 MHz)
OSC	Oszillator — Oscillateur
EQL	Entzerrer — Egaliseur
MOD ALM	Modulationsalarmeinheit — Unité d'alarme de modulation
AFC	Automatische Frequenzkontrolle — Contrôle automatique de fréquence
PIL DET	Pilotdetektor (60 kHz und 104,08 kHz) — Détecteur de pilote (60 kHz et 104,08 kHz)
PIL ALM	Pilotalarm (60 kHz und 104,08 kHz) — Alarme de pilote (60 kHz et 104,08 kHz)

6.3 Egaliseurs de distorsion d'amplitude et de temps de propagation de groupe

Ces égaliseurs doivent corriger les distorsions de propagation suivantes:

- égaliser, côté émission, les distorsions d'amplitude des champs résiduels de réponse en fréquence des appareils;
- corriger les distorsions de temps de propagation de groupe des équipements du côté émission;
- pré-égaliser (préaccentuation) les distorsions de propagation de temps de groupe des signaux du satellite selon les instructions du centre de coordination technique (Comsat).

On égalise les composantes linéaires et les composantes paraboliques des distorsions. Par le biais de deux ensembles dentiques mais indépendants, on corrige d'une part les

6.4 Die ICSC-Zwischenfrequenzfilter

Diese dienen der Begrenzung des Sendespektrums und somit der optimalen Ausnützung der Satellitenkapazität, weshalb sehr strenge Forderungen bezüglich Amplitudenfrequenzgang und Gruppenlaufzeitverzerrung gestellt werden. Diese Forderungen sind für alle Bodenstationen gleich und wurden von Intelsat spezifiziert. Die Filtercharakteristiken sind abhängig von der jeweiligen übertragenen Trägerkapazität (24...1872 Telefoniekanäle) beziehungsweise der dafür benötigten SHF-Bandbreite. Siehe dazu *Tabelle IV*.

6.5 Der Sendeumsetzer

Umsetzer für FM-Träger

Das entzerrte 70-MHz-Zwischenfrequenzsignal, dessen maximaler Frequenzhub und damit die Bandbreite je nach Trägerkapazität unterschiedlich ist, wird in einem verhältnismässig breitbandigen Aufwärtsmischer in die 6-GHz-Frequenzlage transponiert. Die Bandbreite beträgt 40 MHz und genügt für alle vorkommenden Kanalkapazitäten.

Der Aufwärtsmischer muss verschiedenen, strengen Pflichtwerten entsprechen, da in den nachfolgenden Breitband-Sendeverstärkern keine Selektionsglieder mehr vorkommen und allenfalls vorhandene, unerwünschte Mischprodukte sonst ausgestrahlt würden, oder, was noch schlimmer wäre, bei 4 GHz die Empfangsseite stören könnten. Es sind folgende Werte einzuhalten:

Frequenzkonstanz bei 6 GHz	± 35 kHz je Monat
Linearität über ± 18 MHz	$\pm 0,2$ dB
Unerwünschte Mischprodukte, in 4-kHz-Schlitz gemessen,	
bei 6 GHz	mind. 85 dB
bei 4 GHz	mind. 110 dB
gemessen in 5-MHz-Schlitz,	
bei 6 GHz	mind. 65 dB
Harmonische	mind. 65 dB
Lokaloszillator-Beitrag	mind. 85 dB
	unterhalb der Nutzträger
Ausgangspegel 6 GHz	+ 5 dBm

Im Gegensatz zu den Mischern bei Richtstrahlanlagen wird ferner auf grosse Flexibilität bei Frequenzwechsel Wert gelegt, das heisst, Oszillator und Filter sollen leicht umstimmbar sein.

Gemäss Blockschema *Figur 33* wird in Leuk Einfachüberlagerung angewendet. Um die spektrale Reinheit zu gewährleisten, wird für den Lokaloszillator ein auf etwa 1 GHz schwingender Topfkreistransistor-Oszillator mit einer Quarzreferenz-Frequenz synchronisiert (Injection Phase-Lock). Da die Oszillatorfrequenz beim Einfachmischer nur 70 MHz tiefer als der Nutzträger liegt, wird diese am Aus-

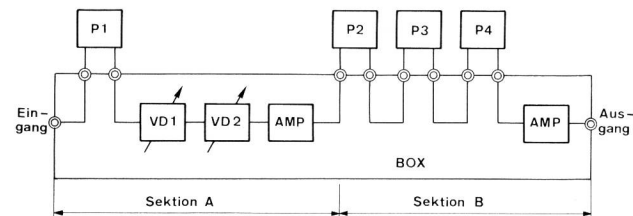


Fig. 31
Gruppenlaufzeitentzerrer — Egaliseur de temps de propagation de groupe

BOX	Einschub — Tiroir
P1...P4	Auswechselbare Einheiten für Grobgleich — Unités enfichables pour l'équilibrage grossier
VD1...VD2	Einheiten für Feinabgleich (kontinuierlich) — Unités d'équilibrage fin (continu)
AMP	Verstärker — Amplificateur
Sektion A	Abgleich der parabolischen Komponenten — Equilibrage des composantes paraboliques
Sektion B	Abgleich der linearen Komponenten — Equilibrage des composantes linéaires

distorsions de la chaîne d'émission, et, d'autre part, celles du satellite.

La *figure 31* montre le schéma de principe de l'égaliseur de distorsion de propagation de groupe et la *figure 32* celui de l'égaliseur de distorsion d'amplitude. Les unités sont utilisables jusqu'à une largeur de bande de 36 MHz.

6.4 Les filtres moyenne fréquence ICSC

Ces filtres servent à limiter le spectre d'émission et, partant, à utiliser au maximum la capacité du satellite, raison pour laquelle ils doivent satisfaire à des exigences sévères, en ce qui concerne les distorsions de temps de propagation de groupe et la courbe de réponse en amplitude. Ces exigences sont les mêmes pour toutes les stations terriennes et elles sont fixées par l'Intelsat. Les caractéristiques des filtres dépendent de la capacité momentanée de la porteuse d'émission (24...1872 voies téléphoniques), soit de la largeur de bande SHF exigée; (voir à ce propos *le tableau IV*).

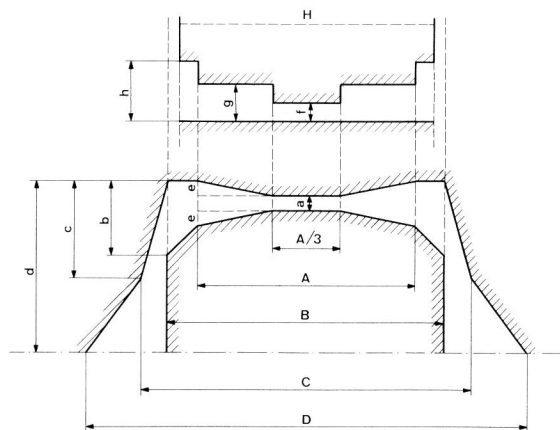


Tabelle IV. Amplituden- und Gruppenlaufzeit-Frequenzgang
Tableau IV. Réponse en temps de propagation d'amplitude et de groupe

Bandbreite des Trägers Largeur de bande de la porteuse	A (MHz)	B (MHz)	C (MHz)	D (MHz)	H (MHz)	a (MHz)	b (dB)	c (dB)	d (dB)	e (dB)	f (ns)	g (ns)	h (ns)
2,5	1,8	2,25	2,75	8,0	2,1	0,7	1,5	2,5	25	0	16	16	20
5,0	3,6	4,5	5,25	13,0	4,1	0,5	2,0	3,0	25	0	12	12	20
7,5	5,4	6,75	7,75	17,0	6,2	0,4	2,5	4,0	25	0	12	20	20
10,0	7,2	9,0	10,25	19,0	8,3	0,3	2,5	5,0	25	0,1	9	9	18
15,0	10,8	13,5	15,5	25,0	12,4	0,3	2,5	5,5	25	0,1	6	6	15
20,0	14,4	18,0	20,5	28,0	16,6	0,3	2,5	7,5	25	0,1	4	5	15
25,0	18,0	22,5	25,75	34,0	20,7	0,3	2,5	8,0	25	0,2	3	5	15
36,0	28,8	36,0	42,25	60,0	33,1	0,6	2,5	10,0	25	0,3	3	5	15
Video — Vidéo	24,0	30,0	—	—	30,0	0,5	2,5	—	—	0,3	5	5	15

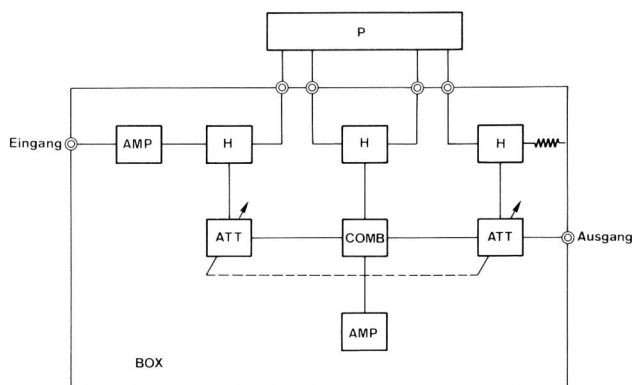


Fig. 32
Amplitudenentzerrer — Egaliseur d'amplitude

BOX	Einschub — Tiroir
AMP	Verstärker — Amplificateur
H	Hybrid — Hybride
P	Auswechselbare, fixe Verzögerungsleitung — Ligne à retard fixe, échangeable
ATT	Variables Dämpfungsglied für Abgleich — Atténuateur variable d'égaleisation
COMB	Kombinator — Combineur

gang des Mischers mit einem steilen, fünfkreisigen Mikrowellen-Bandstopfilter abgeschwächt.

Muss die Trägerfrequenz geändert werden, so sind der Quarz des Referenzoszillators, der Topfkreis und die beiden Mikrowellenfilter neu abzustimmen. Die Filter besitzen Mikrometerschrauben, die nach Eichkurven einzustellen sind. Im Notfall kann beim Fehlen eines geeigneten Quarzes der Oszillator auch freischwingend betrieben werden, wobei die resultierende geringere Frequenzstabilität durch tägliches Nachstellen zu kompensieren ist.

Das gewählte Synchronisationsverfahren (Fig. 34) basiert auf der direkten Beeinflussung eines freischwingenden Oszillators durch eine Referenzschwingung gleicher Sollfrequenz. Der Oszillator lässt sich je nach gewähltem Kopplungsfaktor mehr oder weniger stark von seiner Eigenfrequenz «wegziehen», wobei sich je nach Verstimmung eine grössere oder kleinere Phasenverschiebung einstellt. Dadurch wird die Anpassung des Referenzoszillators an den Topfkreis gestört, es fließt Blindenergie zurück zur

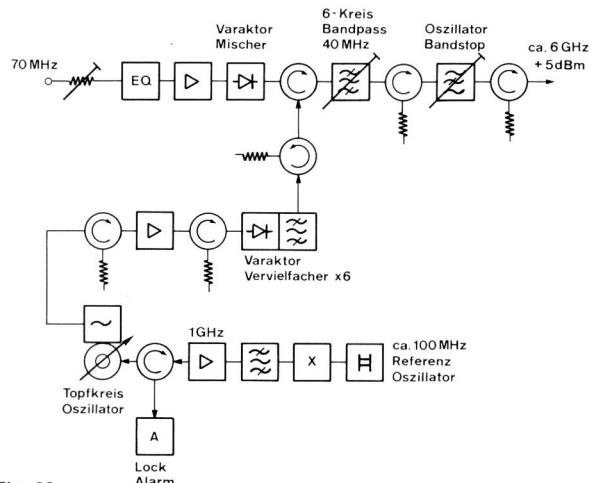


Fig. 33
Blockschema des Sendeumsetzers für FM-Träger 70 MHz → 6 GHz
— Schema bloc du translateur de fréquence pour porteuse FM 70 MHz → 6 GHz

EQ	Entzerrer — Egaliseur
Varaktor-Mischer	Mélangeur varactor
6-Kreis-Bandpass 40 MHz	Filtre passe-bande à 6 cellules, 40 MHz
Oszillator Bandstopp	Oscillateur et blocage de bande
Varaktor-Vervielfacher x 6	Sextupleur varactor
Topfkreis-Oszillator	Oscillateur à cavité résonnante
Lock-Alarm	Alarme de désynchronisation
Ca. 100-MHz-Referenz-Oszillator	Oscillateur de référence, environ 100 MHz

6.5 L'ensemble de transposition d'émission

L'ensemble de transposition pour porteuses modulées en fréquence

Le signal moyenne fréquence corrigé de 70 MHz dont l'excursion en fréquence et la largeur de bande varient suivant la capacité de la porteuse est transposé au niveau 6 GHz par un étage mélangeur-multiplicateur à bande assez large. La largeur de bande comporte 40 MHz et suffit à toutes les capacités de voies existantes. Le mélangeur-multiplicateur doit répondre à diverses valeurs imposées sévères, vu que les amplificateurs d'émission à large bande qui suivent sont dépourvus d'éléments sélectifs, ce qui pourrait se traduire par l'émission de composantes indésirables, ou, ce qui serait encore plus grave, introduire des perturbations à l'entrée de l'ensemble de réception à 4 GHz.

Les valeurs suivantes doivent être respectées:

Stabilité de fréquence à 6 GHz	± 35 kHz par mois
Linéarité par rapport à ± 18 MHz	± 0,2 dB
Composantes indésirables, mesurées dans un bloc d'information de 4 kHz, à 6 GHz	85 dB au moins
à 4 GHz	110 dB au moins
mesurées dans un bloc d'information de 5 MHz	
à 6 GHz	65 dB au moins
Harmoniques	65 dB au moins
Composante de l'oscillateur local	85 dB au moins
	au-dessous des porteuses utiles
Niveau de sortie à 6 GHz	+ 5 dBm

A l'inverse des mélangeurs équipant des installations à faisceaux hertziens, on attache de l'importance à une grande souplesse d'exploitation lors des changements de fréquence, ce qui signifie que la fréquence des oscillateurs et des filtres doit pouvoir être facilement modifiée.

Le schéma de principe de la figure 33 montre que le changement de fréquence simple est utilisé à Loèche. Pour garantir la pureté spectrale, on synchronise l'oscillateur transistorisé à cavité résonnante à 1 GHz avec une fréquence de référence au quartz (Injection Phase-Lock). Vu que, en cas de transposition de fréquence simple, la fréquence de l'oscillateur n'est située que 70 MHz plus bas que la porteuse utile, la sortie du mélangeur est atténuée au moyen d'un filtre coupe-bande micro-ondes à flancs de courbe de réponse raides groupant cinq cellules.

Si la fréquence de la porteuse doit être modifiée, il y a lieu de réaccorder le quartz de l'oscillateur de référence, le circuit à cavité résonnante et les deux filtres micro-ondes. Les filtres possèdent des verniers micrométriques pouvant être réglés d'après des courbes d'étalonnage. Si le quartz approprié manque, l'oscillateur peut à la rigueur être exploité en régime libre; en pareil cas, la stabilité de fréquence, moins élevée, doit être compensée par un réglage journalier.

La méthode de synchronisation choisie (fig. 34) est fondée sur l'influence directe qu'exerce un oscillateur exploité à une fréquence nominale identique sur l'oscillateur travaillant en régime libre. Suivant le facteur de couplage choisi, l'oscillateur peut être plus ou moins fortement «entraîné» à l'écart de sa fréquence propre, étant entendu qu'il en résulte un déphasage dont l'importance varie suivant le désaccord voulu. Cela étant, l'adaptation de l'oscillateur de référence au circuit à cavité résonnante est faussée et de l'énergie réactive retourne à la source. Par l'intercalation

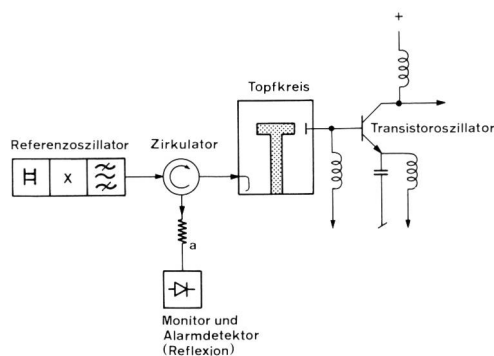


Fig. 34
Prinzip der Synchronisation des Topfkreisoszillators mit der Referenzschwingung (Injection Locking) — Principe de la synchronisation de l'oscillateur à cavité résonnante avec l'oscillation de référence (Injection Locking)

Referenzoszillator — Oscillateur de référence
Zirkulator — Circulateur
Monitor und Alarmdetektor (Reflexion) — Moniteur et détecteur d'alarme (réflexion)
Topfkreis — Cavité résonnante
Transistoroszillator — Oscillateur à transistors

Quelle. Durch Einfügen eines Zirkulators in den Pfad der Referenzquelle kann die reflektierte Energie ausgekoppelt, gleichgerichtet und zur Anzeige der Verstimmung beziehungsweise Alarmgabe verwendet werden (Fig. 35).

Der Kopplungsgrad und somit der Ziehbereich stellt ein Kompromiss dar. Je enger die Kopplung ist, desto grösser und unkritischer wird der Ziehbereich, aber um so stärker schlagen die spektralen Unreinheiten der aus einer tiefen Quarzfrequenz und mehreren nachgeschalteten Vervielfacherstufen bestehenden Referenzquelle zum Ausgang durch. Ein Ziehbereich bis zum Abreißen von $\pm 0,5\%$ der Nominalfrequenz dürfte das Optimum darstellen. Die inhärente Stabilität des freischwingenden Oszillators muss daher um einiges besser sein.

Der Umsetzer für SPADE

ist ähnlich aufgebaut wie jener für FM-Träger. Da es sich um Mehrträgerverstärkung handelt, wird Wert auf gutes Intermodulationsverhalten gelegt. Ferner sind sehr strenge Bedingungen betreffend Frequenzkonstanz einzuhalten, was einen Quarzoszillator in thermostatisch geregelter Umgebung bedingt. Seine Pflichtenheftwerte sind:

Frequenzkonstanz des Oszillators:

weniger als ± 100 Hz/Tag, weniger als ± 200 Hz/Monat.
Intermodulationsprodukte:

besser als 50 dB unterhalb Trägerpegel, in 4-kHz-Schlitz gemessen.

7. Die Empfangsausrüstung

7.1 Die Empfangsumsetzer

Der Empfangsumsetzer für FM-Träger (Fig. 36). Das vorverstärkte, mit 500 MHz Bandbreite ankommende 4-GHz-Satellitensignal wird im Empfangsumsetzer auf 70 MHz heruntertransponiert. Gleichzeitig wird eine Vorselektion auf 40 MHz Bandbreite, entsprechend der höchsten je vorkommenden RF-Kanalbandbreite von ± 18 MHz je Träger, vorgenommen. Dazu wird dasselbe abstimmbare 6-Kreis-Mikrowellenfilter wie im Aufwärtsmischer verwendet. Ebenfalls wird derselbe synchronisierte Topfkreisoszillator verwendet, dessen Ausgangsfrequenz von 1 GHz auf 4 GHz vervierfacht wird. Die einzuhaltenden Daten sind ähnlich wie beim Aufwärtsmischer. Ein Bandstopppfilter für den Lokaloszillator ist jedoch nicht nötig.

d'un circulateur dans le circuit de la source de référence, il est possible de découpler l'énergie réfléchie, de la redresser et de l'utiliser pour l'affichage de l'état de désaccord ou pour le déclenchement d'une alarme (figure 35).

Le degré de couplage et, partant, la plage d'entraînement représentent un compromis. Plus le couplage est serré, moins la plage d'entraînement est restreinte et critique; en revanche, plus les oscillations spectrales parasites provenant d'une fréquence basse du quartz et de la source de référence consistant en plusieurs étages multiplicateurs série parviennent aisément à la sortie. On peut admettre qu'une plage d'entraînement de $\pm 0,5\%$ de la fréquence nominale jusqu'au décrochage constitue l'optimum. La stabilité intrinsèque de l'oscillateur en régime libre doit être par conséquent d'un ordre supérieur.

L'ensemble de transposition pour la porteuse SPADE

Cet ensemble ressemble à celui de la porteuse FM. S'agissant toutefois de l'amplification de plusieurs porteuses, on attache de l'importance à un bon comportement d'intermodulation. D'autre part, la stabilité en fréquence doit satisfaire à des exigences sévères, ce qui exige l'emploi d'un oscillateur à quartz en enceinte thermo-stabilisée. Les valeurs du cahier des charges sont:

Stabilité en fréquence de l'oscillateur:

déviante inférieure à ± 100 Hz par jour et ± 200 Hz par mois

Produits d'intermodulation:

meilleurs que 50 dB au-dessous du niveau de la porteuse, mesurés dans un bloc d'information de 4 kHz.

7. Les dispositifs de réception

7.1 Les ensembles de transposition de réception

L'ensemble de transposition de réception pour porteuses modulées en fréquence (fig. 36)

Le signal de satellite à 4 GHz préamplifié, arrivant avec une largeur de bande de 500 MHz, est transposé par division au niveau de 70 MHz dans l'ensemble de transposition de réception. Simultanément, on procède à une présélection à une largeur de bande de 40 MHz, qui correspond à la largeur de bande MF du canal de ± 18 MHz la plus élevée possible par porteuse. A cet effet, on utilise le même filtre micro-ondes réglable à 6 cellules que dans le mélangeur-multiplicateur. De même, il est fait usage de l'oscillateur à cavité résonnante précité dont la fréquence de sortie est multipliée de 1 GHz à 4 GHz. Les valeurs imposées sont les mêmes que pour le mélangeur-multiplicateur. Toutefois, il n'est pas nécessaire de recourir à un filtre coupe-bande pour l'oscillateur local.

L'ensemble de transposition de réception pour porteuse SPADE

La réalisation de cet ensemble ressemble à celle du convertisseur pour porteuses FM, mais les exigences concernant la linéarité et la stabilité en fréquence sont encore plus élevées. A la place d'un détecteur de porteuse, on a placé un détecteur de bruit à la sortie, à des fins de surveillance.

7.2 Egaliseurs de distorsion d'amplitude et de temps de propagation de groupe

Des égaliseurs de distorsion d'amplitude et de temps de propagation de groupe sont également montés du côté réception, ce qui permet de corriger la courbe de réponse des chaînes de réception. L'égaliseur de distorsion de temps de propagation de groupe a la même structure que celui du

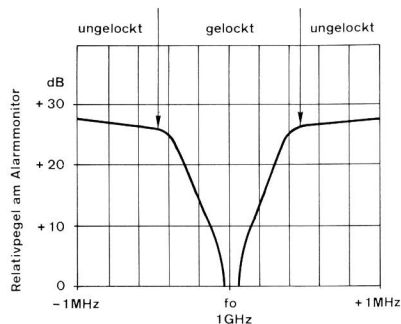


Fig. 35
Verlaufdiagramm der reflektierten Energie am Punkt a — Courbe de l'énergie réfléchie au point a

Relativpegel am Alarmmonitor — Niveau relatif au moniteur d'alarme
Ungelockt — Désynchronisé
Gelockt — Synchronisé

Der Empfangsumsetzer für SPADE. Die Ausführung gleicht jener des Umsetzers für FM-Träger, wobei erhöhte Anforderungen an die Linearität und Frequenzkonstanz gestellt werden. Anstelle eines Trägerdetektors ist am Ausgang ein Geräuschdetektor für Überwachungszwecke vorhanden.

7.2 Die Amplituden- und Gruppenlaufzeitentzerrer

Auch auf der Empfangsseite werden Entzerrer zur Korrektur des Amplituden- und Gruppenlaufzeit-Frequenzganges der Empfangsketten eingesetzt. Der Gruppenlaufzeitentzerrer ist gleich aufgebaut wie auf der Sendeseite, während der einfachere Amplitudenentzerrer nur lineare Komponenten korrigieren kann.

7.3 Die Zwischenfrequenzfilter

Das vom Empfangsumsetzer kommende Signal hat eine Bandbreite von 36 MHz, unabhängig von der zu empfangenden Kanalkapazität. Mit Hilfe von Filtern in der 70-MHz-ZF-Ebene wird die Bandbreite jener des gewünschten Empfangssignal angepasst, um für die Demodulation des frequenzmodulierten 70-MHz-Trägers optimale Verhältnisse zu erhalten. Aus Kompatibilitätsgründen wird von diesem Prinzip leicht abgewichen, indem auf der Empfangsseite dieselben Filtertypen wie auf der Sendeseite verwendet werden.

7.4 Die FM-Demodulatoren

Der Träger/Geräusch-Abstand am Eingang der Demodulatoren beträgt im Intelsat-IV-System für kleine Kanalzahlen 12...14 dB, was etwa der FM-Schwelle eines konventionellen Begrenzer/Diskriminator-Demodulators entspricht. Deshalb werden für Trägerkapazitäten bis zu 252 Telefoniekanäle sogenannte schwellwertverbessernde und über dieser Kanalzahl konventionelle Demodulatoren eingesetzt.

Der konventionelle FM-Demodulator (Fig. 37). Der ZF-Verstärker am Eingang ist automatisch pegelreguliert (automatic gain controlled), um Pegelschwankungen von ± 5 dB auszugleichen. Der eigentliche Demodulator arbeitet auf einer Frequenz von 180 MHz, um den hohen Linearitätsanforderungen zu genügen. Dank der ausgezeichneten Linearität von 1% über ± 15 MHz ist der Beitrag des Demodulators zum Intermodulationsgeräusch bei CCIR-Beastung bis 1872 Telefoniekanäle kleiner als 130 pWOp.

Der schwellwertverbessernde Demodulator. Durch Gegenkopplungsmassnahmen wird erreicht, dass beim Demodulationsvorgang der Einfluss des Trägerrauschens minimiert wird: Bei der Hubgegenkopplung wird das FM-

côté émission, alors que l'égaliseur de distorsion d'amplitude, plus simple, ne peut corriger que des composantes linéaires.

7.3 Les filtres moyenne fréquence

Indépendamment de la capacité de voies à recevoir, le signal venant de l'ensemble de transposition de réception a une largeur de bande de 36 MHz. A l'aide de filtres situés au niveau de la MF à 70 MHz, on adapte la largeur de bande à celle du signal de réception désiré, pour créer des conditions de démodulation optimales de la porteuse de 70 MHz modulée en fréquence. Pour des raisons de compatibilité, on s'est écarté légèrement de ce principe, en utilisant les mêmes filtres du côté émission que du côté réception.

7.4 Les démodulateurs FM

L'écart signal/bruit à l'entrée des démodulateurs est de 12...14 dB dans le système Intelsat IV, pour un faible nombre de voies, ce qui correspond à peu près au seuil FM d'un limiteur/discriminateur-démodulateur conventionnel. Pour cette raison, on utilise des dispositifs dits «démodulateurs améliorant la valeur de seuil» pour des capacités de porteuse allant jusqu'à 252 voies téléphoniques et des démodulateurs conventionnels, si le nombre de voies est supérieur.

Le démodulateur FM conventionnel (figure 37)

Le niveau de l'amplificateur FM d'entrée est réglé automatiquement, ce qui évite les fluctuations de niveau de ± 5 dB. Le démodulateur proprement dit travaille à une fréquence de 180 MHz, en vue de satisfaire aux hautes exigences de linéarité. Grâce à l'excellente linéarité de 1% au-dessus de ± 15 MHz, la composante du démodulateur afférente au bruit d'intermodulation à une charge CCIR allant jusqu'à 1872 voies téléphoniques est plus faible que 130 pWOp.

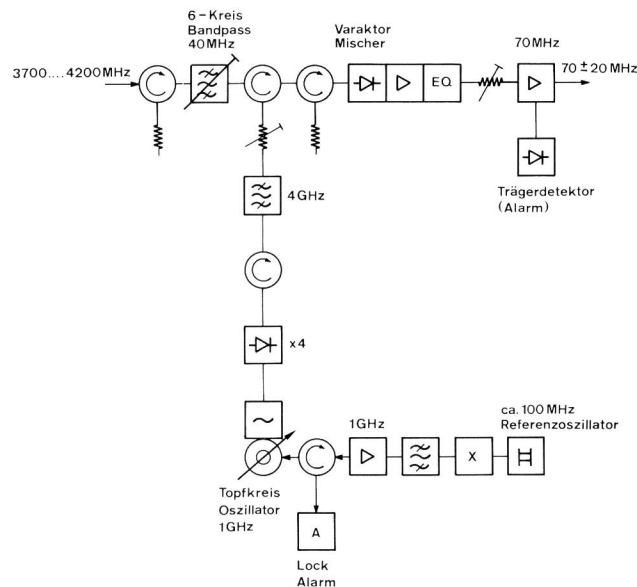


Fig. 36
Blockscheema des Empfangsumsetzers für FM-Träger 4 GHz $\rightarrow$ 70 MHz — Schéma bloc du translateur de fréquence pour porteuse FM 4 GHz $\rightarrow$ 70 MHz

6-Kreis-Bandpass 40 MHz — Filtre passe-bande à 6 cellules, 40 MHz
Mischer-Varaktor — Mélangeur varactor
Trägerdetektor (Alarm) — Détecteur de porteuse (alarme)
Topfkreisoszillator — Oscillateur à cavité résonnante
Ca. 100-MHz-Referenzoszillator — Oscillateur de référence, environ 100 MHz
Lock-Alarm — Alarme de désynchronisation
EQ — Entzerrer — Egaliseur

