

Zeitschrift:	Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = 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 Telegrafenbetriebe
Band:	55 (1977)
Heft:	12
Artikel:	Eine neue Generation mobiler Richtstrahlaurüstungen im 12-GHz-Band
Autor:	Meyer, Klaus
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-874165

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: 23.01.2026

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

Eine neue Generation mobiler Richtstrahlaurüstungen im 12-GHz-Band

Klaus MEYER, Bern

621.396.43.029.64-182.4

Zusammenfassung. Für Fernsehreportagen und temporären Einsatz wird eine neue Generation mobiler Richtstrahlaurüstungen eingesetzt. Sie zeichnen sich durch die Durchschaltemöglichkeit auf ZF-Ebene und Abstimmbarkeit über den Bereich 11,7...12,2 GHz unter Verwendung sehr stabiler Referenzoszillatoren aus. Durch die Anwendung moderner Technologien mit direkter Energiekonversion kommen die Anlagen ohne Frequenzvervielfachung aus.

Une nouvelle génération d'équipements hertziens mobiles dans la bande de 12 GHz

Résumé. Une nouvelle génération d'équipements hertziens mobiles est utilisée pour les reportages de télévision et les liaisons temporaires. Ces équipements sont caractérisés par une possibilité de commutation au niveau de la moyenne fréquence et par le fait que l'accord est réalisé dans la gamme 11,7...12,2 GHz au moyen d'oscillateurs de référence très stables. Vu l'emploi de technologies modernes à conversion d'énergie directe, ces installations opèrent sans étages multiplificateurs de fréquence.

Una nuova generazione di apparecchiature per ponti radio mobili nella banda dei 12 GHz

Riassunto. Una nuova generazione d'impianti ponti radio è impiegata per stabilire collegamenti temporanei e per cronache televisive. Essa è caratterizzata dalla possibilità di trasferimento a livello della MF come pure dalla possibilità di sintonizzazione nella gamma tra 11,7 e 12,2 GHz e s'avvale di oscillatori di riferimento molto stabili. L'applicazione di tecnologie moderne con conversione diretta d'energia rende superflui i moltiplicatori di frequenza.

1 Einleitung

Den Schweizerischen PTT-Betrieben stehen mobile Richtstrahlaurüstungen zur Verfügung, die bei Fernseh-Aussenübertragungen [1] sowie temporär zur drahtlosen Überbrückung oder Ergänzung von Telefonkabeln [2] eingesetzt werden.

Eine vor etwa 20 Jahren beschaffte Serie röhrenbestückter Ausrüstungen [3] war zu ersetzen, da die Übertragungsparameter den heutigen Ansprüchen nicht mehr entsprechen und der Unterhalt der Anlagen immer problematischer wurde.

Weil die bisher von den Reportagediensten benützten Frequenzen im 6,8-GHz-Band für das feste Richtstrahlnetz belegt werden müssen, wurde die Neubeschaffung dazu benutzt, die Reportagedienste im 12-GHz-Band (11,7...12,2 GHz) anzusiedeln.

Eine Evaluation unter den in Frage kommenden Fabrikaten, bei denen neben den Empfehlungen des CCIR¹ weitere technische, betriebliche und wirtschaftliche Aspekte eine Rolle spielten, führte zur Wahl der mobilen Richtstrahlaurüstung FV 12 P der amerikanischen Firma Farinon.

2 Richtstrahlaurüstung FV 12 P

21 Allgemeine Eigenschaften

Die Anlage arbeitet mit zweifacher Überlagerung. Obwohl sie spezifisch für die Übertragung von Videosignalen entwickelt wurde, lassen sich auch mindestens 960 Telefonikanäle einwandfrei übermitteln. Die bei früheren Anlagen bewährte Unterteilung in vier Einheiten wurde beibehalten. Der Sender besteht aus dem *Kontrollteil* mit Basisband- und 70-MHz-ZF-Aufbereitung sowie aus dem mit der Antenne verbundenen *HF-Kopf*; der Empfänger aus *HF-Kopf* und *Kontrollteil* mit ZF-Demodulator und Basisbandverstärkern. Alle Einheiten sind witterfest (Fig. 1).

Bei mobilem Einsatz treten folgende Merkmale besonders hervor:

- Der Signalpfad zwischen Kontrollteil und HF-Kopf wird beim Sender und Empfänger auf 70 MHz übertragen. Es

können auf beiden Seiten bis zu 150 m Verbindungskabel eingesetzt werden, wobei weder eine Amplituden- noch eine Frequenzgangkorrektur vorgenommen werden muss.

- Beim Sender kann das modulierte SHF-Ausgangssignal nach der letzten aktiven Stufe über einen Monitoreaussang überwacht werden.
- Beim Empfänger werden dank der Doppelkonversion Spiegelselektion, Selektivität und eine niedrige Rauschzahl erreicht, ohne dass es nötig ist, schmale Kanalfilter einzusetzen.

In mobilen Relaisstationen wird unter Umgehung der Demodulation direkt auf ZF-Ebene durchgeschaltet. In den Terminalaurüstungen kann das Signal wahlweise im Basisband oder auf ZF-Ebene übernommen beziehungsweise übergeben werden. Die Schaltungen der Sender und Empfänger sind volltransistorisiert. Dennoch liefert der Sender 1 W SHF-Leistung an die Antenne. Die Verwendung von Frequenzvervielfachern wurde mit dem Einsatz von direkt umsetzenden Gunnverstärkern und spannungsgesteuerten Oszillatoren vermieden. Die Frequenzstabilität be-

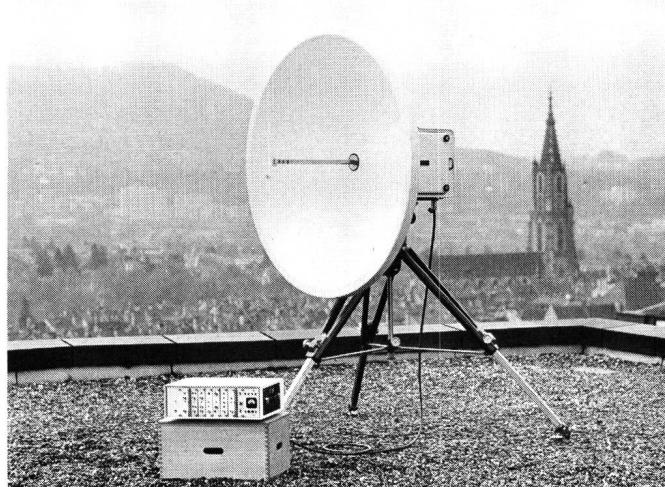


Fig. 1
Richtstrahlaurüstung Farinon FV 12 P, betriebsbereit mit horizontal polarisierter 1,2-m-Parabolantenne. Zwischen der Kontrolleinheit und dem HF-Kopf können bis zu 150 m Verbindungskabel eingesetzt werden

¹ Comité Consultatif International des Radiocommunications

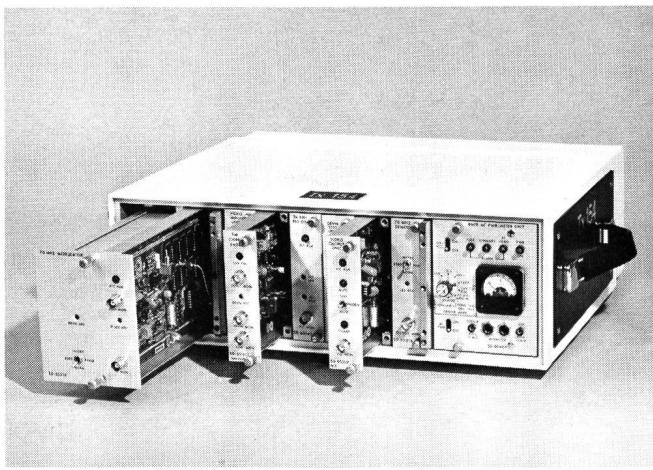


Fig. 2

In der Senderkontrolleinheit wird das Videosignal einer 70-MHz-Zwischenfrequenz aufmoduliert. Ebenso erfolgt die Modulation von bis zu drei Tonkanälen auf entsprechende Hilfssträger. Das Gerät ist in verschiedene Subeinheiten aufgeteilt, die sich leicht auswechseln lassen

trägt $\pm 0,002\%$. Auch bei der Tandemschaltung von Richtstrahlstrecken werden Frequenzfehler nicht kumuliert, da die Ausgangsfrequenz jedes Senders durch die eigene Referenzschaltung bestimmt wird.

Besonders beim mobilen Betrieb bringt die Doppelkonversion bei Sender und Empfänger Vorteile. So können Sende- und Empfangsfrequenzen über den ganzen Betriebsbereich frei gewählt werden, ohne Filter abstimmen und Qualitätseinbussen in Kauf nehmen zu müssen. Die Sendefrequenz basiert auf einem Referenzsynthesizer, womit die Frequenz in Schritten von 0,5 MHz über das ganze Betriebsband verstellt werden kann. Der Empfänger besitzt einen direkt abgestimmten Lokaloszillator, der über eine Regelschleife der Frequenz des Empfangssignals nachgeführt wird. Alle Frequenzeinstellungen finden mit direkt gezeichneten Skalen statt.

Ein weiterer Vorteil der Doppelkonversion ergibt sich im Empfänger aus dessen verminderter Interferenzempfindlichkeit, weil die erste Zwischenfrequenz sehr hoch liegt und damit die Spiegelfrequenz weit ausserhalb des Arbeitsbandes zu liegen kommt. Zur Selektion genügen deshalb die Filter des ersten und zweiten ZF-Kanals.

Die Ausrüstungen sind so vorbereitet, dass neben dem Videosignal bis zu drei frequenzmodulierte Hilfssträger zur Übertragung von Musikkanälen eingesetzt werden können.

22 Sender-Kontrolleinheit

Diese Einheit (Fig. 2 und 3) kann mit Hilfe von Modul einschüben den Einsatzbedürfnissen angepasst werden. So können vorhanden sein: Einschübe zur Kombination des Videosignals mit den Tonhilfsträgern, Vorbetonungs netzwerke, Hubeinstellung sowie ein Modulator, in dem ein 70-MHz-Träger mit dem vollständigen Basisband frequenzmoduliert wird. Ferner bestehen Einstellmöglichkeiten für das Ausgangssignal sowie ein Demodulator für das von der Antenne zurückgelieferte Monitorsignal. Ein eingebauter Testoszillator dient der Einstellung des Senderfrequenzhubes. Das zum FM-Modulator führende Signal kann bei Bedarf mit einem Schalter umgepolt werden.

Der 70-MHz-Modulator besteht aus zwei 2-GHz-Oszillatoren, die im Gegentakt frequenzmoduliert und gemischt werden. Das entstehende 70-MHz-Differenzsignal wird

über einen digitalen AFC-Diskriminator mit einem 70-MHz-Quarzsignal verglichen. Durch Nachregelung eines der beiden 2-GHz-Oszillatoren wird die Ausgangsfrequenz genau auf 70 MHz gebracht. Eine Alarmschaltung überwacht die Regelschaltung.

23 Sender-HF-Kopf

Der frequenzmodulierte Signalpfad beginnt mit der Zwischenfrequenz 70 MHz. Bei Einsatz als Relaisstation wird diese direkt vom vorgängigen Empfänger-HF-Kopf übernommen, bei einem Senderterminal wird sie von der zugehörigen Senderkontrolleinheit geliefert. Das ZF-Signal wird dann in seiner Frequenz umgesetzt und verstärkt, bis es zum Antennenausgang gelangt (Fig. 4). An diesem Prozess beteiligt sind ein erster Mischer mit quarzgesteuertem Oszillatator, der eine Zwischenfrequenz von 1450 MHz erzeugt, anschliessend ein zweiter Mischer mit einem spannungsgesteuerten Gunnoszillator, womit die Ausgangsfrequenz erreicht ist, und zum Abschluss ein mitnahmegerührter Gunniodenverstärker. Ein kleiner Teil des Ausgangssignals wird zur automatischen Frequenzkorrektur

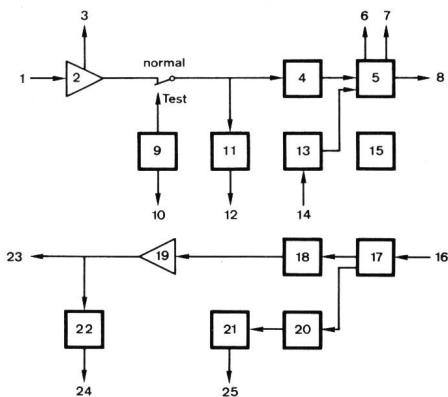


Fig. 3
Sender-Kontrolleinheit

- 1 Videoeingang
- 2 Videoverstärker
- 3 Videomonitor
- 4 Vorbetonung, Tiefpass, Entzerrer
- 5 70-MHz-Modulator
- 6 Basisbandmonitor
- 7 70-MHz-Monitor
- 8 70-MHz-Ausgang zur HF-Einheit
- 9 15-kHz-Testoszillator
- 10 Testmonitor
- 11 Videopräsenzdetektor
- 12 Videoalarm
- 13 FM-Tonhilfsträger
- 14 NF-Eingang
- 15 4-Drahtintercom
- 16 70-MHz-Eingang vom HF-Kopf (Antennensignalüberwachung)
- 17 70-MHz-Demodulator
- 18 Tiefpass, Entzerrer, Nachbetonung
- 19 Videoverstärker
- 20 Hochpass
- 21 Tonkanalempfänger
- 22 Videopräsenzdetektor
- 23 Videomonitor (Antennensignal)
- 24 Videoalarm
- 25 NF-Monitor (Antennensignal)

Alarne

Sammelalarm HF-Kopf
Modulator AFC
Videoeingang
Tonkanal
Summenalarm
Sicherung

Instrumentenanzeigen

Frequenzhub
Speisespannungen

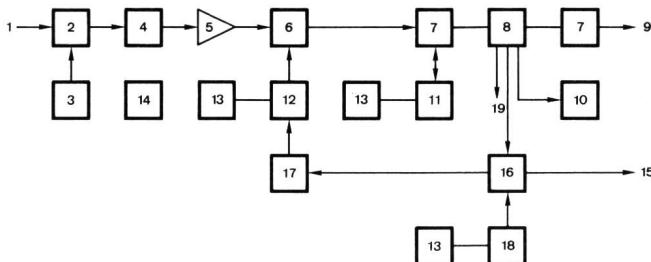


Fig. 4
Sender-HF-Kopf

- 1 70-MHz-Eingang von Kontrolleinheit
 - 2 Erster Aufwärtsmischer
 - 3 1520-MHz-Lokaloszillator
 - 4 1450-MHz-Filter
 - 5 1450-MHz-Verstärker
 - 6 Zweiter Aufwärtsmischer
 - 7 Zirkulator
 - 8 Leistungsauskoppler
 - 9 Antennenanschluss
 - 10 Leistungsdetektor
 - 11 Mitnahmegeresteuerter Gunnverstärker
 - 12 Variabler Lokaloszillator
 - 13 Frequenzgeeichte Abstimmung
 - 14 4-Drahtintercom
 - 15 Antennenmonitorsignal 70 MHz zur Kontrolleinheit
 - 16 AFC-Mischer
 - 17 AFC-Diskriminator
 - 18 Synthesizer Referenzquelle
 - 19 Anschluss für Frequenzmesser

Alarme

- Sendeleistung
Gunnverstärker aussertritt
AFC
Referenzquelle Phasentakt
Sicherung

Instrumentenablesungen

- Instrumenteneinstellungen**
Sendeleistung
AFC-Vorspannung
Lokaloszillator Phasenmitnahmespannung
Speisestraßen und Ströme

abgezweigt. Ein phasengekoppelter Quarz-Referenzoszillator sorgt zusammen mit einem AFC-Mischer und Detektor für die Stabilität des Sendesignals. Ein Nebenprodukt dieser Steuerung, ein 70-MHz-ZF-Signal, dient der Überwachung des der Antenne zugeführten Ausgangssignals. Mit Alarmschaltung überwacht werden die Mitnahmesteuerung des Gunniodenverstärkers, die automatische Frequenzkorrektur sowie die Ausgangsleistung.

Ein interessantes Betriebsverhalten zeigt der Gunnleistungsverstärker. Bei dessen Ausfall wird die der Antenne zugeführte Leistung nicht auf Null absinken, sondern nur um 16 dB zurückgehen, was die Aufrechterhaltung eines Notbetriebes ermöglicht.

24 Empfänger-HE-Kopf (Fig. 5 und 6)

Der Empfänger-HF-Kopf enthält die notwendigen Einheiten, um aus dem empfangenen SHF-Signal ein 70-MHz-ZF-Signal aufzubereiten, das in einer Relaisstation dem zugehörigen Sender zugeführt wird oder in der Empfänger-Kontrolleinheit demoduliert werden kann.

Die Schaltung arbeitet mit zweifacher Überlagerung, wobei am Eingang ein fest abgestimmtes Bandpassfilter für den Bereich 11,7...12,2 GHz genügt. Die erste Zwischenfrequenz liegt bei 1450 MHz. Bei Kanalwechsel muss nur der Lokaloszillator des ersten Mischers abgestimmt werden. Mit der hohen ersten ZF ergibt sich eine sehr gute Spiegelselection. Das Filter der ersten Zwischenfrequenz sorgt für die erforderliche Kanalselektion. Die am SHF-Eingang erreichte Rauschzahl liegt bei 12 dB.

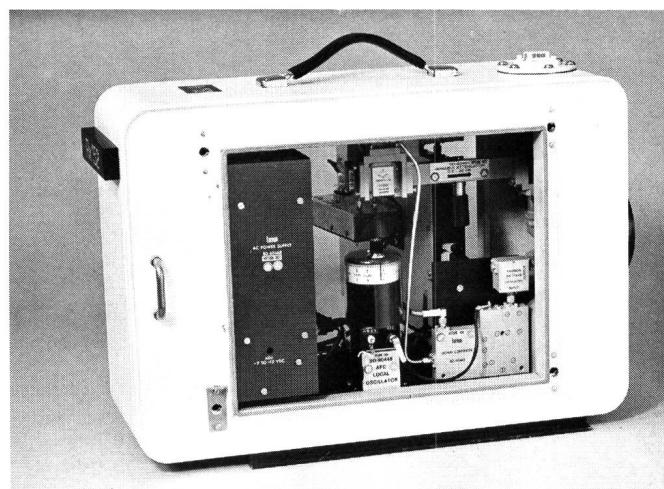


Fig. 5
Im Empfänger-HF-Kopf wird das **SHF-Signal** bis auf ZF-Ebene 70 MHz umgesetzt und verstärkt. Mit einer einzigen, geeichten Einstellung wird der gesamte Bereich von 11,7...12,2 GHz überstrichen

Die zweite, auf 70 MHz arbeitende Zwischenfrequenzträgt mit einem laufzeitentzerrten Filter weiter zur Selektivität bei. Nach einem Verstärker mit automatischer Pegelregelung (AGC) gelangt das ZF-Signal auf den Ausgang und zugleich auf den AFC-Diskriminator, dessen Ausgangsspannung zur Frequenzkorrektur des Gunnlokaloszillators dient.

Alarmschaltungen überwachen die Funktion der AFC- und AGC-Kreise, wobei der letztere anspricht, sobald der Schwellwert des Empfängers unterschritten wird. In diesem Falle wird zugleich der AFC-Kreis automatisch ausser Betrieb gesetzt. Tragbare Ausrüstungen werden gelegentlich auf vergleichsweise sehr kurzen Distanzen eingesetzt. Um in solchen Fällen eine Übersteuerung des Empfängers

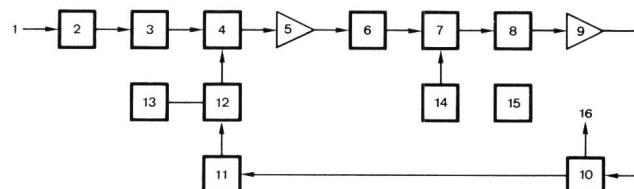


Fig. 6
Empfänger-HF-Kopf

- 1 HF-Eingang -15 bis -77 dB
- 2 Zirkulator
- 3 Dämpfung
- 4 Erster Abwärtsmischer
- 5 1450-MHz-Verstärker
- 6 1450-MHz-Filter
- 7 Zweiter Abwärtsmischer
- 8 70-MHz-Filter und -Entzerrung
- 9 AGC-Verstärker
- 10 70-MHz-Verteilverstärker
- 11 AFC-Diskriminatator
- 12 Gunn-Lokaloszillatator
- 13 Frequenzgeeichte Einstellung
- 14 Lokaloszillatator 1520 MHz
- 15 4-Drahtintercom
- 16 70-MHz-Ausgang zur Kontrolle

Alarms

- Alarme
AGC-Schwellwert
AGC einstellbarer Empfangspegel
AFC
Sicherung

Instrumentenanzeige

- AGC-Eingangssignal
Erster Mischer, Aussteuerung
AFC-Vorspannung
Speisespannungen

zu vermeiden, ist in dessen Eingang ein variabler Abschwächer eingebaut.

25 Empfänger-Kontrolleinheit

Die Empfänger-Kontrolleinheit (Fig. 7) enthält neben dem 70-MHz-Demodulator Filter und Nachbetonungsnetzwerk zur Wiederherstellung des ursprünglichen, beim Sender eingespeisten Basisbandes. Über Weichen werden die Tonhilfsträger vom Videosignal getrennt und anschließend demoduliert. In einem Klemmverstärker wird das Videosignal mit Hilfe einer selektiven Gegenkopplung von niederfrequenten Störkomponenten befreit. Das abgehende Videosignal kann bei Bedarf mit einem Schalter umgepolt werden.

Die im Empfänger erzeugten Alarmsignale werden in der Empfänger-Kontrolleinheit zur Weiterleitung zu einem einzigen Alarmsignal konzentriert.

3 Übertragungseigenschaften

Die Übertragungseigenschaften entsprechen jenen einer modernen 1800-Kanal-Anlage im festen Richtstrahlnetz, wobei die Parameter bis zu Umgebungstemperaturen von -30°C eingehalten werden.

Die oft rauhe Behandlung beim Transport darf sich auf diese Eigenschaften nicht negativ auswirken.

4 Stromversorgung

Jede der vier Einheiten besitzt eine autonome Speiseeinrichtung. Je nach Einsatz des entsprechenden Speisemoduls lassen sich die Geräte mit 220 V~ oder mit 48 V= betreiben. Entsprechend den betrieblichen Bedürfnissen lässt sich jedes Terminal beziehungsweise Relais auf verschiedene Art speisen (Fig. 8), entweder über den Speisean-

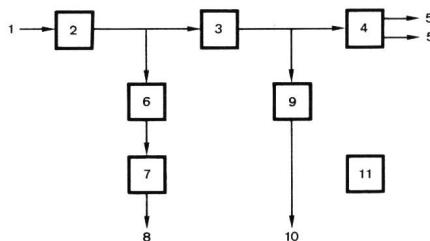


Fig. 7
Empfänger Kontrolleinheit

- 1 70-MHz-Eingang von HF-Kopf
- 2 70-MHz-Demodulator
- 3 Tiefpass, Entzerrer, Nachbetonung
- 4 Klemmverstärker
- 5 Videoausgang
- 6 Hochpass
- 7 Tonkanalempfänger
- 8 NF-Ausgang
- 9 Videopräsenzdetektor
- 10 Videoalarm
- 11 4-Drahtintercom

Alarne

- Sammelalarm vom HF-Kopf
Videoalarm
Tonempfängerausfall
Klemmschaltung unwirksam
Summenalarm
Sicherung

Instrumentablesungen

- AGC-Empfangssignal
Frequenzhub
Speisespannungen

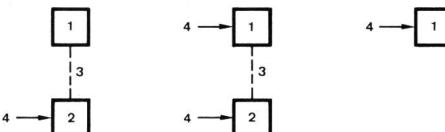


Fig. 8
Stromversorgungsvarianten

- 1 HF-Kopf
- 2 Kontrolleinheit
- 3 Multicoreverbindungsleitung
- 4 Speisung 220 V~ oder 48 V=

schluss der Kontrolleinheit für das ganze Terminal oder getrennt für beide Einheiten des Terminals. Zudem kann eine Relaisstation bei Bedarf ohne Kontrolleinheiten betrieben werden. Die Stromversorgung findet in diesem Fall direkt an den HF-Köpfen statt.

5 Abmessungen und Gewichte

Bei der Konstruktion mobiler Ausrüstungen wird normalerweise ein Kompromiss zwischen den Übertragungseigenschaften und den äusseren Abmessungen und Gewichten der einzelnen Geräte geschlossen. Röhrenbestückte Ausrüstungen waren aus diesem Grund gegenüber festen Anlagen immer im Nachteil.

Bei der Ausrüstung FV 12 P ist es gelungen, hervorragende Übertragungseigenschaften in akzeptablen Gerätedimensionen unterzubringen.

Für die HF-Köpfe werden bei Sender und Empfänger die gleichen Gehäuse verwendet. Ebenso sind die beiden Kontrolleinheiten je in einer genormten Einheit untergebracht. Die Abmessungen und Gewichte der einzelnen Geräte sind in Tabelle I aufgeführt.

Tabelle I. Abmessungen und Gewichte der verschiedenen Einheiten

Einheit	L x B x H mm	Vol dm ³	Gewicht kg
Rx HF-Kopf	533 x 242 x 381	49	21,5
Rx Kontrolleinheit	419 x 438 x 146	26,8	19
Tx HF-Kopf	533 x 242 x 381	49	24,8
Tx Kontrolleinheit	419 x 438 x 146	26,8	19,5

6 Schlussfolgerungen

Mit den beschriebenen Richtstrahlgeräten wird bei den Reportagediensten die Ära der röhrenbestückten Geräte abgeschlossen.

Mit der Beseitigung bisher zum festen Richtstrahlnetz vorhandener Interface-Differenzen wird der zukünftige Betrieb vereinfacht und verbessert.

Da auch die Übertragungsparameter der mobilen Ausrüstungen jenen moderner Ausrüstungen im festen Netz nicht nachstehen, ist auch mit einer Anhebung der Übertragungsqualität zu rechnen.

Bibliographie

- [1] Meyer K. Der Einsatz mobiler Richtstrahlanlagen im schweizerischen Fernsehnetz. Bern, Techn. Mitt. PTT 43 (1965), Nr. 3 S. 69...80.
- [2] Bienz W. und Meyer K. C-45-Trägerfrequenzsystem zur Übertragung auf Richtstrahlverbindungen. Bern, Techn. Mitt. PTT 42 (1964), Nr. 6, S. 233...242.
- [3] Naegeli F. Eine tragbare Richtstrahlanlage zur Übermittlung von Videosignalen im 7000-MHz-Bereich. Bern, Techn. Mitt. PTT 43 (1965), Nr. 3, S. 81...86.