

| | |
|---------------------|---|
| 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: | 38 (1960) |
| Heft: | 12 |
| Artikel: | Betriebserfahrungen mit dem Koaxialkabel Zürich - Lugano = Esperienze d'esercizio con il cavo coassiale Zurigo - Lugano |
| Autor: | Ammann, W. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-874638 |

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 19.02.2026

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

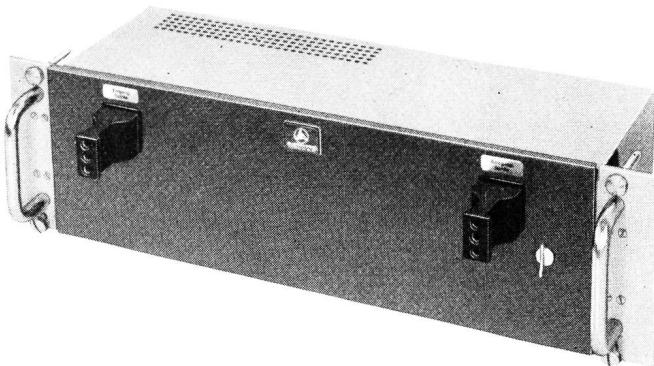


Fig. 9. Breitbandverstärker mit Abdeckblech von vorn

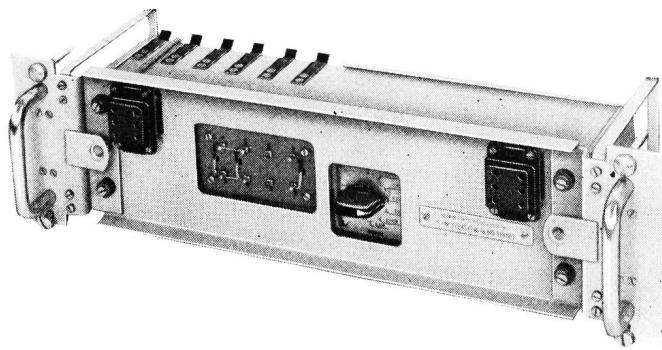


Fig. 10. Breitbandverstärker ohne Abdeckhaube und ohne Abdeckblech von vorn

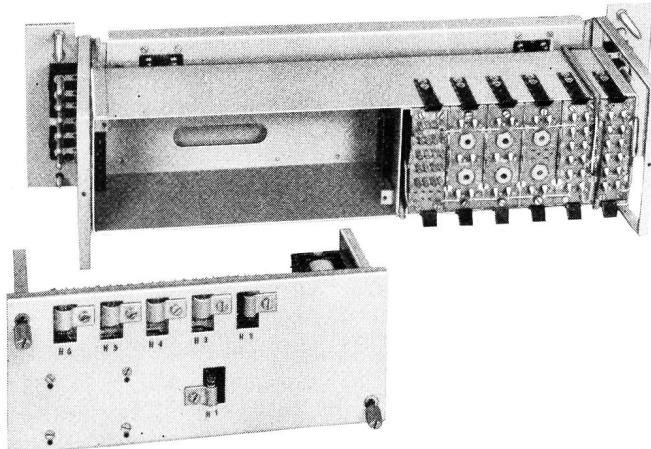


Fig. 11. Breitbandverstärker von hinten, Verstärkereinsatz herausgenommen

W. AMMANN, Lugano

Betriebserfahrungen mit dem Koaxialkabel Zürich–Lugano

Esperienze d'esercizio con il cavo coassiale Zurigo–Lugano

621.315.212

Zusammenfassung. Die vorliegende Arbeit vermittelt einen Überblick über die während fünf Jahren gemachten Betriebserfahrungen mit einer Koaxialkabelanlage. Die aufgetauchten Probleme, die vorgekommenen Betriebsstörungen und der Unterhalt an einer solchen Übertragungsstrecke werden beschrieben.

1. Einleitung

Am 15. März 1955 konnte die schweizerische PTT-Verwaltung ihre erste landeseigene Koaxialkabelanlage zwischen Zürich und Lugano in Betrieb nehmen. Sie wurde mit Bauelementen gebaut, wie sie in dieser Zeitschrift* sowie in andern Publikationen schon öfters beschrieben wurden.

Die Trägertechnik war damals soweit gediehen, dass die Entwicklung von Zwölf-Kanalsystemen in

* Vgl. J. Bauer und J. Valloton: «Trägerfrequenzsysteme für koaxiale Kabel», Techn. Mitt. PTT/Bollettino tecnico PTT, Nr. 9/1955;

J. Jacot et J. Valloton: «L'évolution de la technique de la transmission téléphonique en Suisse», Techn. Mitt. PTT/Bollettino tecnico PTT, n° 9/1959.

baut werden. Figur 11 lässt erkennen, dass die Entzerrer und Dämpfungsglieder fest in die Schiene eingebaut sind, während der eigentliche Transistorverstärker als steckbare Einheit ausgeführt ist. Bei Verwendung als Kabelverstärker wird die ganze Einheit in ein dichtes Gehäuse eingebaut, um schädliche Feuchtigkeitseinflüsse auszuschalten.

Adresse der Verfasser:

Karl Schmutz und Fernand Ogay, c/o Albiswerk Zürich AG., Albisriederstr. 245, Zürich 9/47.

Literatur

1. Ausfeld, R. u. Spälti, A.: Breitbandverstärker für hochfrequente Telephonrundsprach. Albiswerk-Berichte, 3. Jahrgang (1951), Nr. 3, S. 74 ff.
2. Bartels: Grundlagen der Verstärkertechnik. 3. A. (1949).
3. Terman, F. E.: Radio Engineer's Handbook (1943).

Riassunto. L'articolo illustra le esperienze acquisite in 5 anni d'esercizio del cavo coassiale. Vi sono descritti i problemi sorti, i guasti che si sono prodotti e la manutenzione del cavo e delle apparecchiature accessorie.

1. Introduzione

Il cavo coassiale tra Zurigo e Lugano – primo impianto del genere interamente nel nostro paese – è stato messo in esercizio il 15 marzo 1955 dall'Amministrazione PTT svizzera. Per la sua costruzione sono stati utilizzati elementi già parecchie volte descritti in questo bollettino tecnico e in altre pubblicazioni del ramo.

La tecnica delle telecomunicazioni mediante correnti vetrici era allora già così progredita che l'evoluzione di principio e dal punto di vista circuitale dei sistemi a 12 canali poteva considerarsi terminata; qualche progresso restava da realizzare con l'uso d'elementi costruttivi più piccoli e di qualità ancora

prinzipieller und stromkreistechnischer Hinsicht als abgeschlossen betrachtet werden durfte, und Neukonstruktionen eigentlich nur noch auf die immer kleiner werdenden Bauelemente zurückzuführen waren, unter gleichzeitiger Verbesserung der Qualität. Zuerst waren es drei Kanäle auf einer Bucht, dann sechs, später zwölf und heute sogar normalerweise 24 – in einigen Jahren werden es sogar 60 sein. Neben der Weiterentwicklung von paarsymmetrischen Übertragungswegen setzte sich noch eine andere Art, das Koaxialkabel, durch. Wirtschaftliche Faktoren und der grosse Bedarf an Fernleitungen waren für die Wahl eines Koaxialkabels ausschlaggebend. Mit deren Einführung begann in der Schweiz ein neuer Abschnitt der Trägerfrequenztechnik.

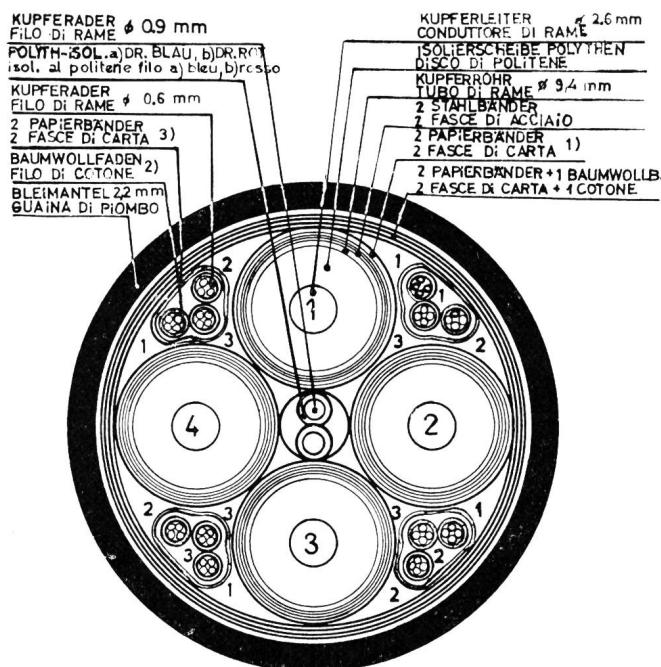


Fig. 1. Querschnitt durch das Koaxialkabel
Sezione del cavo coassiale

Die hauptsächlichsten Merkmale einer solchen Kabelanlage sind:

Koaxialkabel (Fig. 1): 4 Koaxialpaare,

12 Füllvierer,

1 Polyaethylenpaar,

kombinierte Anlage von Hochspannung und Hochfrequenz.

Verstärker: Verstärker mit zwei elektrisch identischen Verstärkerhälften, die über gemeinsame Eingangs-, Ausgangs- und Gegenkopplungsglieder vereinigt sind. Bandbreite 60...4092 kHz ohne automatische Pegelregulierung. Sie sind in vier Haupt- und 22 Zwischenverstärkerstationen montiert.

Endausrüstungen: Ausbaufähig auf zweimal 16 Sekundärgruppen mit je 960 Kanälen für 4-MHz-Leitung oder zweimal 21 Sekundärgruppen mit je 1260 Kanälen für 6-MHz-Leitung, mit teilweise automatischer Pegelregulierung. Durchschaltung von direkten Sekundärgruppen und B-Gruppen über Durchschaltefilter möglich.

migliore. I primi telai comprendevano le apparecchiature per tre canali, poi fu possibile montarne sei, più tardi 12 ed oggi normalmente 24. Tra qualche anno saranno 60 canali per telaio. Parallelamente allo sviluppo della trasmissione su cavi a coppie simmetriche cominciò l'introduzione dei cavi coassiali, dettata da considerazioni economiche e dalla grande necessità di disporre d'un numero elevato di circuiti interurbani. Iniziò allora in Svizzera una nuova era della tecnica delle telecomunicazioni mediante correnti vettive.

Le principali caratteristiche dell'impianto coassiale sono le seguenti:

Cavo coassiale (fig. 1):

4 coppie coassiali

12 bicoppie interstiziali

1 coppia al politene

impianto combinato alta tensione/alta frequenza.

Amplificatori: Stazioni amplificatrici con due semi-amplificatori elettricamente identici, con trasformatori d'entrata e d'uscita e circuito di correzione comuni. Larghezza di banda da 60 a 4092 kHz senza regolazione automatica dei livelli. Gli amplificatori sono montati in 4 stazioni amplificatrici principali e 22 stazioni intermedie.

Equipaggiamenti terminali: Estensibili a 2×16 supergruppi, cioè 2×960 canali per il collegamento a 4 MHz, o 2×21 supergruppi, cioè 2×1260 canali, per il collegamento a 6 MHz con regolazione automatica parziale dei livelli. Il transito di gruppi secondari o gruppi primari è possibile attraverso filtri di transito.

Alimentazione: Telealimentazione ininterrotta a partire dalla stazione principale. Doppia alimentazione in serie senza fusibili, con corrente costante nel conduttore esterno e in quello interno. Possibilità di commutare sulla rete locale a corrente forte in ogni stazione amplificatrice intermedia.

Apparecchiature ausiliarie: Piloti di linea e di gruppo, segnalazione d'allarme da ogni stazione e telecomando della correzione di livello in funzione della temperatura. Apparecchiature di registrazione delle frequenze pilota in ogni stazione principale.

2. L'impianto del cavo

2.1. Tracciato

Vista l'elevata concentrazione di circuiti rappresentata dal cavo coassiale, era chiaro già fin dall'inizio che bisognava procedere con la massima cautela. Ci siamo quindi sforzati di trovare il miglior tracciato, cioè quello più breve, per ridurre al minimo il numero di stazioni amplificatrici intermedie (necessarie ogni nove km), e il meglio protetto dagli elementi della natura, per garantire la sicurezza dell'esercizio.

Nella regione del San Gottardo, la via da seguire fu imposta dalla configurazione del terreno; le possibilità di deviazione erano limitatissime. Si scelse un percorso fuori delle zone periodicamente colpite dalla

Speisung: Unterbruchlose Fernspeisung von der Hauptstation aus. Zweifache Seriespeisung ohne Sicherungen, mit konstantem Strom auf Innen- und Außenleiter. Umschaltmöglichkeit in jeder Verstärkerstation auf Ortsnetz, das heißt auf gewöhnliches Starkstromnetz der betreffenden Verstärkerstation.

Hilfseinrichtungen: Leitungs- und Gruppenpiloten, Alarmsignalisierungen von jeder Station und Fernsteuerungen für Pegelkorrekturen in Funktion der Temperatur. Pilotregistrierausrüstungen in jeder Hauptstation.

2. Die Kabelanlage

2.1. Das Trasse

Schon beim Bau der Anlage Zürich–Lugano wurde grösste Sorgfalt angewendet, denn es war von Anfang an klar, dass bei einer Leitungskonzentration, wie sie das Koaxialkabel darstellt, nur mit grösster Umsicht vorgegangen werden durfte. Es wurde einerseits danach getrachtet, eine möglichst direkte, das heißt kurze Kabelführung zu erreichen, um die Zahl der (alle neun Kilometer erforderlichen) Zwischenverstärker niedrig zu halten, und anderseits galt es ein Trasse zu finden, das vor den Naturgewalten geschützt, also möglichst betriebssicher war. Auf der Gotthardstrecke war die Linienführung weitgehend gegeben, und die Ausweichmöglichkeiten beschränkt. Das Trasse wurde so gewählt, dass kritische Gebiete mit Steinschlag-, Lawinen- und Erdrutschgefahr sowie Wildbächen umgangen oder das Kabel durch Verbauungen, etwa Bachunterführungen, zementierte Kanäle usw., geschützt werden konnte. Bis heute blieb denn auch die Anlage von den verheerenden Einflüssen der Naturgewalten verschont, was zweifellos grösstenteils den geschilderten Vorsichtsmaßnahmen zuzuschreiben ist.

Schlimmer steht es dagegen mit Kabelverlegungen infolge von Strassen-, Kraftwerk- oder andern Bauten. Die weitaus meisten Verlegungen, nämlich 25, entfallen auf die Gotthardsüdseite und mussten auf Strecken bis zu 400 m vorgenommen werden.

2.2. Das Kabel

Das Koaxialkabel ist trotz seiner Armierung in bezug auf äussere Einflüsse, wie Druck, Schläge, Torsion und Stauchung, empfindlich. Auch Fabrikationsmängel spielen eine grosse Rolle, da sich die kleinste Unregelmässigkeit im Kabelaufbau ungünstig auf die hohen Anforderungen einer guten Übertragungsqualität auswirken. Dank den heutigen Messmethoden ist es aber möglich, solche Kabelfehler schon vor der Verlegung genau festzustellen und zu beheben.

Als erstes Teilstück wurde die gebirgigste Strecke, Altdorf–Faido, in Angriff genommen, und da die Zeit bis zur Inbetriebnahme verhältnismässig kurz war, musste das Kabel bei ungünstigem, spätherbstlichem Wetter verlegt werden. Das armierte Koaxialkabel wurde ohne weiteren Schutz, jedoch unter

furia degli elementi (caduta di massi, valanghe, frane, straripamenti). Dove gli ostacoli non potevano essere aggirati, il cavo venne protetto con manufatti speciali, quali passaggi sotto i corsi d'acqua, canali di cemento, ecc. Fino al giorno d'oggi l'impianto è stato risparmiato dalle catastrofi naturali, e ciò è indubbiamente da attribuire in gran parte alle misure precauzionali prese.

Le costruzioni stradali, di officine idroelettriche od altre ci obbligano a spostare frequentemente il cavo. Il maggior numero di spostamenti, 25 in tutto, fu necessario al sud del San Gottardo, per tratti fino a 400 metri.

2.2. Il cavo

Nonostante la sua armatura, il cavo coassiale è molto sensibile ad ogni influsso esterno (pressioni, colpi, torsioni, compressioni longitudinali). Anche i difetti di fabbricazione assumono un'importanza rilevante, poichè le minime irregolarità di struttura si ripercuotono negativamente sulla qualità di trasmissione. Grazie ai sistemi moderni di misura è però possibile localizzare questi difetti ed eliminarli prima della posa del cavo.

I lavori furono iniziati sul tratto più montagnoso, da Altdorf a Faido. Il tempo disponibile fino alla prevista attivazione dell'impianto era molto limitato e la posa avvenne nel tardo autunno, in condizioni tutt'altro che favorevoli. In terreno aperto il cavo coassiale armato fu posato senza speciale protezione, ma naturalmente con estrema cautela ed osservando scrupolosamente le prescrizioni concernenti la profondità degli scavi e la copertura con uno strato di sabbia.

Gli esempi qui appresso illustrano le deteriorazioni finora avvenute:

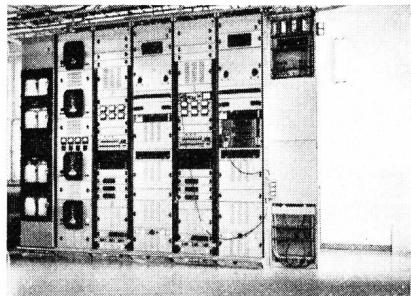
Schiacciamenti: Le cause sono di varia natura e l'importanza delle avarie è più o meno grande secondo i casi. Le piccole ammaccature di un solo tubo non riehiesero alcuna riparazione; altri casi più gravi provocarono il cortocircuito di tutti e quattro i tubi.

Sono state accertate le seguenti cause:

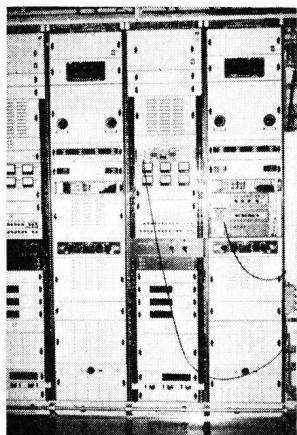
- Danni causati dal trasporto (bobine mal fissate, manovre brusche di vagoni ferroviari, carico e scarico degli aspi). Tali deteriorazioni sono in genere rilevate immediatamente e i cavi non vengono posati.
- Colpi assestati con oggetti angolosi e pesanti.
- Rotolamento sulla strada degli aspi senza protezione.
- Blocchi di granito di 50 a 100 kg poggiati direttamente sul cavo in seguito a mancata copertura con sabbia.
- Posa difettosa in ferri ziores di diametro inferiore di alcuni millimetri a quello del cavo.

Compressioni longitudinali (fig. 4): Sono provocate se la bobina viene insufficientemente frenata durante la posa del cavo e quando le curvature non sono realizzate con la dovuta cautela.

Koaxialkabel Zürich–Lugano



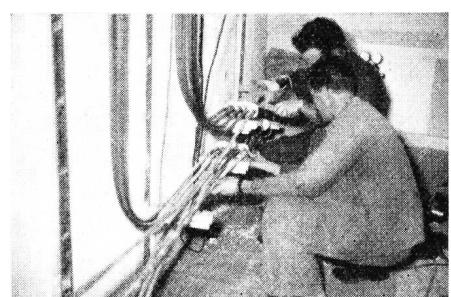
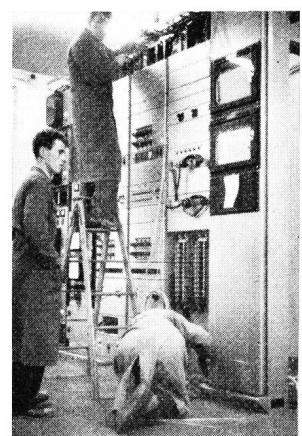
ALTDORF



Neue 6 MHz Leitungs-
Ausrüstung in Altdorf

Nuovo equipaggiamento
di linea 6 MHz ad Altdorf

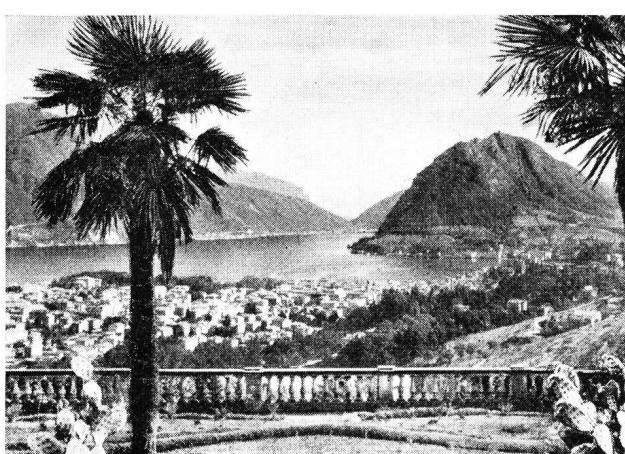
FAIDO



Nächtliche Umbauarbeiten
an 4-MHz-Ausrüstungen in Faido

Lavori notturni di commutazione
all'impianto 4 MHz a Faido

LUGANO



Anwendung grösster Vorsicht, und unter Beachtung besonderer Vorschriften in bezug auf Tiefe und Überdeckung mit Sand, im offenen Gelände verlegt.

Die nachfolgenden Beispiele geben einen Überblick über die *bisher festgestellten Beschädigungen*:

Quetschungen (Fig. 2 und 3): Ihre Ursachen sind verschiedenster Art, ebenso die Stärke der Einbuchtungen. So gab es Kabel mit leichter Einbuchtung eines Rohres (bei dem noch keine Notwendigkeit für eine Reparatur bestand) und solche mit vollständigen Kurzschlüssen aller vier Rohre.

Als Ursachen wurden festgestellt:

- Transportsschäden durch schlechte Befestigung der Haspel, durch unsachgemässes Manövrieren der Eisenbahnwagen oder Auf- und Abladen. Solche Fehler werden meist sofort erkannt und die Kabel gelangen nicht zur Auslegung;
- Schläge mit schweren, kantigen Gegenständen;
- Kabelrollen auf der Strasse bei entferntem Schutz;
- Steinschlag, da Überdeckung mit Sand fehlte und 50–100 kg schwere Granitblöcke direkt auf dem Kabel liegen;
- mangelhafte Verlegung in Zoreseisen, das einen einigen Millimeter kleineren Durchmesser als das Kabel aufwies.

Stauchungen (Fig. 4): Sie entstehen bei unsachgemässem Abrollen des Kabels vom Haspel, wegen ungenügendem Bremsen oder unvorsichtigem Abdressieren des Kabels.

Torsionsschäden (Fig. 5 und 6): Durch Torsion entstehen Rohrdefekte oder es zerreissen Isolierpapiere; dadurch entsteht ungenügende dielektrische Festigkeit und ungenügende Isolation.

Fabrikationsfehler (Fig. 7 und 8):

- defekte Papierisolationen;
- Unreinigkeiten zwischen Innen- und Aussenleiter, besonders von der Kupferbandfabrikation herührende Späne.

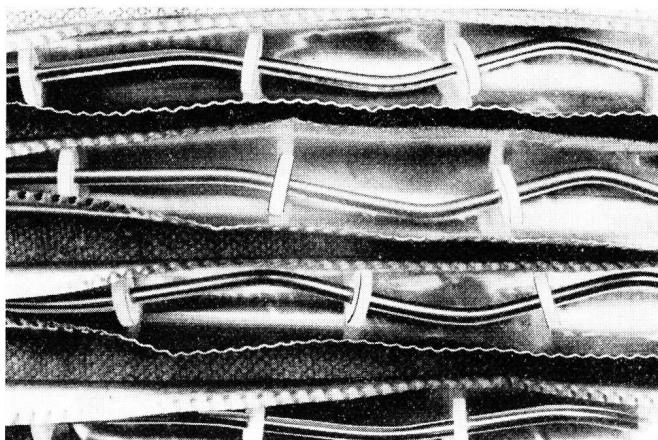


Fig. 4. Stauchungen. Aufgeschnittene Koaxialrohre. Die vier Innenleiter sind stark gestaucht und berühren teilweise den Innenleiter

Compressioni longitudinali. Tubi aperti per mostrare le deformazioni subite dai conduttori centrali e i cortocircuiti tra i conduttori

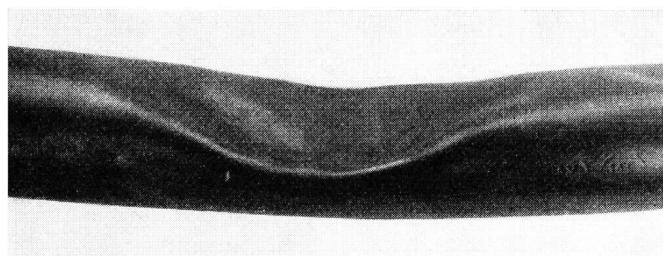


Fig. 2. Eingedrücktes Koaxialkabel
Cavo coassiale schiacciato

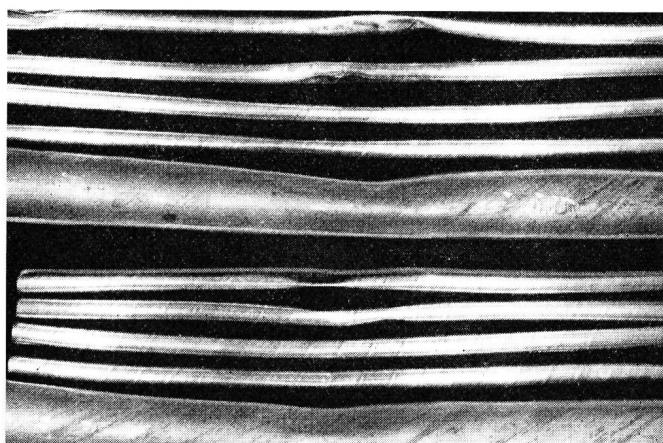


Fig. 3. Eingedrückte Koaxialkabel mit den entsprechenden Einbuchtungen an den Rohren
Avarie dei tubi coassiali causate da schiacciamenti del cavo

Torsioni (fig. 5 e 6): Ne risultano deformazioni dei tubi o strappi dell'isolazione di carta, con conseguente diminuzione della rigidità dielettrica e dell'isolamento.

Difetti di fabbricazione (fig. 7 e 8):

- Difetti dell'isolazione di carta;
- Impurità tra conduttore tubolare ed anima centrale, in particolare sbavature causate dalla fabbricazione del nastro di rame.

Difetti diversi (fig. 9): Impurità od ossidazione dei giunti.

L'impianto è relativamente giovane e non abbiamo ancora rilevati guasti classici, quali guaine di piombo corroso, incrinate o forate, che lasciano penetrare l'umidità nei conduttori. Tutti i guasti sono finora stati causati da danneggiamenti diretti. Abbiamo registrato le avarie seguenti:

Guasti che provocarono un'interruzione immediata dell'esercizio:

- Danneggiamento in aperta campagna, dovuto a un paletto di ferro conficcato nel terreno per delimitare un campo sportivo; guasto ai 4 tubi; interruzione dell'esercizio durante 7 ore e mezzo.
- Cavo danneggiato nella tubazione da una perforatrice, nel corso di lavori stradali. La commutazione fu possibile, poiché un tubo della riserva e un tubo in esercizio furono danneggiati solo lievemente. Interruzione dell'esercizio durante un'ora.

Verschiedene andere Fehler (Fig. 9): Verunreinigungen oder Oxydationen bei Spleißstellen.

Die Anlage ist verhältnismässig jung und die klassischen Kabelfehler, wie undichter Bleimantel, von Rissen oder Schlackeneinschlüssen herrührend, durch die langsam Feuchtigkeit eintritt, sind bis heute keine festgestellt worden. Sämtliche Störungen wurden durch direkte Beschädigungen hervorgerufen, die teilweise sofortige Unterbrüche des Betriebes verursachten oder erst später zum Vorschein kamen. So wurden folgende Kabelfehler registriert:

Fehler, die einen sofortigen Betriebsunterbruch verursachten:

- Beschädigung des Kabels auf offenem Felde durch einen Eisenpfahl, der zur Absperrung eines Spielfeldes eingeschlagen wurde: alle vier Rohre defekt; Betriebsunterbruch 7½ Stunden.

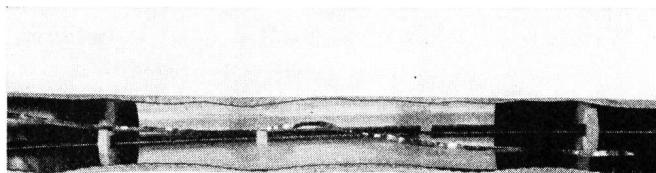


Fig. 7. Aufgeschnittenes Koaxialrohr mit Kupferspan
Sezione longitudinale d'un tubo coassiale. È visibile un truciolo di rame

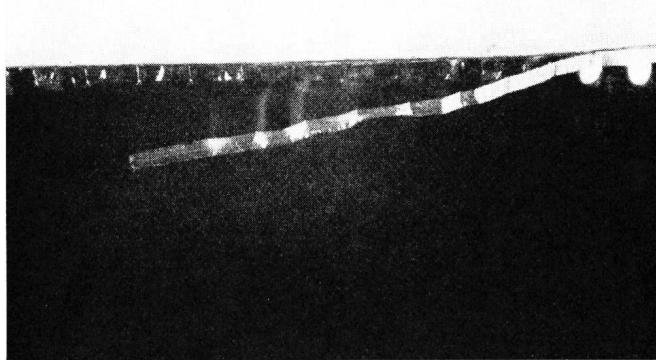


Fig. 8. Kupferspan an einem Aussenleiter (aus Kupferband)
Truciolo di rame su un conduttore esterno (confezionato con nastro di rame)

- Beschädigung des Kabels in der Rohrleitung mit Pressluftbohrer bei Strassenarbeiten: Umschaltung möglich, da ein Betriebsrohr und ein Reserve-rohr nur schwach beschädigt; Betriebsunterbruch 1 Stunde.
- Beschädigung des Kabels durch Aushubmaschine: Zuerst war zwischen Altdorf und Faido die Umschaltung auf System II möglich: aber nach etwa einer halben Stunde waren alle Rohre defekt; Betriebsunterbruch 4 Stunden.

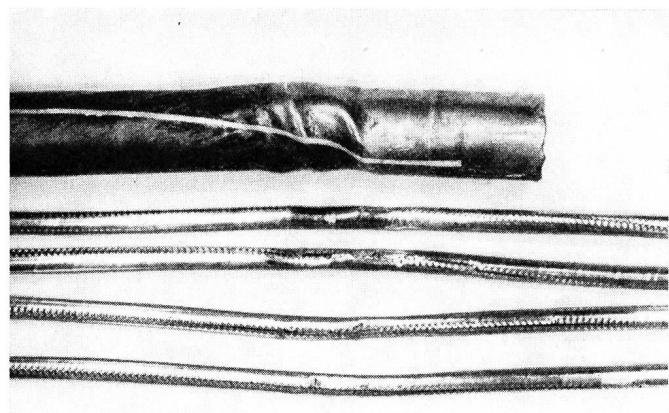


Fig. 5. Durch Verdrehung (markiert durch weisse Linie) zerstörtes Kabel mit den entsprechenden Schäden der Rohre
Torsione (marcata dalla linea bianca) del cavo e dei tubi interni



Fig. 6. Zerrissene Papierisolation als Folge von Torsion
Isolazione di carta strappata

- Danneggiamento causato da un'escavatrice. Fu dapprima possibile la commutazione sul sistema II tra Altdorf e Faido. Dopo circa 30 minuti tutti i tubi risultarono guasti. Quattro ore d'interruzione.
- Danneggiamento provocato da brillamento di mine nella galleria del San Gottardo, in una notte tra il sabato e la domenica. Dapprima un solo tubo guasto, poi, dopo 6 ore, tutti i tubi inutilizzabili. Interruzione dell'esercizio durante 17 ore e mezzo.

Guasti che non causarono un'interruzione dell'esercizio:

- Dei grossi blocchi di roccia, rotolati a valle durante lavori stradali, caddero sul canale di cemento schiacciando il cavo coassiale ivi contenuto. La compressione di un tubo della riserva provocò una diminuzione della rigidità dielettrica tra il conduttore esterno e quello interno.

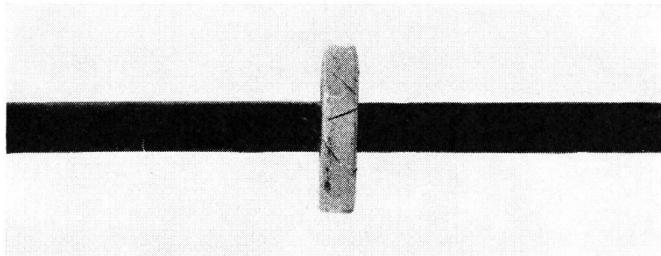


Fig. 9. Deutlich sichtbare Verunreinigungen (Späne) auf einer Isolierscheibe
Impurità (trucioli) visibili su un disco isolante

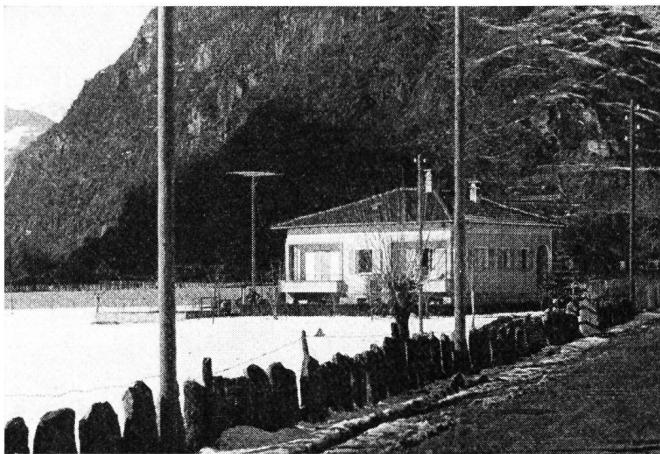


Fig. 10. Liegenschaft, bei der sich der Blitzschlag ereignete
Proprietà colpita dal fulmine

– Kabelstörung durch Sprengungen im Gotthardtunnel: Zuerst nur ein Rohr defekt, dann aber nach sechs Stunden alle; Betriebsunterbruch 17 1/2 Stunden.

Fehler, die keinen Betriebsunterbruch verursachten:

– Beim Abwerfen grösserer Felsblöcke über das Strassenbord wurde der dort im Boden verlegte, das Koaxialkabel schützende Zementkanal eingedrückt. Die Folge war eine Quetschung in einem Reserverohr und dadurch eine Verminderung der Durchschlagsfestigkeit zwischen Innen- und Außenleiter.

– Kabelfehler durch Blitzschlag. Bei Umlegungsarbeiten sollte auf ein Reserverohr umgeschaltet werden, wobei durch die Prüfung ein Kurzschluss festgestellt wurde. Die Fehlersuche führte zu einer Liegenschaft (Fig. 10), wo sich vor ungefähr zehn Monaten ein Blitzschlag ereignet und, nach Aussagen des Grundstückbesitzers, damals grossen Schaden an seinen Telefon- und Starkstromanlagen angerichtet hatte (Fig. 11).

Sehr wahrscheinlich ereignete sich ein Überschlag von der Wasserleitung oder vom Starkstromkabel auf den Zoreskanal und das Koaxialkabel. Wasser-

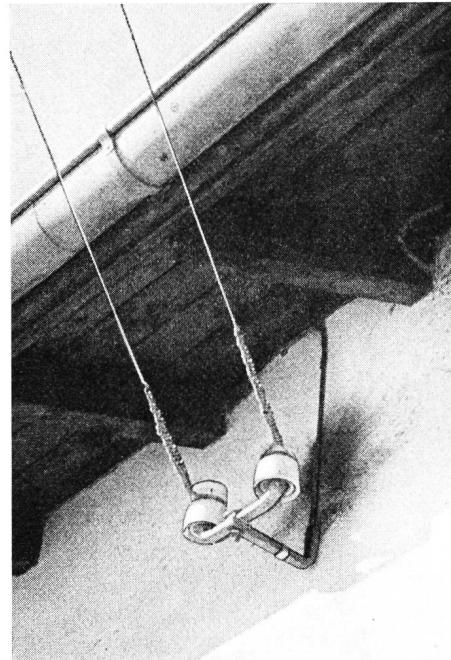


Fig. 11. Brandspuren an der Telephonzuführung, von Blitzschlag herrührend. Die Isolatoren waren damals nirgends mehr zu finden
Tracce d'incendio sull'introduzione della linea telefonica. Causate dal fulmine. Non fu possibile ritrovare gli isolatori

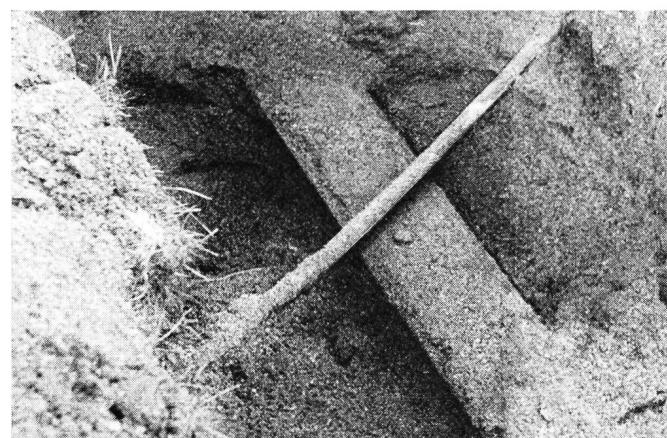


Fig. 12. Kreuzung der Starkstromzuführung (oben) mit dem Koaxialkabel (unten) in Zores
Incrociò della linea a corrente forte (sopra) con il cavo coassiale in ferri zores (sotto)

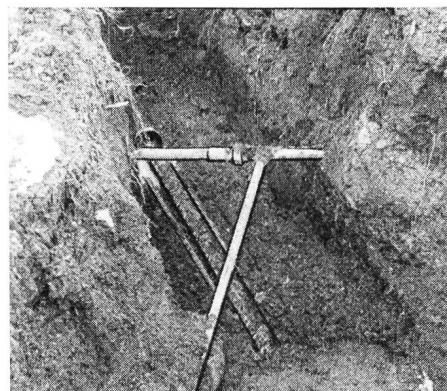


Fig. 13. Kreuzung der Wasserleitung (oben) mit dem Koaxialkabel in Zores (unten)
Incrociò della condotta d'acqua (sopra) con il cavo coassiale in ferri zores (sotto)

– Avarie provocate dal fulmine. Uno spostamento del cavo rese necessaria la commutazione su un tubo di riserva che all'esame risultò in cortocircuito. Il guasto fu localizzato presso un'abitazione (fig. 10) sulla quale un fulmine s'era scaricato circa 10 mesi prima. Secondo le dichiarazioni del proprietario della villa, il fulmine aveva causato gravi danni all'impianto telefonico ed elettrico. (fig. 11). Doveva quindi trattarsi di una scarica dalla tubazione dell'acqua o dal cavo a corrente forte al ferro zores contenente il cavo coassiale. La condotta d'acqua e il cavo d'introduzione della corrente forte s'incrociano con il nostro cavo in prossimità

leitung und Starkstromkabel (Einführungskabel zum Haus) kreuzen in unmittelbarer Nähe des Fehlerortes das Koaxialkabel im Abstand von 25 beziehungsweise 35 cm (Fig. 12 und 13). Eine Potentialerhöhung zwischen Armatur und Bleimantel führte zum Durchschlag und zur Einbuchtung des Bleimantels durch den Gasdruck, der durch die explosionsartige Verbrennung der Jute entstand. Das Kabel wies am Fehlerort im Abstand von etwa 1 m zwei derartige Beschädigungen auf, wovon die eine kleiner war (Fig. 14 und 15).

- Bei einer Prüfung der Reserverohre wurde auf einem ein Kurzschluss festgestellt. Die Eingrenzung der Fehlerstelle führte zu einem schon vor einiger Zeit beschädigten Kabelkanal, der mitsamt dem Kabel durch einen Bohrhammer bei Strassenkorrektionsarbeiten eingedrückt wurde. Der Bleimantel war jedoch noch dicht. Der beschädigte Kabelkanal wurde seinerzeit, wohl in der Hoffnung, der Schaden werde nicht entdeckt, mit Zement ausgeflickt.

- Ein durch schlecht beladene Güterwagen verursachter Überschlag von der Fahrleitung der SBB auf das Koaxialkabel im Gotthardtunnel hinterliess ein kleines Loch im Bleimantel, durch das Feuchtigkeit eintreten konnte und so die automatische Isolationsmesseinrichtung zum Ansprechen brachte. Diese Störung konnte ohne Schwierigkeiten behoben werden, weil sie sich auf einem Teilstück ohne Fernspeisung ereignete.

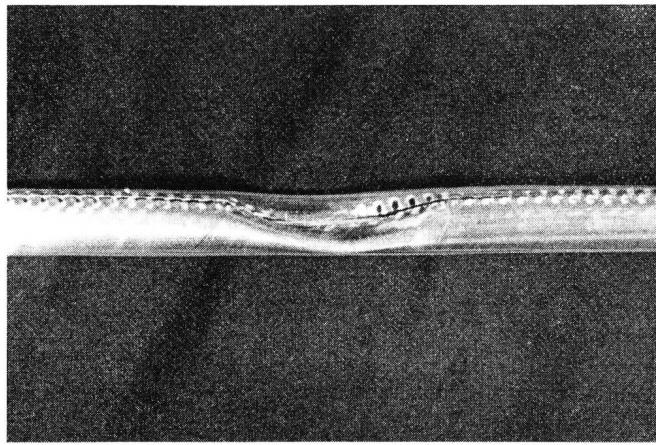


Fig. 15. Einbuchtungen eines Rohres
Schiacciamento di un tubo

Kabel- und Betriebsüberwachung: Es ist wichtig, dass Kabelfehler so rasch als möglich erkannt und der Fehlerort bestimmt werden kann. Zur Überwachung und Eingrenzung dienen verschiedene Hilfseinrichtungen. Es sind dies:

- Leitungspiloten mit Registrier- und Alarmeinrichtungen in jeder Hauptstation.
- Leitungspilot 308 kHz mit Überwachung und Alarmierung jeder Zwischenstation.
- Automatische Isolationsmesseinrichtung auf Füllvierern mit einer Ansprechempfindlichkeit von

immediata del luogo del guasto, a una distanza di 25, resp. 35 cm. (fig. 12 e 13). L'aumento di potenziale tra l'armatura e il manto di piombo causò una scarica; la pressione dei gas di combustione della juta provocò due schiacciamenti della guaina di piombo, di cui uno molto piccolo, alla distanza di circa un metro l'uno dall'altro. (fig. 14 e 15).

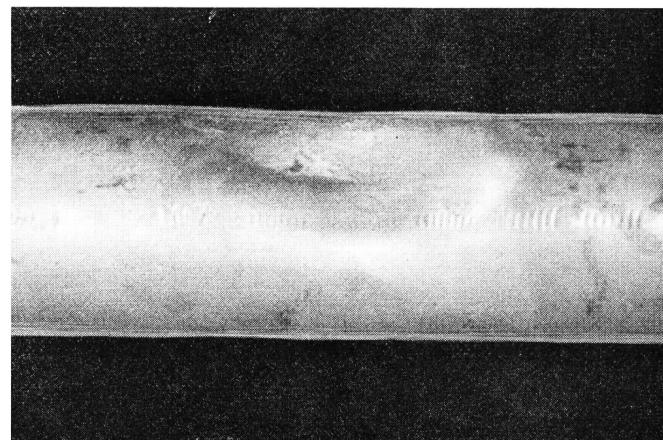


Fig. 14. Einbuchtung des Kabels durch Explosionsdruck bei Blitz einschlag
Schiacciamento del cavo cagionato dalla pressione dell'esplosione provocata dal fulmine

- In occasione d'una prova dei tubi di riserva fu rilevato un cortocircuito in un tubo. La localizzazione del guasto permise di scoprire un danneggiamento avvenuto tempo addietro durante lavori stradali. La tubazione era allora stata deteriorata da una perforatrice ed il cavo risultò schiacciato. Il canale era stato riparato alla bell'e meglio con cemento, senza dubbio nella speranza che il danno rimanesse ignorato.
- Una scarica elettrica dalla linea aerea delle SFF nella galleria del San Gottardo, causata da un carro merci mal caricato, aveva provocato un forellino nel manto di piombo del cavo. L'umidità penetrata fece scattare l'apparecchiatura automatica di controllo dell'isolamento. La riparazione poté essere effettuata senza difficoltà, poiché il tratto in questione non è telealimentato.

Surveglianza del cavo e dell'esercizio: È molto importante che i guasti siano scoperti e localizzati rapidamente. Servono all'uopo varie apparecchiature sussidiarie:

- Piloti di linea con registrazione e aggregati d'allarme in ogni stazione principale.
- Pilota di linea a 308 kHz con controllo ed allarme da ogni stazione intermedia.
- Apparecchiatura automatica di misura dell'isolamento, montata sulle bicoppie interstiziali del cavo. Entra in azione se il limite inferiore di $20 \text{ M}\Omega$ è oltrepassato.
- Controlli periodici dell'isolamento delle bicoppie interstiziali e dei tubi coassiali verso terra.

- $20 \text{ M}\Omega$ und Alarmierung bei Unterschreitung dieses Wertes.
- Periodische Isolationskontrollen von Füllvierern und der Rohre gegen Erde.
- Fernsteuerung von Relais über wasserfeste mit Polyaethylen isolierte Adern zum Auftrennen der Isolationsmeßstrecke in jeder Zwischenstation.
- Die Reserve- und Betriebsrohre bilden vom Hauptamt aus bis zum Ende des Speiseabschnittes eine Schlaufe mit bekanntem Widerstand. So kann bei gewissen Kabelstörungen, bei denen Rohre gequetscht werden und Innen- und Außenleiter einen Kurzschluss bilden, mit einer einfachen Widerstandsmessung der mit einer Störung behaftete Verstärkerabschnitt verhältnismässig rasch festgestellt werden.

Bei Kurzschlüssen auf den Rohren wird die Fernspeisung durch Kontaktampèremeter, die auf Abweichungen von $\pm 20\%$ des Normalstromes ansprechen, automatisch abgeschaltet. Zweimal erfolgten automatische Ausschaltungen der Fernspeisung einzelner Rohre aus nicht abgeklärten Gründen, die dank der Doppelspeisung jedoch ohne weitere Folgen blieben. Die Ursachen waren vermutlich Blitzschlag oder Induktionsstösse durch Kurzschlüsse von Hochspannungsleitungen.

Die Fehlerorte werden nach bekannten Brückentechniken, einfachen Widerstandsmessungen oder mit Echometern eingegrenzt.

Unterbrüche auf den Koaxialkabelanlagen machen sich sofort in der ganzen Schweiz bemerkbar, oft sogar darüber hinaus. Um in solchen Fällen mit der Störungsbehebung keine Zeit zu verlieren, werden sofort alle in Frage kommenden Dienste informiert. Gleichzeitig versucht das Personal der Verstärkerämter die Art der Störung festzustellen. Es steht zuerst jeweils nicht immer eindeutig fest, ob eine Störung des Kabels oder eine Störung der Linienausstattungen vorliegt. Je nachdem werden dann verschiedene Spezialistengruppen aufgeboten.

Eine verhältnismässig rasche Wiederaufnahme des Betriebes über ein provisorisch repariertes Kabel ist nur durch die Umschaltung der Speisung der Zwischenverstärker auf das in jeder Station zugeführte Ortsnetz möglich. Die Fernspeisung darf erst nach der Hochspannungsprüfung mit 2500 Volt des reparierten Verstärkerfeldes und bei vollständig geschlossenem Kabel wieder eingeschaltet werden. Die erste Störungseingrenzung sowie die Umschaltungen werden durch das Personal der Verstärkerämter ausgeführt; hingegen wird die genaue Bestimmung des Fehlerortes und die Reparatur durch die Messgruppe des Baudienstes, in engster Zusammenarbeit mit der Generaldirektion, durchgeführt. Da es sich um eine kombinierte Hoch- und Niederspannungsanlage handelt, bestimmen strenge Weisungen das Vorgehen und die Verantwortlichkeit bei Arbeiten auf dem Kabel oder an Speiseausrüstungen. Die Erdung der Anlagen und der Schutz vor der Hochspannung führen zu keinen Beanstandungen, und es sind glück-

- Relè telecomandati attraverso le coppie impermeabili isolate con politene, per il sezionamento delle singole tratte di misura dell'isolamento in ogni stazione intermedia.
- I tubi di riserva, e quelli in esercizio, formano un doppino di resistenza elettrica nota dalla stazione principale fino al termine della sezione d'alimentazione. In certi casi di guasti, p. es. schiacciamento, se il conduttore esterno e l'anima centrale vengono a trovarsi in cortocircuito, il difetto può essere localizzato rapidamente con una semplice misura di resistenza.

In caso di cortocircuito nei tubi, la telealimentazione viene disinserita automaticamente da amperometri a contatto reagenti a variazioni di $\pm 20\%$ della corrente normale. È successo due volte che la telealimentazione di singoli tubi si sia disinserita automaticamente per motivi ignoti; grazie alla doppia telealimentazione ciò non ha però avuto alcuna conseguenza. Cause probabili: caduta di fulmini o sovraccorrente indotta da cortocircuiti su elettrodotti ad alta tensione.

I guasti sono localizzati con il classico metodo a ponte, con semplici misure dell'isolamento o con ecometri.

Le perturbazioni dell'esercizio causate dall'interruzione di un cavo coassiale si fanno immediatamente risentire in tutta la Svizzera e magari anche oltre confine. In casi simili, per non perdere tempo nella rimozione del guasto, si informano immediatamente tutti i servizi interessati. Contemporaneamente, il personale dell'amplificatrice cerca di definire la natura del guasto. Nel primo momento non è possibile sapere se si tratta d'un guasto al cavo o all'equipaggiamento di linea. Secondo i casi vengono quindi mobilitati vari gruppi di specialisti.

Una ripresa rapida dell'esercizio su un cavo riparato provvisoriamente è possibile soltanto alimentando le stazioni intermedie dalla rete locale. La telealimentazione può venir reinserita solo a riparazione terminata, dopo la prova ad alta tensione a 2500 V ed a cavo completamente chiuso. La localizzazione approssimativa del guasto e le necessarie commutazioni sono compito del personale dell'amplificatrice; l'esatta localizzazione e la riparazione spettano invece al gruppo di misura del servizio cavi, in stretta collaborazione con la direzione generale. Siccome si tratta d'un impianto combinato ad alta e a bassa tensione, severe prescrizioni definiscono le modalità e le responsabilità in caso di lavori al cavo o agli equipaggiamenti d'alimentazione. La messa a terra degl'impianti e le misure di protezione dall'alta tensione non hanno mai dato adito a nessuna obiezione. Fortunatamente, non si lamentano finora infortuni. Per meglio proteggere il personale, ogni stazione è inoltre provvista di tappeti isolanti di plastica.

2.3. Lavori di riparazione e manutenzione dell'impianto

Gli spostamenti del cavo sono tutt'altro che red-

licherweise bis heute auch nicht die geringsten Unfälle zu verzeichnen. Zum weiteren Schutz des Personals sind ebenfalls die in jeder Station angebrachten isolierenden Plastikteppiche zu erwähnen.

2.3. Reparatur und Unterhaltsarbeiten an der Anlage

Kabelumlegungsarbeiten, die ausser Kosten für die Verwaltung keine Vorteile bedeuten, erfordern zum Teil, wenn das Kabel geöffnet werden muss, recht umfangreiche Vorbereitungen, damit auf dem Kabel gearbeitet werden kann.

Es sind dies:

- Koordinierung der Arbeiten des Baudienstes mit dem Betriebsdienst und der Generaldirektion.
- Anmeldung von Unterbrüchen mit Telegramm an alle interessierten in- und ausländischen Dienste.
- Ausschaltung der Fernspeisung des betreffenden Speiseabschnittes und Umschaltung aller Verstärkerstationen auf das Ortsnetz.
- Mitteilung an alle Stromlieferanten der betreffenden Zwischenverstärkerstationen, das Ortsnetz nicht zu unterbrechen.
- Allenfalls Verlegen des sich zwischen zwei Speiseabschnitten befindenden spannungslosen Verstärkerfeldes um je eine Station, das heisst, dass eine Speisefeld wird zum Beispiel verlängert auf fünf Verstärkerstationen und das andere gekürzt auf drei. So konnte in zwei Fällen das spannungslose Verstärkerfeld so verschoben werden, dass es auf die Baustelle zu liegen kam.
- Umschaltungen auf Reserverohre.
- Allfällige Umschaltungen der wichtigsten Leitungen für Telephonie, Telegraphie und Rundspruch in den Endämtern über andere Verbindungswege, wie Niederfrequenzkabel oder Richtstrahl-Verbindungen.
- Bereitstellen von Pikettfahrzeugen und Notstromaggregaten für allfällige Netz-Unterbrüche.

Dass diese Arbeiten Vorbereitungszeit erfordern, versteht sich von selbst. Sehr wichtig ist, dass alle Beteiligten genau wissen, worum es geht und was jeder zu tun hat.

Mit allen Mitteln wird versucht, den Betrieb so wenig als möglich zu stören, und darum dürfen Umschaltungen oder Ausserbetriebsetzungen nur nachts zwischen 24.00 und 06.00 Uhr vorgenommen werden.

Verschiedene Arbeiten konnten durch Umschaltungen auf die Reserverohre erledigt werden, da nur ein System in Betrieb war. Ausserbetriebsetzungen von einigen Stunden wurden hauptsächlich für Arbeiten an den Endausrüstungen und deren Stromversorgungen bewilligt. Schon mit Beginn der Umschaltungen auf das Ortsnetz sinkt die Betriebssicherheit ganz merklich, was folgende Beispiele zeigen:

- Nach beendeten Kabelarbeiten galt es, die um je eine Station verschobenen Speisefelder wieder normal zu schalten. Durch Ortsnetzausfall während der Umschaltarbeiten und einer anschliessenden Verkettung von fünf weiteren Störungen wurde ein Betriebsunterbruch von einer Stunde verursacht,

ditizi per l'amministrazione, specialmente se bisogna aprire il cavo, ciò che richiede importanti preparativi:

- Coordinazione dei lavori tra il servizio cavi, quello dell'esercizio e la direzione generale.
- Annuncio telegrafico delle interruzioni a tutti i servizi interni ed internazionali interessati.
- Disinserimento della telealimentazione della rispettiva sezione e commutazione di tutte le stazioni amplificatrici intermedie sulla rete locale.
- Avviso a tutti i fornitori di corrente industriale delle stazioni intermedie, di non interrompere l'erogazione d'energia sulla rete locale.
- Eventuale trasferimento della sezione di cavo senza tensione: un tratto di telealimentazione viene p. es. prolungato fino alla quinta stazione intermedia, l'altro accorciato fino alla terza. Abbiamo così potuto, in due casi, far coincidere il cantiere con il tratto privo di tensione.
- Commutazione sui tubi di riserva.
- Eventuale commutazione, nelle stazioni terminali, delle principali linee telefoniche, telegrafiche e musicali su altri sistemi di comunicazione, quali cavi a bassa frequenza o ponti radio.
- Approntamento di veicoli di picchetto e gruppi elettrogeni in previsione d'eventuali interruzioni della rete elettrica.

È chiaro che tutti questi preparativi richiedano un certo tempo ed è molto importante che ogni interessato sappia di che si tratta e che cosa deve fare.

Le perturbazioni dell'esercizio devono essere ridotte al minimo; per questo motivo è permesso eseguire commutazioni o mettere il cavo fuori servizio soltanto durante le ore notturne, tra le 24.00 e le 06.00.

Alcune riparazioni poterono essere effettuate commutando sui tubi di riserva, poichè un solo sistema è utilizzato. La messa fuori servizio durante alcune ore è stata permessa specialmente per lavori agli equipaggiamenti terminali ed alla loro alimentazione a corrente forte. Come lo dimostrano i casi seguenti, la sicurezza dell'esercizio diminuisce notevolmente con la commutazione sulla rete locale:

- Alla fine di lavori sul cavo, si trattava di normalizzare la telealimentazione spostandola d'un settore. Durante i lavori di commutazione la rete locale venne a mancare; il concatenarsi d'altri cinque guasti provocò un'interruzione di circa un'ora. Fu poi ancora necessario lavorare di notte, per cambiare un'unità raddrizzatrice difettosa.
- Durante altri lavori di spostamento, che resero necessaria la commutazione sulla rete locale, il caso volle che per ben tre volte l'azienda elettrica interrompesse la fornitura d'energia, provocando interruzioni dell'esercizio varianti da 4 a 80 minuti. Ulteriori interruzioni furono provocate dal sovraccarico di un'alimentazione provvisoria della stazione amplificatrice nella galleria del Gottardo. Un'altra volta fu tagliato, per errore, un tubo coassiale in buono stato.

und es kostete erst noch Nachtarbeit, um eine defekte Speiseeinheit auszuwechseln.

Bei andern Verlegungsarbeiten, die eine Umschaltung auf Ortsnetz erforderten, wollte es der Zufall dreimal, dass bei Ortsnetzbetrieb das Elektrizitätswerk den Strom unterbrach und dadurch Betriebsunterbrüche von 4–80 Minuten entstanden.

Weitere Unterbrüche ereigneten sich auch schon durch Überlastung einer provisorischen Speiseschaltung für die Tunnelstation, und das andere Mal wurde ein falsches Rohr entzweigeschnitten.

Die Praxis zeigt also, wie unzuverlässig, trotz allen Sicherheitsmassnahmen, der Ortsnetzbetrieb ist, und dass für Kabelarbeiten, wie Umlegungen, eine mehrstündige Ausserbetriebnahme der Anlage während der Nacht vorzuziehen ist.

Eine Zusammenfassung gewisser Telephonie- und Telegraphenleitungen in einigen Trägergruppen, die im Bedarfsfall auf Richtstrahl umgeschaltet werden können, dient, zusammen mit metallischen Leitungen, als Ersatz für das Koaxialkabel und vermag den ohnehin sehr schwachen Nachtverkehr sicherzustellen. Grössere Richtstrahlanlagen, die als Sicherheit und Reserve für das Koaxialkabel gedacht sind, werden in nächster Zeit montiert.

3. Die Ausrüstungen

3.1. Allgemeines

Um auf einem Koaxialkabel telephonieren zu können, ist eine umfangreiche Ausrüstung nötig, die je nach der Zahl der zu übertragenden Kanäle verschieden ist. Die an eine Anlage gestellten Anforderungen sind sehr hoch und lauten:

1. Übertragung von Telephonie, Telegraphie und Rundspruch mit naturgetreuer Wiedergabe, ohne gegenseitige Beeinflussung und ohne störende Geräusche.
2. Unterbruchloser Betrieb.
3. Wirtschaftlichkeit und grosse Ausbaureserve. Da solche Übertragungssysteme neben dem nationalen Fernbetrieb immer mehr auch dem internationalen Fernverkehr dienen, sind in den CCITT-Empfehlungen Richtlinien von internationalem Charakter festgelegt. Sie dienten auch als Grundlage für die Strecke Zürich–Lugano, die im Rahmen einer internationalen Verbindung von 2500 km Länge mit ihren 198 km relativ kurz ist. Eine komplett 4-MHz-Anlage ist aus rund 2 Millionen Einzelteilen und ebensovielen Lötstellen aufgebaut, und jedes einzelne Element hat seine genau berechnete, bestimmte Funktion. Es sind alles schon längst bekannte Bauelemente, und da sie in einer Trägerfrequenzanlage in grosser Zahl verwendet werden, sind kleine und kleinste Dimensionen nötig, um solche Anlagen überhaupt verwirklichen zu können.

3.2. Die Leitungsausrüstung

Zwischen Zürich und Lugano sind von den vier Koaxialrohren zwei in Betrieb und bilden das System I. Sie sind mit 4-MHz-Verstärkern ausgerüstet, die,

La pratica dimostra quindi come il servizio con alimentazione dalla rete locale sia malsicuro, nonostante tutte le precauzioni, e per qual motivo sia preferibile mettere fuori servizio l'intero impianto durante le ore notturne.

Durante l'interruzione del cavo coassiale, diverse linee telefoniche e telegrafiche riunite in alcuni gruppi a correnti vettrici commutabili in caso di bisogno su ponti radio, insieme con alcune linee metalliche, costituiscono una riserva capace di smaltire il debole traffico notturno. Saranno prossimamente messi in servizio dei ponti radio previsti appositamente quale riserva del cavo coassiale.

3. Gli equipaggiamenti

3.1. Generalità

L'esercizio del cavo coassiale necessita equipaggiamenti complessi, varianti secondo il numero di conversazioni simultanee desiderato.

L'impianto deve rispondere agli elevati requisiti seguenti:

1. Riproduzione fedele delle trasmissioni telefoniche, telegrafiche e musicali, senza influenze reciproche e senza fruscio perturbatore.
2. Esercizio ininterrotto.
3. Convenienza economica e grande riserva di circuiti. Siccome il ricorso a questi sistemi di trasmissione si fa sempre più frequente, non solo per il traffico interurbano interno ma anche nel campo internazionale, il CCITT ha emanato direttive particolari di validità internazionale. Tali direttive hanno servito da base anche per il tratto di 198 km da Zurigo a Lugano, relativamente breve nell'ambito del collegamento internazionale di 2500 km. Un impianto completo a 4 MHz è costituito da circa 2 milioni di pezzi staccati, con altrettante saldature, di cui ognuno ha il suo compito specifico. Si tratta in generale di elementi già noti da molto tempo e siccome ogni impianto a correnti vettrici ne richiede un numero molto elevato, le loro dimensioni devono necessariamente essere ridotte o ridottissime.

3.2. L'equipaggiamento di linea

Dei quattro tubi coassiali esistenti tra Zurigo e Lugano, soltanto due sono in servizio e formano il sistema I. Essi sono provvisti di amplificatori a 4 MHz collocati in apposite piccole costruzioni facilmente accessibili, nel cui sotterraneo si trovano i giunti del cavo. Al piano rialzato sono montate le attrezzature tecniche: amplificatori, deviatori di frequenza, commutatori per l'alimentazione dalla rete locale, telecomandi, allarmi. Lo spazio necessario è previsto per gli apparecchi di misura per la manutenzione, ecc. Per motivi di sicurezza, sul tratto di montagna tra Altdorf e Faido anche la seconda coppia di tubi è stata equipaggiata con amplificatori a 4 MHz. Grazie a questo provvedimento abbiamo già diverse volte potuto servirci del secondo sistema,

für den Unterhalt gut zugänglich, in kleinen zweigeschossigen Zweckbauten untergebracht sind. Im unteren Raum befinden sich die Kabelmuffen und im darüberliegenden die technischen Ausrüstungen, wie Leistungsverstärker, Frequenzweichen, Umschaltmöglichkeiten auf das Ortsnetz, Fernsteuerungs- und Alarmeinrichtungen. Auch ist der nötige Platz für die Aufstellung von Messapparaturen für Abgleich- und Unterhaltsmessungen vorhanden. Aus Sicherheitsgründen wurde auf der Strecke Faido–Altdorf, der sogenannten Gebirgsstrecke, ebenfalls das zweite Rohrpaar mit 4-MHz-Verstärkern ausgerüstet, so dass man daraus anlässlich von Umschaltungen, etwa bei Geräusch- oder Übersprechstörungen, schon einige Male Nutzen ziehen konnte. Auf den übrigen Teilstrecken dient das zweite Rohrpaar für allfällige Ersatzschaltungen bei Kabelstörungen oder zum Eingrenzen von solchen.

Das Prinzip mit den zwei getrennten Verstärkerhälften und den zwei getrennten Speisungen hat sich bestens bewährt. Es zeichnet sich durch Betriebssicherheit bei Verstärkerstörungen und Messungen, unterbruchlose und einfache Auswechselung von Verstärkern und keine Sicherungen in den Zwischenverstärkern aus. So sind bis heute auf das Konto der Leitungsausrüstungen lediglich zwei Störungen zu buchen, die Betriebsunterbrüche von insgesamt vier Stunden verursachten. Allen übrigen Defekten und Eingriffen vermochte das System standzuhalten.

Wie vorauszusehen war, ist natürlich auch die Elektronenröhre stark an den Störungen beteiligt, und sie machte sich denn auch bereits bei der Inbetriebnahme bemerkbar. Bei den Restdämpfungsmessungen von Hauptstation zu Hauptstation wurden Unregelmäßigkeiten festgestellt. Es zeigte sich bald, dass die Ursache in Verstärkerröhren zu suchen war. Eine sogenannte Sekundäremission in der Röhre, die sich durch ein leichtes violettes Glimmen bemerkbar machte, beeinflusste hauptsächlich den Verstärkungsgrad und den Klirrfaktor des Verstärkers ungünstig. Durch einen kleinen Kniff, und später durch die Anbringung eines Schirmes in der Röhre, konnte diesem Übel abgeholfen werden.

Im übrigen waren die Röhrenlieferungen sehr verschieden. Obwohl sie die garantierten Werte erfüllten, zeigten sich im Betrieb oft schon nach kurzer Zeit Abweichungen, die zu verschiedenen Schwierigkeiten führten. Es betrifft dies hauptsächlich den Anodenstrom und den Klirrfaktor. Im Vergleich zu andern Verstärkern, bei denen der Röhrenverschleiss jährlich etwa 7–14% beträgt, beläuft er sich hier auf rund 40–50%. Der Ausfall wird hauptsächlich verursacht durch:

- Nachlassen der Steilheit (natürliche Alterung).
- Erhöhung des Gitterstromes und dadurch starkes Ansteigen des Anodenstromes.
- Schlechten Klirrfaktor.
- Lufteintritt.
- Isolationsfehler (diese Störungen sind nur vereinzelt aufgetreten).

specialmente in occasione di disturbi causati dalla diafonia o da forti rumori. Sul percorso rimanente, la seconda coppia di tubi serve soltanto per commutazioni in caso di guasti, o per la localizzazione di questi ultimi.

Il principio di due amplificatori e due alimentazioni separate ha dato ottimi risultati. L'esercizio è sicuro anche durante le misure o i guasti agli amplificatori; questi ultimi possono essere facilmente sostituiti senza interrompere le conversazioni. Le stazioni intermedie sono sprovviste di fusibili. Possiamo finora attribuire all'equipaggiamento di linea soltanto due guasti, con un'interruzione totale di quattro ore. Il sistema è stato in grado di resistere a qualsiasi altro difetto o intervento.

Com'era prevedibile, le valvole termoioniche furono spesso all'origine di guasti già fin dal momento della messa in esercizio dell'impianto. Durante le misure dell'equivalente, da una stazione principale all'altra, furono rilevate irregolarità ben presto attribuite ai tubi elettronici. Una cosiddetta emissione secondaria nella valvola, palesata dalla leggera luminescenza violetta, influenzava negativamente il grado d'amplificazione ed aumentava il fattore di distorsione dell'amplificatore. Grazie a un piccolo artificio, e più tardi con l'apporto d'uno schermo all'interno della valvola, l'inconveniente ha potuto essere soppresso.

D'altronde, la qualità delle forniture di valvole è molto variabile. Sebbene i tubi rispondano alle tolleranze richieste, essi presentano variazioni notevoli già dopo un breve periodo di funzionamento, e provocano serie difficoltà, specialmente per quanto concerne la corrente anodica e il fattore di distorsione. Lo scarto annuo delle valvole è di circa 40–50% (rispetto al 7–14% per gli alti tipi di amplificatori) ed è principalmente dovuto ai seguenti motivi:

- diminuzione della pendenza (invecchiamento naturale);
- aumento della corrente di griglia con relativo forte incremento della corrente anodica;
- elevato fattore di distorsione;
- penetrazione d'aria;
- difetto d'isolamento (caso raro).

La maggior parte delle valvole viene eliminata nel corso delle misure di manutenzione; poche sono quelle che guastandosi in servizio azionano il sistema d'allarme a distanza, di ottimo funzionamento, alla stazione principale.

Contrariamente alle valvole, le cui caratteristiche variano lentamente con l'andar del tempo, e che possono essere eliminate effettuando le misure, i condensatori causano guasti repentini. La maggior parte degli amplificatori messi fuori servizio lo furono a causa di condensatori guasti. Tali guasti provocano in generale anche la deteriorazione di resistenze, per surriscaldamento dovuto alla corrente di cortocircuito. In un caso, ciò causò persino l'incendio della placca di plexiglas. Questo fatto ci ha dimostrato che il plexiglas dev'essere usato con cautela quale isolante,

Der weitaus grösste Teil der Röhren wird bei den Unterhaltsmessungen ausgeschieden, und nur wenige verursachen Verstärkerausfall, der über ein sehr gut arbeitendes Alarmsystem nach den bewachten Hauptstationen signalisiert wird.

Im Gegensatz zu Defekten von Röhren, die ihre Eigenschaften meistens zeitlich langsam ändern und daher zum grossen Teil durch Messungen ausgeschieden werden können, verursachen Kondensatoren einen plötzlichen Ausfall. Ein grosser Teil der Verstärkerschubladen fiel wegen Kondensatorstörung aus. Diese Störung zog meistens noch Widerstände in Mitteidenschaft, die sich durch den Kurzschlußstrom stark erhitzten und einmal sogar bei einem Verstärker das als Grundplatte verwendete Plexiglas in Brand setzten. Auch hier hat sich wieder gezeigt, dass Plexiglas nicht feuerfest und daher als Isoliermaterial mit Vorsicht zu verwenden ist. Selbstverständlich wurden hier sofort die nötigen Massnahmen getroffen.

Als vereinzelte Störungen sind aufgetreten:

- Schlechte Kontakte in Röhrensockeln oder Steckern.
- Kurzschlüsse im Verstärker durch den Transport, da bei unsachgemäßem Anfassen der Schubladen die Möglichkeit besteht, mit den Fingern die Baulemente zu verschieben.
- Abwandern der Selektivität, und defekte Dioden im Überwachungsstromkreis.
- Kurzschlüsse von Kondensatoren im gemeinsamen Ausgangstransformatorbecher.
- Defekte Speiseeinheiten in Zwischenverstärkerstationen (Kondensatoren- und Gleichrichterdefekte).

Die Kompensation der Temperatureinflüsse auf das Kabel mit den ferngesteuerten, in jeder Verstärkerstation eingebauten Temperaturkorrektoren, arbeitete bisher einwandfrei. Die maximale, zwischen Sommer und Winter auftretende Variation der Betriebsdämpfung, angezeigt durch die beiden dauernd registrierenden Leitungspiloten von 308 und 4092 kHz, würde beim letzteren etwa zwei Neper zwischen zwei Hauptstationen betragen. Sie wird täglich kontrolliert und auf den Sollwert eingestellt. Die inner 24 Stunden auftretenden Schwankungen sind von der Grössenordnung von etwa $\pm 0,1$ Neper, und das Alarmsystem für Abweichungen von 0,25 Neper und mehr tritt also nur bei Störungen in Funktion. Es kommt hier und da vor, dass sich Korrektoren durch äussere Einflüsse, wie Induktionsstöße oder Blitzschläge, von selbst ein- oder ausschalten.

Ein unerwünschter Temperatureinfluss machte sich bei den Leitungsentzerrern bemerkbar. Um sie gegen äussere Einflüsse besser zu schützen, wurden sie bei der Fabrikation in Harz eingegossen. Im Laufe des Sommers, bei grosser Hitze, machten sich Pegelschwankungen auf der Leitung bemerkbar, hervorgerufen durch haardünne Risse der eingegossenen Widerstände. Es brauchte manchmal viel Geduld, diesen Störungen auf die Spur zu kommen, und einige Male musste Station um Station künstlich ausge-

vista la sua facile infiammabilità. I provvedimenti necessari furono naturalmente presi immediatamente.

Sono stati registrati i seguenti guasti isolati:

- Cattivi contatti negli zoccoli delle valvole o nelle spine.
- Cortocircuiti negli amplificatori causati dal trasporto: se il pannello non è afferrato con la dovuta cautela esiste infatti la possibilità di spostare con le dita gli elementi che vi sono montati.
- Spostamento della selettività, diodi difettosi nel circuito di sorveglianza.
- Cortocircuito di condensatori nella scatola del trasformatore d'uscita comune.
- Unità d'alimentazione difettose nelle stazioni amplificatrici intermedie (condensatori e raddrizzatori).

La compensazione degli influssi della temperatura sul cavo, mediante correttori di temperatura montati in ogni stazione e telecomandati, ha finora funzionato perfettamente. La variazione massima dell'equivalente tra estate ed inverno, per le frequenze pilota di linea di 308 e 4092 MHz registrate in permanenza, sarebbe di circa 2 Neper tra due stazioni principali, per l'ultima frequenza citata. Il livello delle frequenze pilota viene controllato e regolato giornalmente al valore nominale. Le variazioni giornaliere rimangono entro i limiti di $\pm 0,1$ N; il sistema d'allarme reagisce a 0,25 N ed è quindi azionato soltanto in caso di vero guasto. Capita sporadicamente che i correttori si inseriscano o si disinseriscano da soli, in seguito ad influssi estranei quali correnti indotte o caduta di fulmini.

Un fastidioso influsso della temperatura è stato notato nei correttori di linea. Per meglio proteggerne gli elementi, questi correttori erano completamente immersi, in corso di fabbricazione, in resine sintetiche. Ogni estate, durante la canicola, si osservavano variazioni della frequenza pilota causate da sottilissime screpolature nelle resistenze immerse nella resina. Con molta pazienza si riuscì a scoprire la causa del difetto e qualche volta dovemmo riscaldare artificialmente una stazione dopo l'altra. I correttori difettosi furono normalmente sostituiti durante la notte, senza interrompere l'esercizio. Le variazioni di livello venivano corrette approssimativamente nelle stazioni principali. Nell'anno corrente tutto il tratto Zurigo-Lugano subirà una revisione, appena sarà possibile commutare sul sistema II a 6 MHz. I correttori saranno allora sostituiti con nuove unità di tipo differente. Ciò permetterà inoltre di correggere la curva di risposta del sistema I che si è spostata lentamente con l'andar del tempo, nel senso Zurigo-Lugano (fig. 16).

Ultimamente furono pure registrati elevati rumori, i quali raggiunsero, per esempio sui canali musicali, dei valori due volte e persino 5 volte superiori al valore normale di circa 7 mV al punto 4,4 V.

I motivi andavano ricercati soprattutto nel sovraccarico degli amplificatori, causato da segnali

heizt werden. Die defekten Entzerrer wurden dann meistens während der Nacht ausgewechselt. Auftretende Pegelschwankungen liessen sich im Hauptamt einigermassen korrigieren.

Noch dieses Jahr wird die ganze Strecke Zürich-Lugano, sobald sie auf die neue 6-MHz-Ausrüstung auf System II umgeschaltet werden kann, überholt und die Entzerrer gegen neu fabrizierte, nicht mehr aus gegossene Typen ersetzt. Dadurch sollte auch die in der Richtung Zürich-Lugano langsam eingeschlichene, aber einigermassen konstante Frequenzgangsabwanderung aufhören (Fig. 16).

In letzter Zeit machten sich zeitweise auch grössere Geräuschpegel bemerkbar. Sie erreichten zum Beispiel bei Rundspruchkanälen, wo sie normalerweise bei etwa 7 mV, bezogen auf 4,4 V, liegen, das Doppelte oder sogar schon das Fünffache. Solche Werte sind in der Übertragung hörbar.

Die Ursachen scheinen weniger in einer Veränderung der Sollwerte der Bauelemente zu liegen als in der Überlastung der Verstärker, hervorgerufen durch zu hohe Signale. Längere Beobachtungen und Registrierungen zeigten, dass durch Restträger, übersteuerte Kanäle, Koaxialsysteme mit automatischer Regulierung (die bei Unterbrüchen und darauffolgender Wiedereinschaltung im ersten Moment zu stark verstärkt), unsere Koaxialleitungen übersteuert werden können. Die Folge davon sind Geräusche und Übersprechen.

Mit der ständig zunehmenden Kanalzahl wird es sich zeigen, ob durch Einbau von Begrenzern in die Endausrüstungen Übersteuerungen vermieden werden können.

3.3. Unterhalt der Ausrüstungen

Man versucht durch ein gut dosiertes Unterhaltsprogramm die Störungen in ihrem Entstehen zu erfassen. So werden regelmässig alle 14 Tage sämtliche Verstärkerstationen aufgesucht, die Speisespannungen und Röhrenströme gemessen und Funktionskontrollen an den Alarmeinrichtungen vorgenommen. Ausführliche Messungen an den Verstärkern – wie Verstärkungsgrade, Klirrfaktoren, Frequenzgänge – sowie Röhrenmessungen und Messungen an den Überwachungseinrichtungen werden ebenfalls nach einem bestimmten Messplan periodisch ausgeführt. Die Einhaltung der vorgeschriebenen Verstärkertoleranzen hängt stark von den Röhren ab und macht sonst keine weiteren Schwierigkeiten.

Wie die Messungen organisiert werden, steht jedem Verstärkeramt frei. Sie werden den örtlichen Verhältnissen und den zur Verfügung stehenden Mitteln angepasst. Es bürgeren sich drei verschiedene Ausführungsarten ein:

- Sämtliche Messungen werden an Ort und Stelle ausgeführt, das heisst, die vielen Messapparate werden von Station zu Station gebracht.
- Die Messapparate werden nur in den Hauptstationen aufgestellt und sämtliche Verstärker von den Zwischenstationen dorthin gebracht.

tropo alti, piuttosto che nelle variazioni dei singoli elementi. Dopo lunghe e pazienti osservazioni si è potuto determinare che le nostre linee coassiali potevano essere influenzate da portanti residue tropo alte, da canali sovramplificati, o da sistemi coassiali con regolazione automatica dei livelli, i quali possiedono un grado d'amplificazione momentaneo molto elevato dopo ogni reinserimento consecutivo ad un'interruzione. Ciò si traduce in rumori e in diafonia.

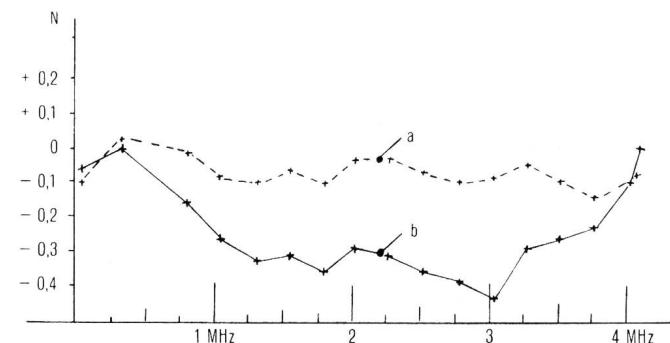


Fig. 16. Frequenzgang der Koaxialleitung Zürich-Lugano
a) bei der Einschaltung b) nach 5 Jahren
Curva di risposta della linea coassiale Zurigo-Lugano
a) alla messa in esercizio b) 5 anni dopo

Con l'aumento continuo del numero di canali, si vedrà se le sovramodulazioni potranno essere soppresse inserendo dei limitatori negli equipaggiamenti terminali.

3.3. Manutenzione delle apparecchiature

Grazie a un programma di manutenzione ben elaborato si cerca di scoprire i guasti alla loro nascita. Ogni stazione amplificatrice viene visitata regolarmente ogni quindici giorni, per la misura delle tensioni d'alimentazione e delle correnti delle valvole e per il controllo di funzione delle apparecchiature d'allarme. Le misure più impegnative degli amplificatori (guadagno, fattore di distorsione, curve di risposta, misura delle valvole e delle apparecchiature di controllo) vengono pure eseguite periodicamente secondo un piano prestabilito. L'osservanza delle tolleranze prescritte dipende in gran parte dalle valvole e non suscita speciali difficoltà.

Ogni servizio degli amplificatori può organizzare le misure come meglio crede, secondo le condizioni locali ed i mezzi disponibili. Tre metodi si sono imposti:

- Tutte le misure vengono effettuate sul posto, ciò che significa che i molti strumenti di misura devono essere trasportati da una stazione all'altra.
- Gli strumenti di misura sono montati nella stazione principale, ove si trasportano tutti gli amplificatori dalle stazioni intermedie.
- In occasione delle misure quindicinali gli amplificatori vengono trasportati da ogni stazione intermedia a quella principale e sono poi riportati al loro posto la volta seguente.

Bei jeder 14tägigen Messung werden die Verstärker abwechselungsweise von jeder Station zur Messung ins Verstärkeramt und das nächste Mal wieder an ihren Ursprungsort zurückgebracht.

Jede dieser drei Methoden hat ihre Eigenarten und ihre Vor- und Nachteile. Es wurde ebenfalls ein Versuch unternommen, die Messapparate in einem Stationswagen einzubauen, so dass bei den jeweiligen Verstärkerstationen nur noch das Netzkabel anzuschliessen war. Die Verstärker wurden dann im Wagen gemessen. Auf alle Fälle ist diese Messart, dort wo die Stationen gut zugänglich sind, eine der rationellsten.

Ausser den Messungen und Kontrollen der einzelnen Stationen, wird eine ganze Reihe weiterer, regelmässiger Messungen in den Hauptstationen für die Eichung der Pilotmesseinrichtungen und Pilotsender durchgeführt, ferner Frequenzgangsmessungen mit den sogenannten Lückenpiloten über die ganze Leitung. Besondere Einspeisepunkte gestatten, diese Messungen während des Betriebes auszuführen.

Da das Koaxialkabel durch verschiedene Telephon-direktionsgebiete verläuft, wird der Unterhalt vom Personal verschiedener Verstärkerämter besorgt. Allgemeine Richtlinien der Generaldirektion schreiben außer den Messungen für einen Koaxialkabelabschnitt auch die Messzeiten vor. So wird die allfällige Einflussnahme auf den Betrieb durch Messungen und damit verbundener, sehr zahlreicher Manipulationen auf wenige Tage konzentriert. Im übrigen sind Manipulationsfehler auf den Leitungsausrüstungen sehr selten, so dass während fünf Betriebsjahren höchstens zwei bis drei Unterbrechungen von einigen Sekunden Dauer verursacht wurden. Daraus ergibt sich für das Personal der Endämter ein sicheres Gefühl für eine gute Leitung, und die kleinsten Unregelmässigkeiten können fast restlos erkannt werden.

Jede Hauptstation ist mit allen nötigen Messapparaten für Störungsfälle und Unterhalt sowie einem Ersatzteillager mit sämtlichen wichtigen Bestandteilen der Leitungsausrüstungen gut versehen. In Zürich und Lugano befindet sich sogar je eine transportable, betriebsfertige Leitungsverstärkerbucht für 6 MHz, die, zusammen mit einem Notstromaggregat, im Katastrophenfall eine ganze Zwischenverstärkerstation ersetzen könnte. «Pikettkoffern» mit ausgewähltem Reparatur- und Kleinmaterial sind ständig griffbereit, damit bei plötzlichen Abreisen zu Störungseingrenzungen nicht lange das benötigte Material zusammengesucht werden muss. Als Fahrzeuge werden Volkswagen, oder, je nach Bedarf, geländegängige Stationswagen benutzt.

Die verschiedenen Alarne der Koaxialleitung und ihrer Speiseanlagen werden in den Hauptstationen nach ihrer Wichtigkeit in dringende und nicht dringende Alarne ausgeschieden. Dringend sind zum Beispiel alle Störungen, die einen Unterbruch oder grosse Pegelschwankungen verursachen, Isolationsfehler und Ausfall einer Speisehälften; nicht als dringend gelten dagegen alle andern Störungen, wie etwa Verstärker-

Ognuno di questi tre metodi ha le sue particolarità, i suoi vantaggi e svantaggi. A titolo di prova abbiamo pure montato gli apparecchi di misura in una «giardiniera» Willys, così da dover solo collegare la rete in ogni singola stazione. Gli amplificatori venivano allora misurati nell'automobile. Questo sistema sarebbe uno dei più razionali, se le stazioni sono facilmente accessibili.

Oltre alle misure ed ai controlli delle singole stazioni vengono pure effettuate molte altre misure regolari nelle stazioni principali, per la taratura dei ricevitori e dei generatori di frequenze pilota, nonché misure della curva di risposta con i cosiddetti piloti interstiziali. Dei raccordi speciali permettono l'esecuzione delle misure durante il funzionamento normale dell'impianto.

Siccome il cavo coassiale attraversa le circoscrizioni di parecchie direzioni dei telefoni, le misure vengono effettuate dal personale delle rispettive stazioni amplificatrici. Le direttive della direzione generale prescrivono le misure da eseguire e l'orario delle stesse. In questo modo, le eventuali ripercussioni delle misure e delle numerose manipolazioni che ne derivano risultano concentrate entro pochi giorni. Gli errori di manipolazione agli equipaggiamenti di linea sono rarissimi: in cinque anni di servizio abbiamo potuto contare al massimo due o tre interruzioni di pochi secondi. Il personale delle stazioni terminali ha quindi l'impressione di disporre d'un mezzo di comunicazione sicuro; le minime irregolarità vengono subito rilevate.

Ogni stazione principale dispone di tutti gli strumenti di misura e possiede i pezzi di riserva per qualsiasi elemento essenziale delle apparecchiature di linea. A Zurigo e Lugano si dispone perfino d'un telaio trasportabile di amplificatori di linea a 6 MHz pronto per l'uso, il quale, insieme con un gruppo elettrogeno di soccorso, può senz'altro sostituire una stazione intermedia completa in caso di catastrofe. Delle valigette di picchetto con il materiale di riparazione e materiale vario sono costantemente tenute a portata di mano, per sopprimere inutili ritardi in caso di partenza precipitata per la ricerca d'un guasto. Quali veicoli, vengono utilizzati Volkswagen oppure, se necessario, giardiniere Willys atte a circolare anche in terreni difficili.

Le diverse segnalazioni d'allarme degli equipaggiamenti di linea e dell'alimentazione vengono suddivise, nelle stazioni principali, in allarmi urgenti o non urgenti, secondo la loro importanza. Sono per esempio urgenti quelle relative a guasti che provocano un'interruzione o grandi variazioni dei livelli, difetti d'isolazione o guasto di una semialimentazione. Non sono invece urgenti gli allarmi concernenti guasti degli amplificatori, piccole differenze di livelli, ecc. Fuori orario d'ufficio, gli allarmi vengono convogliati su servizi dell'esercizio presidiati in permanenza, p. es. sulla centrale interurbana manuale, che funge poi da organo di comunicazione. Si può quindi dar seguito

störungen und kleinere Pegeldifferenzen. Ausserhalb der Bureauzeit werden die Alarme nach bedienten Betriebsstellen, beispielsweise dem manuellen Fernamt, geleitet, das dann die Vermittlerrolle spielt. So werden dringende Störungen jederzeit, die andern hingegen nur während der normalen Arbeitszeit beobachtet.

3.4. Die Stromversorgung

Die Speisung der Leitungsverstärker erfolgt von den Hauptstationen aus über die gleichen Leiter wie die Hochfrequenzen. Als Stromquelle dienen Umformeranlagen, die einen ununterbrochenen Betrieb garantieren sollen. Dies bedingt eine dauernde Parallelspeisung durch zwei Umformer, von denen im Störungsfalle jeder allein die ganze Last zu übernehmen in der Lage ist. Sie sind an die Zentralbatterie angeschlossen und vermögen eine Leistung von 10 kVA abzugeben, die über ein Verteilerfeld zur Hauptsache den Koaxialrohren zugeführt wird. Dem Verteilfeld ist ebenfalls eine zweite unabhängige Stromquelle, das Ortsnetz mit Dieselsatz, zugeführt. So kann die Koaxialstromlieferungsanlage für Revisionen oder bei grossen Störungen, die zwar bis heute nicht aufgetreten sind, ausser Betrieb gesetzt werden. Dabei ist eine dauernde Überwachung der Fernspeisung unerlässlich, da beim kleinsten Netzunterbruch die in jeder Rohrspeisung vorhandenen Kontaktampèremeter ausschalten und damit den Betrieb unterbrechen würden. Ausser der Auswechslung von Maschinen, durch Abschalten der einen Anlagehälfte, eignet sich der Aufbau der Anlage nicht, um an der ausgeschalteten Hälfte Revisionen oder Unterhaltsarbeiten vorzunehmen. Das Risiko eines Unterbruches der ganzen Stromlieferungsanlage ist zu gross, und damit bleibt nur die bereits erwähnte Umschaltung auf eine Ersatzstromquelle während der Nacht. Die Anlagen arbeiten im allgemeinen gut. Am Anfang gab es einige Schwierigkeiten, bis die richtige Wahl und Dimensionierung der Kohlen der Umformer gefunden waren und der Kohlen- wie Kollektorverschleiss reduziert werden konnte.

Trotz den doppelten Ausrüstungen sind Störungen vorgekommen, die aber keine automatische Abschaltung der defekten Maschine bewirkten, sich aber durch starke Stromschwankungen auf dem Koaxialkabel bemerkbar machten. Wären sie nicht rechtzeitig entdeckt worden, so hätten sie die Ausschaltung der Speisungen durch die jedem Rohr vorgesetzten Kontaktampèremeter hervorufen können. Die Ursachen waren angefressene Schleifringe mit Funkenbildung. Ob sie durch Staubkörner, Materialfehler oder nicht rund laufende Rotoren entstanden waren, liess sich nie feststellen. Auch Materialwanderungen durch den Strom scheinen fraglich, denn eine der beiden parallel speisenden Maschinen in Lugano läuft bereits ununterbrochen volle drei Jahre ohne besonderen Unterhalt am Kollektor oder an den Schleifringen und befindet sich noch in tadellosem Zustand. Eine weitere Verbesserung wurde bei der Spannungs-

immediatamente ed in ogni momento agli allarmi urgenti; quelli non urgenti vengono trattati soltanto durante le ore normali d'ufficio.

3.4. L'alimentazione a corrente forte

Gli amplificatori di linea sono alimentati dalla stazione principale, sui conduttori convoglianti anche l'alta frequenza. L'energia è fornita da gruppi convertitori che devono garantire un'esercizio ininterrotto. Ciò necessita il montaggio in parallelo di due convertitori, ognuno dei quali possa sopportare l'intero carico in caso di guasto dell'altro. I convertitori sono raccordati alla batteria della centrale e possono erogare 10 kVA; l'energia fornita passa attraverso un telaio di distribuzione e la maggior parte viene inviata sui tubi coassiali. Al telaio di distribuzione è pure raccordata una seconda fonte indipendente d'energia: la rete locale, con il gruppo dieselelettrico di soccorso. In caso di revisione o di guasti gravi – finora fortunatamente non ancora riscontratisi – è quindi possibile mettere fuori servizio l'impianto d'alimentazione a corrente forte. È allora necessaria una sorveglianza continua della telealimentazione, poiché la minima interruzione della rete azionerebbe gli amperometri a contatto, provocando un'interruzione dell'esercizio. Eccezion fatta del cambio d'una macchina, il disinserimento di metà impianto non permette la manutenzione o la revisione dell'altra metà. Il rischio di guasto dell'intero impianto d'alimentazione è troppo grande; rimane quindi l'unica soluzione già citata, cioè la commutazione sulla rete locale durante la notte. Il funzionamento dell'impianto è in generale soddisfacente. Alcune difficoltà furono notate all'inizio, a cagione dell'usura rapida dei collettori e dei carboni dei gruppi convertitori. Ci fu possibile eliminarle dopo aver trovato carboni di qualità e di dimensioni appropriate, che permettevano di ridurre al minimo l'usura. Nonostante la doppia attrezzatura, si sono verificati alcuni guasti, che non causarono però il disinserimento delle macchine difettose ma si resero palesi con forti variazioni di corrente sul cavo coassiale. Qualora codesti guasti non fossero stati scoperti tempestivamente, gli amperometri a contatto avrebbero potuto disinserire le telealimentazioni. Motivo dei guasti: corrosione degli anelli e formazione di scintille. Non fu possibile determinare se la corrosione fosse causata dalla polvere, da difetti del materiale o da rotori mal centrati. Sembra improbabile che si trattasse di trasporto di materiale provocato dalla corrente: una delle due macchine funziona infatti ininterrottamente da tre anni a Lugano, senza particolare manutenzione dei collettori o degli anelli, e questi sono ancora in ottimo stato. Un ulteriore miglioramento fu ottenuto nella regolazione di tensione. I regolatori magnetici all'uscita furono sostituiti con un sistema agente

regulierung erzielt. Die sich am Ausgang befindlichen magnetischen Spannungsregler wurden durch ein direkt auf die Erregung wirkendes System ersetzt. Die Magnetregler verursachten Verzerrungen der Sinuskurve und wirkten durch die daraus entstandenen Harmonischen störend auf ein anderes Koaxialsystem. Hervorgerufen durch die Stromlieferungsanlage ereignete sich auf der ganzen Strecke nur ein Betriebsunterbruch. Er ist auf Arbeiten an einer Anlage zurückzuführen.

4. Schlussbetrachtungen

Die parallel geschalteten Verstärker und die doppelte Speisung bieten den grossen Vorteil, dass sie im Störungsfall nicht immer einen Leitungsunterbruch zur Folge haben.

Seit der Inbetriebnahme im März 1955 bis Ende Juli 1960 verursachten diese Störungen einen Ausfall der Anlage während 0,85%₀₀ der gesamten Betriebszeit. Besonders die Störung an einem Samstag/Sonntag von 17½ Stunden Dauer, hervorgerufen durch Sprengungen im Tunnel, hat auf die Gesamtstörungszeit einen grossen Einfluss ausgeübt; sie wurde dadurch praktisch verdoppelt. Im ganzen gesehen zeigt sich, dass die Betriebssicherheit der Koaxialkabelanlagen weitgehend gewährleistet ist. Aussergewöhnliche Ereignisse, denen Gebirgsgegenden besonders ausgesetzt sind, können leider, wie übrigens bei allen Nachrichtenübertragungsanlagen, die Ausfallzeit erhöhen.

direttamente sull'eccitazione. I regolatori causavano infatti distorsioni della curva sinusoidale; le armoniche risultanti perturbavano l'altro sistema coassiale. L'alimentazione a corrente forte ha finora cagionato un'unica interruzione dell'esercizio, in occasione di lavori in uno degli impianti.

4. Considerazioni finali

I due semiamplificatori in parallelo e la doppia alimentazione offrono il grande vantaggio che la linea non risulta necessariamente interrotta in caso di guasto.

Dalla messa in servizio nel marzo 1955 sino alla fine di luglio 1960, le interruzioni cagionate dai guasti rappresentano 0,85%₀₀ del tempo totale d'esercizio. Il guasto causato dal brillamento di mine nella galleria del San Gottardo, una notte dal sabato alla domenica, che ha causato un'interruzione di 17 ore e mezzo, ha praticamente raddoppiato il tempo totale d'interruzione. Nel complesso si dimostra però come la sicurezza d'esercizio dell'impianto coassiale sia garantita in modo soddisfacente. Degli eventi straordinari, cui le regioni montane sono particolarmente esposte, possono purtroppo – com'è il caso per qualsiasi altro impianto di telecomunicazione – aumentare notevolmente la durata delle interruzioni.

Verschiedenes — Divers — Notizie varie

Als Schweizer Telephonistin an den XVII. Olympischen Spielen in Rom

654.151.2(45)

Auf Ersuchen der italienischen Verwaltung wurden 24 sprachenkundige schweizerische Telephonistinnen von Mitte August bis Mitte September, das heisst für die Dauer der Olympischen Spiele 1960, nach Rom versetzt. Dort halfen sie ihren italienischen Kolleginnen – zusammen mit 26 deutschen Telephonistinnen – bei der Bewältigung des bedeutenden Telephonverkehrs. Einer dieser Schweizerinnen, die an der «nachrichtentechnischen Front» der diesjährigen Olympischen Spiele mit dabei war, verdanken wir den nachfolgenden Bericht.

Für mich, wie für alle meine Kolleginnen, die für die XVII. Olympischen Spiele nach Rom reisen durften, war dieser Aufenthalt ein einzigartiges Erlebnis. Wir alle waren von der Liebenswürdigkeit der italienischen Chefs und Kolleginnen begeistert. Sie taten ihr Bestes, um uns den Römer Aufenthalt so angenehm als nur möglich zu gestalten, wobei sich die Vorgesetzten ihrer Rolle als Gastgeber vorzüglich und mit südländischem Charme entledigten. Für unsere Unterkunft (in der Casa Fatima) und die Verpflegung war bestens gesorgt, und bei einer Arbeitszeit von nur sechs beziehungsweise fünf Stunden im Tag fühlten wir uns beinahe wie im Paradies. Die ausgiebige Freizeit gab uns auch die Möglichkeit, mit Rom und seiner Umgebung näher bekannt zu werden.

Zusammen mit den deutschen Kolleginnen wurden wir Schweizerinnen, nach drei Tagen Instruktion, in der neuen *Centrale olimpica* (Fig. 1) eingesetzt. Diese manuelle Zentrale wurde als Teil eines sehr umfangreichen Netzes von telegraphischen, telefonischen und radiophonischen Verbindungen (Kosten schätzungsweise 5 Milliarden Lire), eigens für die Bedürfnisse des



Fig. 1. Das zur Bewältigung des Telephonverkehrs der XVII. Olympischen Spiele eigens errichtete Fernamt mit seinen rund 100 Plätzen.

Nachrichtenwesens des «Sportanlasses des Jahres» errichtet. Figur 2 gibt einen Begriff von diesem Netz, das sich zum Teil weit über die Römer Bannmeile hinaus erstreckte und sowohl