

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 50 (1972)

**Heft:** 7

**Artikel:** Montage der Anlage = Montaggio dell'impianto

**Autor:** Fink, Werner / Knuchel, Walter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874664>

### **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:** 13.03.2026

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

# Montage der Anlage Montaggio dell'impianto

Werner FINK und Walter KNUCHEL, Bern

621.315.212(494)(45)

*Zusammenfassung. Ein Kabel, auf dem gleichzeitig auf koaxialen und symmetrischen Leitungen verschiedene Trägersysteme und Niederfrequenzleitungen betrieben werden können, fand in der Schweiz erstmals für die Anlage Martigny—Aosta Verwendung. Durch besondere Abgleich- und Spliceismethoden wurden optimale elektrische Eigenschaften der einzelnen Systeme angestrebt und versucht, die gegenseitige Beeinflussung in möglichst kleinen Grenzen zu halten.*

## Montage de l'installation

*Résumé. Pour la première fois en Suisse, un câble permettant d'exploiter simultanément différents systèmes à courants porteurs et lignes à basse fréquence sur des circuits coaxiaux et symétriques a été utilisé pour l'installation Martigny—Aoste. Des méthodes d'équilibrage et d'épissure particulières ont donné des propriétés électriques optimales pour les différents systèmes et maintiennent l'influence réciproque dans des limites aussi étroites que possible.*

*Riassunto. Un cavo con linee coassiali e simmetriche, sul quale possono funzionare contemporaneamente diversi sistemi a correnti vettrici e in bassa frequenza, è stato impiegato per la prima volta in Svizzera per l'impianto tra Martigny e Aosta. Si è cercato di ottenere, per i singoli sistemi, qualità elettriche ottimali utilizzando nuovi metodi di bilanciamento e di giunzione, allo scopo di tenere in limiti più piccoli possibili l'influsso reciproco.*

## 1. Allgemeines

Seit 1951 werden in der Schweiz für den internationalen und landesinternen Fernverkehr Koaxialkabelanlagen gebaut. Es wird ein den CCITT-Normen entsprechendes 4-tubiges Koaxialkabel 2,6/9,5 mm mit 25 oder 26 symmetrischen Steuerleitungen verwendet. Wie bereits erwähnt, drängte sich für die Anlage Martigny—Aosta aus wirtschaftlichen und schutztechnischen Gründen ein kombiniertes Koaxial-/Niederfrequenzkabel auf. Man wählte dazu einen im Ausland gebräuchlichen Kabeltyp, der im Kern im wesentlichen unserem Koaxialkabel 2,6/9,5 mm entspricht, aber mit einer zusätzlichen Lage von 24 DM-Vierern umwickelt ist. Der dadurch bedingte grössere Kabeldurchmesser und die Verarbeitung der zusätzlichen DM-Vierer erforderten die Beschaffung von neuem Montagmaterial sowie die Entwicklung einer entsprechenden Spliceismethode.

Die gewählten Zwischenverstärker, Modell Siemens wurden in der Schweiz erstmals verwendet und gaben ebenfalls verschiedene neue Montageprobleme zu lösen.

## 2. Der Montageauftrag

Entsprechend den auf längere Sicht geplanten Verbindungsbedürfnissen soll das Kabel für folgende Betriebsarten verwendet werden können:

- Die vier Koaxialpaare sind für international genormte 12-MHz-Trägerverbindungen zu montieren, die paar-symmetrischen Steueradern durch Kreuzungen im Vierer möglichst kopplungsfrei abzugleichen.
- Die Hälfte der 24 DM-Vierer sind durch Kreuzungen und zyklischen Vertausch so abzugleichen, dass sie später mit einem zusätzlichen Nachabgleich für V 60-Träger- oder PCM-Leitungen in beiden Verkehrsrichtungen verwendbar sind.
- Die restlichen 24 Paare sind als Niederfrequenzleitungen abzugleichen und mit 88,5/31,5 mHy zu bespulen.

Die Anlage musste im Frühling 1971 fertig montiert und geprüft sein und der Lieferfirma für die Testarbeiten der Verstärker zur Verfügung stehen.

## 1. Generalità

Dal 1951 si costruiscono in Svizzera per il traffico interurbano internazionale e interno, impianti di cavi coassiali. Viene impiegato un cavo coassiale secondo le norme del CCITT con 4 tubi 2,6/9,5 mm con 25 o 26 coppie simmetriche di telecomando. Come è già stato detto per l'impianto tra Martigny e Aosta, per motivi economici e di sicurezza, si optò per una combinazione tra cavo coassiale e cavo in bassa frequenza. Si scelse per questo un tipo di cavo, già in uso all'estero, il cui interno corrisponde praticamente al nostro cavo coassiale 2,6/9,5 mm, ma attorniato da uno strato supplementare di 24 bicoppie DM. Il diametro del cavo maggiorato da questo accorgimento e il trattamento delle bicoppie supplementari DM provocarono l'acquisto di materiale di montaggio adeguato e lo sviluppo di un nuovo metodo di giunzione.

Gli amplificatori intermediari scelti, modello Siemens, sono stati impiegati per la prima volta in Svizzera; anch'essi provocarono diversi nuovi problemi di montaggio da risolvere.

## 2. L'ordine di montaggio

Conformemente alla pianificazione a lunga scadenza della necessità di collegamenti, il cavo può essere utilizzato per i sistemi di funzionamento seguenti:

- Le due coppie coassiali devono essere montate per collegamenti a 12 MHz secondo le norme internazionali, le coppie simmetriche di telecomando devono essere bilanciate con incroci delle bicoppie in modo da essere esenti il più possibile da accoppiamenti.
- La metà delle 24 bicoppie DM devono essere bilanciate con incroci e scambi ciclici, in modo che più tardi possano essere utilizzate nelle due direzioni di trasmissione con un bilanciamento supplementare per correnti portanti V 60 o per linee PCM.
- Le 24 coppie rimanenti devono essere bilanciate come linee in bassa frequenza e pupinizzate con 88,5/31,5 mHy.

L'impianto doveva essere montato e provato per la primavera 1971 e consegnato alla ditta fornitrice per le misure di collaudo degli amplificatori.

### 3. Aufbau der Kabelanlage

Schweizerischer Endpunkt ist die Telephonzentrale Martigny. Dort wird im Kabelkeller das kombinierte Kabel aufgeteilt. Das Koaxialkabel ist in den Verstärkerraum eingeführt und hat Anschluss an die Kleinkoaxialkabelanlagen Richtung Lausanne und Sitten. Die Niederfrequenz- und Trägerleitungen endigen im Fernverteiler auf Kabelendverschlüssen.

Von den bis zur Tunnelmitte erforderlichen acht Zwischenverstärkern (Fig. 5) sind sechs in zugänglichen Einstiegschächten montiert. Verstärker 7 in der Galerie der Tunnelzufahrt ist in einer in den Fels gehauenen Nische untergebracht. Er ist von der Strasse her durch eine Eisentüre erreichbar. Der Verstärker 8 befindet sich im Tunnel; er ist zugleich Trennstelle zwischen Italien und der Schweiz.

Die Pupinmuffen, und mehrheitlich auch die Spleissungen, sind in überdeckten Plattenschächten untergebracht.

Die Montage- und Messarbeiten des Koaxialkabels basieren auf den Verstärkerfeldlängen (4500 m), die Abgleicharbeiten der symmetrischen Leitungen jedoch auf den Pupinsektionen (1825 m). Dies bedingte zeitlich ein bis in alle Einzelheiten geplantes Montageprogramm, das unter Berücksichtigung des Strassenverkehrs sowie der klimatischen Verhältnisse oft nur mit grossen Schwierigkeiten durchgeführt werden konnte.

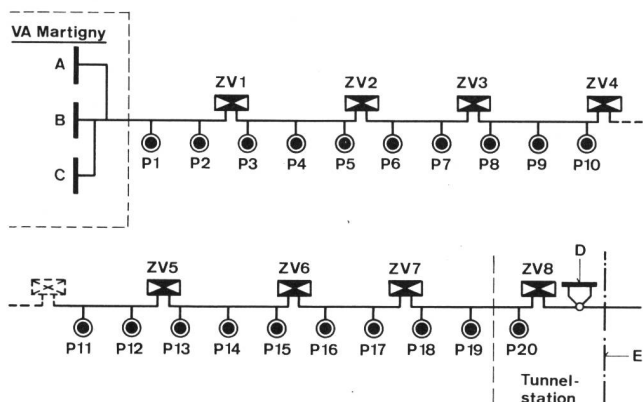


Fig. 5  
Aufbau der Anlage von Martigny bis zur Tunnelmittelstation –  
Constitutione dell'impianto da Martigny fino alla stazione a metà  
galleria

- ZV Zwischenverstärker für Koaxialkabel, Abstand ~ 4500 m – Amplificatore intermedio per cavo coassiale, distanza ~ 4500 m
- P Pupinpunkte, Abstand ~ 1825 m – Punti di pupin, distanza ~ 1825 m
- A DM-Vierer im Fernverteiler – Bicoppia DM sul distributore interurbano
- B Koaxialpaare in der Kabelkopfbucht – Coppie coassiali nel telaio di testa cavo
- C Steuerleitungen in der Kabelkopfbucht – Linee di comando nel telaio di testa cavo
- D DM-Vierer und Steuerleitungen – Bicoppie DM e linee di comando
- E Trennstelle Schweiz-Italien – Punto di separazione Svizzera-Italia

### 3. Costruzione dell'impianto del cavo

Il terminale svizzero si trova nella centrale telefonica di Martigny. Nella cantina cavi avviene la suddivisione del cavo combinato. Il cavo coassiale viene introdotto nel locale dell'amplificatrice e raccordato agli impianti del piccolo cavo coassiale verso Losanna e Sion. I circuiti in bassa frequenza e a correnti vettrici terminano sul distributore interurbano sulle terminazioni dei cavi.

Sei degli otto amplificatori intermedi (fig. 5) sono montati in camere sotterranee accessibili. L'amplificatore n° 7 è montato in una nicchia scavata nella roccia della galleria antivalanghe di accesso. È raggiungibile dalla strada attraverso una porta in ferro. L'amplificatore n° 8 si trova nella galleria stessa; esso è anche il punto di separazione tra l'Italia e la Svizzera.

I manicotti di Pupin, e quasi tutti quelli delle giunte, si trovano in camerette a lastre sotto terra.

I lavori di montaggio e di misura del cavo coassiale si basano su lunghezze di sezioni d'amplificazione (4500 m), i lavori di bilanciamento delle linee simmetriche però su sezioni di pupinizzazione (1825 m). Questo richiede un programma di montaggio pianificato cronologicamente in tutti i particolari, che poté essere rispettato solo con grandi difficoltà considerando le condizioni climatiche e quelle imposte dal traffico stradale.

#### Contenitori degli amplificatori intermedi.

Il contenitore sotterraneo (fig. 6a), un cassone in acciaio con esecuzione a prova di pressione, serve a contenere l'amplificatore intermedio. I manicotti di raccordo dei cavi sono attaccati tangenzialmente con un angolo ottuso direttamente ai contenitori. Contenitori d'amplificatori di questo tipo sono costruiti per essere interrati direttamente nel terreno. Per motivi topografici e tecnici essi sono montati in modo abituale in camere sotterranee. I punti di raccordo dei cavi sono formati così che, oltre il cavo coassiale e le linee di comando, anche il pacco delle bicoppie DM può essere introdotto attraverso il contenitore dell'amplificatore. Questa soluzione offre il vantaggio di eliminare manicotti di distribuzione esterni. Una sonda di misura fissata al contenitore offre la possibilità di intercalarsi sulla linea telefonica e sulla linea di controllo dell'isolazione senza dover aprire il contenitore.

#### La stazione nella galleria

Nella galleria del Gran San Bernardo, la posa del cavo nei canali di ventilazione nella volta sopra le corsie del traffico è, per quanto concerne il tracciato, dal punto di vista del traffico autostradale, sicuramente una buona soluzione. Questo permise di lavorare senza disturbare minimamente il traffico stradale. Però le condizioni di lavoro in questi canali causa la sporcizia e il cattivo odore dei gas di scap-



Fig. 6a  
Zwischenverstärker offen, in einem Schacht montiert – Amplificatore intermedio aperto, montato in una cameretta

#### Zwischenverstärkerkasten

Der Unterflurbehälter (Fig. 6a), ein Stahlblechgehäuse in druckfester Ausführung, dient zur Aufnahme der Zwischenverstärker. Die Kabelanschlussmuffen sind tangential unter einem stumpfen Winkel direkt an den Behälter angebaut. Verstärkergehäuse solcher Konstruktion sind im Prinzip zum direkten Vergraben ins Erdreich gedacht, aus topographischen und sicherheitstechnischen Gründen wurden sie jedoch in üblicher Weise in Einstiegschächten montiert. Die Kabelanschlusspunkte sind so ausgebildet, dass neben dem Koaxialkabel und den Steuerleitungen auch das DM-Vierer-Beipack durch das Verstärkergehäuse durchgeführt werden kann. Diese Lösung hat den Vorteil, dass keine zusätzlichen Kabeleinsätze mit Verteilspleissungen notwendig sind. Ein aussen am Gehäuse angebrachter Messkopf erlaubt das Aufschalten auf die Sprech- und Isolationsüberwachungsleitung, ohne Öffnen des Verstärkergehäuses.

#### Tunnelstation

Die Verlegung des Kabels im Strassentunnel des Grossen St. Bernhard in den über der Fahrbahn liegenden Lüftungskanälen stellt vom verkehrstechnischen Standpunkt aus trasseemässig sicher eine gute Lösung dar. Dies erlaubt, ohne jegliche Behinderung des Verkehrs zu arbeiten. Jedoch sind die Arbeitsbedingungen in diesen Kanälen, wegen des Schmutzes und des Gestanks der Abgase sowie der Zugluft bei laufenden Ventilatoren, alles andere als ideal.

In der Tunnelmitte ist der segmentförmige Lüftungsstollen durch eine Mauer unterteilt und zu einer Kaverne für die Aufnahme der Ventilatoren erweitert. Auf Schweizer Seite ist in diesem Raum auch der Verstärker 8 und die Trennstelle der symmetrischen Leiter untergebracht.

Zum Schutze vor Verschmutzung und um einigermaßen normale Arbeitsverhältnisse zu schaffen, sind der Zwischen-

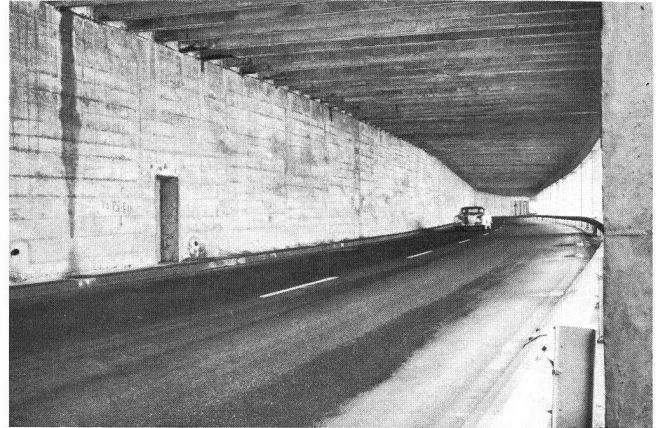


Fig. 6b  
Eingangstüre des Verstärkerraumes in der Galerie – Porta d'entrata del locale amplificatori della galleria

pamento e della corrente d'aria in caso di funzionamento dei ventilatori, è tutt'altro che ideale.

A metà galleria il canale di ventilazione, a forma di segmento, è diviso da un muro e allargato come una caverna per sistemare i ventilatori. Dal lato svizzero in questo locale è sistemato l'amplificatore n° 8 e il punto di separazione dei conduttori simmetrici.

Per proteggersi dalla sporcizia e per avere condizioni di lavoro normali, gli amplificatori intermedi e i terminali dei cavi sono montati in una cabina di metallo antipolvere. Questa è fissata alla volta con dei supporti, perché la soletta in cemento sopra le corsie non sopporta un ulteriore carico. La cabina è provvista di luce e delle prese per l'attacco di apparecchi di misura.

Un posto telefonico supplementare, raccordato alla rete locale, permette un collegamento con l'esterno anche in caso di interruzione del cavo coassiale.

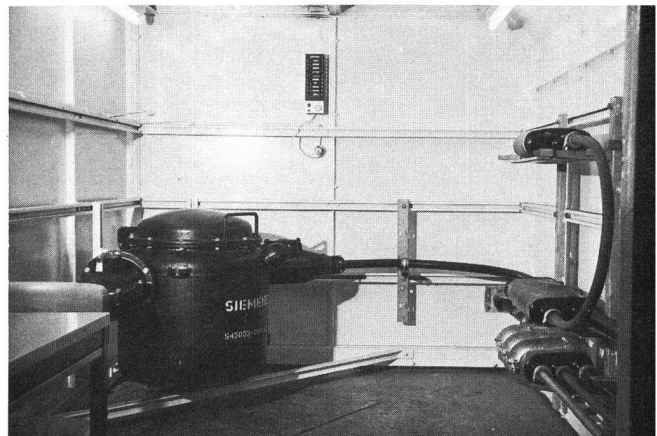


Fig. 6c  
Innenansicht des Verstärkerraumes in der Tunnelmitte – Veduta interna del locale amplificatori nel mezzo del traforo

Bezeichnungen – Designazioni

Koaxialpaar – Coppia coassiale

- 1 rot 1 Strich – Rosso 1 stria
- 2 rot 2 Striche – Rosso 2 strie
- 3 grün 2 Striche – Verde 2 strie
- 4 grün 1 Strich – Verde 1 stria

DM-Vierer – Bicoppia DM

- 1 Baumwollfaden orange – Filo di cotone arancio
- 2 Baumwollfaden grün – Filo di cotone verde
- 3 Baumwollfaden weiss – Filo di cotone bianco
- 4 Baumwollfaden rot – Filo di cotone rosso
- 5 Baumwollfaden grün – Filo di cotone verde
- 6 Baumwollfaden weiss – Filo di cotone bianco
- 7 Baumwollfaden rot – Filo di cotone rosso

Sektorvierer – Bicoppie interstiziali

- 1 Papierband und Baumwollfaden rot – Nastro di carta e filo di cotone rosso
- 2 Papierband und Baumwollfaden grün – Nastro di carta e filo di cotone verde
- 3 Papierband und Baumwollfaden weiss – Nastro di carta e filo di cotone bianco
- 4 Papierband und Baumwollfaden blau – Nastro di carta e filo di cotone azzurro

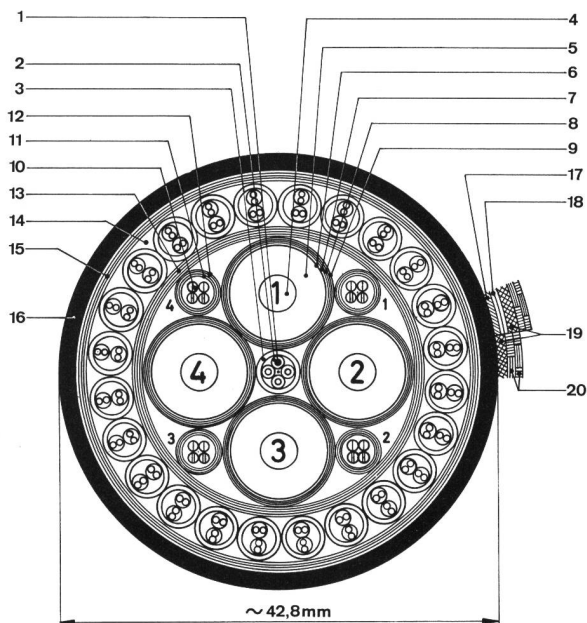
Bezeichnung der papierisolierten Adern – Designazione delle anime isolate in carta

Zählvierer – Bicoppia pilota

- a grün 1 Strich / b grün 2 Striche
- c rot 1 Strich / d rot 2 Striche

Übrige Vierer – Bicoppie rimanenti

- a blau 1 Strich / b blau 2 Striche
- a azzurro 1 stria / b azzurro 2 strie
- c rot 1 Strich / d rot 2 Striche
- c rosso 1 stria / d rosso 2 strie



- 1 Kupferader 0,9 mm Stern-Vierer – 1 conduttore di rame 0,9 mm bicoppia a stella
- a weiss – bianco
- b gelb – giallo
- c grau – grigio
- d rot – rosso
- 2 Polythenisolation – Isolazione di politene
- 3 Baumwollfaden weiss – Filo di cotone bianco
- 4 Kupferleiter 2,64 mm – Conduttore di rame 2,64 mm
- 5 Polythenscheibe – Dischetto di politene
- 6 Kupferrohr Innendurchmesser 9,52 mm – Tubo di rame, diametro interno 9,52 mm
- 7 2 Stahlbänder – Nastri d'acciaio
- 8 1 Papierband zur Bezeichnung – Nastro di carta di designazione
- 9 Kunststoffband – Nastro di plastica
- 10 Stern-Vierer 0,9 mm – Bicoppia cordata a stella 0,9 m
- 11 Baumwollfaden – Filo di cotone
- 12 3 Papierbänder – 3 nastri di carta
- 13 Papierbänder – Nastri di carta

- 14 Äussere Lage DM-Vierer – Strato esterno di bicoppie cordate DM
- 15 Papierbänder und Baumwollband – Nastri di carta e nastro di cotone
- 16 Bleimantel mit 0,7% Antimon, Dicke 2,4 mm – Guaina di piombo con lega di 0,7% d'antimonio, spessore 2,4 mm
- 17 Imprägniertes Krepppapier 1,0 mm – Carta crêpe impregnata 1,0 mm
- 18 2 Stahlbänder 0,8 mm (c) – Nastri d'acciaio 0,8 mm (c)
- 19 (T)-Polythenmantel 1,6 mm – Guaina di politene 1,6 mm (T)
- 20 (FF)-Flachdrahtarmierung – Armatura di fili di ferro piatti (FF)

Fig. 7

Querschnitt des Koaxialkabels Martigny–Aosta – Sezione del cavo coassiale Martigny–Aosta

verstärker und die Kabelendverschlüsse in einer staubdichten Blechkabine montiert. Diese ist mit Trägern an der Tunnelwölbung aufgehängt, weil die Betondecke über der Fahrbahn keine zusätzlichen Belastungen verträgt. Die Kabine ist mit Licht und den notwendigen Steckdosen zum Anschluss der Messgeräte ausgerüstet.

Eine zusätzliche Sprechstation, über das Ortsnetz angeschlossen, ermöglicht eine Verbindung mit der Aussenwelt, auch bei Unterbruch des Koaxialkabels.

#### 4. Aufteilung der Leiter

Die verwendeten unterschiedlichen Übertragungssysteme und Leiterarten beeinflussten weitgehend das Vorgehen bei der Montage. So musste bereits die Aufteilung der Leiter den vorgesehenen Abgleichmethoden entsprechen.

Aus Figur 7 ist der Querschnitt ersichtlich. Das Kabel enthält

- im Zentrum die Koaxialleiter,
- aussen eine Lage symmetrischer Leiter.

#### 4. Suddivisione dei conduttori

I diversi sistemi di trasmissione e le diverse specie di linee usate influiscono in modo preponderante sul procedimento da usare durante il montaggio. Già la suddivisione dei conduttori doveva adeguarsi al metodo di bilanciamento previsto.

- La figura 7 mostra la sezione del cavo che contiene
- al centro i conduttori coassiali
- all'esterno uno strato di conduttori simmetrici.

#### Centro del cavo (figura 8)

La costituzione corrisponde, in via di massima, al tipo di cavo coassiale normale 2,6/9,5 mm. I quattro tubi coassiali sistemati a stella sono previsti per la trasmissione delle conversazioni, e raggruppati in due sistemi:

- coppie coassiali 1 + 4 = sistema 1
- coppie coassiali 2 + 3 = sistema 2

Al centro delle coppie coassiali si trova una bicoppia a stella con conduttori isolati con politene, mentre i quattro



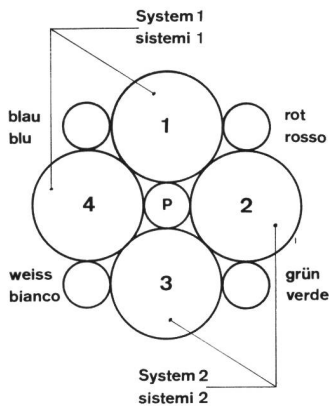


Fig. 8  
Aufteilung der koaxialen  
Leiter pro System -  
Suddivisione dei conduttori  
coassiali per sistema

#### Kabelzentrum (Fig. 8)

Der Aufbau entspricht im wesentlichen jenem normaler Koaxialkabel vom Typ 2,6/9,5 mm. Die vier sternförmig angeordneten Koaxialtuben sind für die Übertragung der Gespräche vorgesehen und zwar zusammengefasst in zwei Systeme:

- Koaxialpaare 1 + 4 = System 1
- Koaxialpaare 2 + 3 = System 2

Im Zentrum der Koaxialpaare befindet sich ein Sternvierer mit polythenisolierten Adern, während die vier Zwischenräume durch sogenannte Sektorvierer belegt werden. Diese symmetrischen Leiterpaare sind für betriebliche Überwachungs- und Steueraufgaben der Koaxialpaare vorgesehen.

#### Aussenlage (Fig. 9)

Diese Gruppe umfasst ausschliesslich symmetrische Leiterpaare (24 DM-Vierer). Im Erstausbau wird die Hälfte als pupinisierte Leitungen verwendet, während die übrigen für später als Träger- oder PCM-Leitungen vorgesehen sind. Bei der Montage musste diesen Möglichkeiten Rechnung getragen werden.

Da ein Einsatz derartiger Übertragungssysteme unter allen Umständen eine Trennung der Gesprächsrichtungen bereits innerhalb des Kabels erfordert, wurden die Vierer wie folgt aufgeteilt:

- Vierer 1 und 2 = Trennvierer
- Vierer 3 ... 12 = Sektor Rot
- Vierer 13 und 14 = Trennvierer
- Vierer 15 ... 24 = Sektor Grün

Diese Aufteilung stellt eine wesentliche Voraussetzung für eine spätere Belegung des Kabels mit PCM- oder Trägerleitungen dar.

Da bei der Montage der Anlage nur die 12 pupinisierten Leitungen bereitgestellt wurden, musste noch weiter unterteilt werden:

spazi interstiziali vengono occupati dalle cosiddette bicoppie di settore o interstiziali. Le coppie simmetriche sono previste per compiti di sorveglianza e di comando delle coppie coassiali.

#### Strato esterno (fig. 9)

Questo gruppo comprende unicamente coppie di conduttori simmetrici (24 bicoppie DM). Nella prima tappa se ne utilizza solo una metà come linee pupinizzate, mentre le restanti sono previste per linee a correnti portanti o PCM in un secondo tempo. Durante il montaggio si è dovuto tener conto di questa possibilità.

Dato che l'impiego di questi tipi di sistema di trasmissione richiede in i tutti casi una separazione, già all'interno del cavo, nella direzione di conversazione, le bicoppie sono state suddivise come segue:

- bicoppia 1 e 2 = bicoppia di separazione
- bicoppie 3...12 = settore rosso
- bicoppie 13e14 = bicoppia di separazione
- bicoppie 15...24 = settore verde

Questa suddivisione rappresenta una premessa essenziale per una ulteriore occupazione del cavo con PCM o linee a correnti portanti.

Dato che per il montaggio dell'impianto si dovevano preparare solo 12 linee pupinizzate, si è dovuto eseguire ancora la seguente suddivisione:

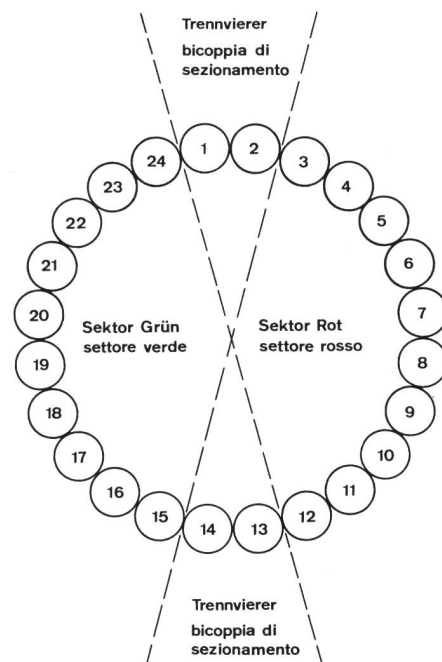


Fig. 9  
Aufteilung der DM-Vierer - Suddivisione delle bicoppie DM

- Vierer 1 und 2 } = H-88,5/31,5
- Vierer 3 und 4 } = H-88,5/31,5
- Vierer 5 ... 10 = H-0
- Vierer 11 und 12 } = H-88,5/31,5
- Vierer 13 und 14 } = H-88,5/31,5
- Vierer 15 und 16 } = H-88,5/31,5
- Vierer 17 ... 22 = H-0
- Vierer 23 und 24 = H-88,5/31,5

Auf diese Weise konnte die nötige Leitungszahl bereitgestellt und die durchgehende Trennung in zwei Sektoren beibehalten werden.

### 5. Kabelgleich und Kontrollmessungen

Der Abgleich der symmetrischen Leitungen beruht grundsätzlich auf der Einteilung in Pupinfeldlängen von 1825 m. Die Pupinfeldler setzen sich in der Regel aus acht Einzel-längen von 228 m zusammen. Für die pupinisierten Leitungen wurde eine besondere Form des Kopplungsabgleichs vorgenommen, der auch für alle andern symmetrischen Leitungen anwendbar ist und zu einer Verbesserung der elektrischen Eigenschaften beiträgt. Da die Betriebsart noch nicht für alle Leitungen endgültig feststand, wurde grund-sätzlich für jeden Abgleich und alle Kontrollmessungen das Pupinfeld als Einheit gewählt.

#### Montage der DM-Vierer

Für die Montagearbeiten wurden die sieben Spleisspunkte innerhalb einer Pupinfeldlänge gemäss *Figur 10* eingeteilt.

Der Abgleich der kapazitiven Kopplungen geschah in jedem einzelnen Spleisspunkt. Es wurden die Werte von  $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$  gemessen, anschliessend die für die beiden zusammen zu schaltenden Vierer beste Verbindung (Kreuzung) bestimmt. Die Mess- und Spleissarbeiten wurden folgendermassen vorgenommen:

- Messung der Kopplungen in allen A-Punkten (*Fig. 11*).
- Spleissung der A-Punkte durch Einbau von Kreuzungen und zyklische Vertauschung der Vierer innerhalb der Sektoren.
- Messung der Kopplungen in allen B-Punkten.
- Spleissung der B-Punkte mit Kreuzungen und zyklischen Vertauschungen (*Fig. 12*).
- Messung der Kopplungen im C-Punkt.
- Spleissung des C-Punktes nach den gleichen Prinzipien wie bei den A- und B-Punkten (*Fig. 13*).
- Messung der Restkopplungen im Pupinpunkt und letzte Korrektur durch Einbau von Kondensatoren, nur in den

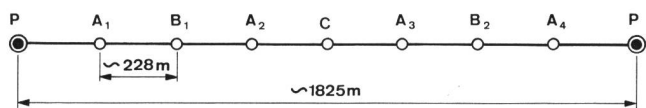


Fig. 10  
Aufteilung der Spleisspunkte innerhalb einer Pupinfeldlänge -  
Suddivisione delle giunte in una sezione di pupin

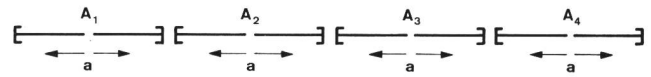


Fig. 11  
Spleissung der A-Punkte - Giunta dei punti A

a Messungen - Misurazioni

- bicoppia 1 e 2 } = H 88,5/31,5
- bicoppia 3 e 4 } = H 88,5/31,5
- bicoppia 5...10 = H - 0
- bicoppia 11 e 12 } = H 88,5/31,5
- bicoppia 13 e 14 } = H 88,5/31,5
- bicoppia 15 e 16 } = H 88,5/31,5
- bicoppia 17...22 = H - 0
- bicoppia 23 e 24 = H 88,5/31,5

Con questo sistema si poté preparare il numero di circuiti necessari e conservare la continuità della separazione in due settori.

### 5. Bilanciamento del cavo e misure di controllo

Il bilanciamento delle linee simmetriche si basa fondamentalemente sulla suddivisione in lunghezze di pupinizzazione di 1825 m. I passi di pupinizzazione sono composti normalmente da 8 pezzature di 228 m. Per le linee pupinizzate è stata scelta una forma speciale del bilanciamento di accoppiamento, che è applicabile anche per tutte le altre linee simmetriche e che porta un miglioramento delle qualità elettriche. Dato che il tipo di funzionamento non era ancora definito per tutte le linee, è stata scelta la sezione di pupinizzazione come unità per ogni bilanciamento e per tutte le misure di controllo.

#### Montaggio delle bicoppie DM

Per i lavori di montaggio i sette punti di giunzione in una sezione di pupinizzazione furono suddivisi secondo la *figura 10*. Il bilanciamento degli accoppiamenti capacitivi veniva eseguito in ogni singola giunta. Misurati i valori di  $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$ , successivamente si definivano i migliori collegamenti (incroci) delle bicoppie da giuntare. I lavori di misura e di giunzione avvenivano nel modo seguente:

- Misura degli accoppiamenti in tutti i punti A (*figura 11*)
- Giunzione dei punti A introducendo gli incroci e lo scambio ciclico delle bicoppie nei settori.
- Misura degli accoppiamenti in tutti i punti B.
- Giunzione dei punti B con incroci e scambi ciclici.
- Misura degli accoppiamenti nel punto C.
- Giunzione del punto C secondo gli stessi principi dei punti A e B (*figura 13*).
- Misure dell'accoppiamento residuo nei punti di pupin e ultima correzione con l'intercalazione di condensatori, soltanto per le linee pupinizzate (bicoppie 1...4, 11...16, 23 e 24) (*figura 14*).

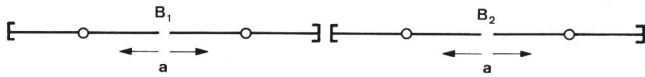


Fig. 12  
Spleissung der B-Punkte – Giunta dei punti B

a Messungen – Misurazioni

pupinisierten Leitungen (Vierer 1...4, 11...16, 23 und 24) (Fig. 14).

#### Montage der Sternvierer im Zentrum

Diese fünf Vierer wurden innerhalb der Pupinfeldlängen gleich wie die DM-Vierer behandelt. Die kapazitiven Kopplungswerte eines jeden bestimmten die einzubauende Kreuzung. Auf eine Vertauschung untereinander wurde dagegen verzichtet. Eine Korrektur durch Kondensatoren, wie sie für die DM-Vierer in den Pupinpunkten angewendet wurde, kam für die Sternvierer nicht in Frage.

#### Montage der Koaxialpaare

Die vier Koaxialpaare wurden entsprechend den für Koaxialkabel gültigen Normen gespleisst. Ein Abgleich war nicht erforderlich, doch mussten in jedem Pupinpunkt die maximalen Reflexionen mit einem Echometer kontrolliert werden. Für die koaxialen Leiter ist der Pupinpunkt ohne besondere Bedeutung, doch wurde dieser aus montage-technischen Gründen als Messpunkt bestimmt.

Ausser den Echometermessungen wurden die Koaxialpaare auch einer Spannungsprüfung unterzogen sowie Widerstand und Isolation gemessen.

#### Verbindungsspleissungen

Für das Zentrum des Kabels stellten die Verbindungsspleissungen keine besondern Probleme. Die verschiedenen Leiter wurden den Farben entsprechend nummeriert und ohne Vertauschung verbunden. Einzig auf den Sternvierern wurde ein gewisser Abgleich vorgenommen, was sich im Einbau von Kreuzungen äusserte.

Bei den in der Aussenlage befindlichen DM-Vierern ergab sich eine etwas andere Situation. Durch die Aufteilung in zwei Sektoren und die dazwischengeschalteten Trennvierer musste die Numerierung und Spleissung mit besonderer Sorgfalt erfolgen.

Für den Abgleich der kapazitiven Kopplungen wurde innerhalb der Sektoren eine zyklische Vertauschung der zu

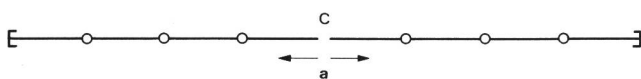


Fig. 13  
Spleissung des C-Punktes – Giunta dei punti C

a Messungen – Misurazioni

#### Montaggio delle bicoppie a stella nel centro

Queste cinque bicoppie in ogni sezione di pupinizzazione sono state trattate come le bicoppie DM. I valori degli accoppiamenti capacitivi di ognuna definivano gli incroci da eseguire. Si rinunciò però allo scambio tra di loro. Una correzione per mezzo di condensatori, come fu usata per le bicoppie DM nei punti di pupin, non è stata presa in considerazione per le bicoppie a stella.

#### Montaggio delle coppie coassiali

Le quattro coppie coassiali sono state unite secondo le norme vigenti per i cavi coassiali. Un bilanciamento non era necessario, però si dovettero controllare le riflessioni massime, in ogni punto di pupin con l'ecometro. Per i conduttori coassiali il punto di pupinizzazione non ha nessuna importanza; è stato usato come punto di misura per motivi tecnici di montaggio. Oltre alle misure con l'ecometro le coppie coassiali sono state sottoposte ad una prova di tensione e ne è stata misurata la resistenza e l'isolamento.

#### Le giunte di congiunzione

Per il centro del cavo le giunte non ponevano nessun problema particolare. I diversi conduttori venivano numerati secondo il colore e collegati senza incroci. Unicamente per le bicoppie a stella si eseguì un certo bilanciamento che si presentò con l'introduzione di incroci.

Per le bicoppie DM della corona esterna si presentava un'altra situazione. Con la suddivisione in due settori, con l'intercalazione di bicoppie di separazione, la numerazione e la giunzione venne eseguita con una certa cura.

Per il bilanciamento degli accoppiamenti capacitivi si eseguì all'interno dei settori uno scambio ciclico delle bicoppie da collegare. L'esecuzione degli incroci migliorò le qualità elettriche all'interno delle singole bicoppie, mentre lo scambio ciclico diminuì l'influsso reciproco delle bicoppie. Questo scambio venne eseguito in tutte le giunte secondo lo stesso schema (Tabella I).

#### Le giunte di pupin (fig. 15)

In queste giunte si dovevano differenziare le linee pupinizzate da quelle non pupinizzate.

Per queste ultime la giunta di pupin diventava una semplice giunta di congiunzione, il collegamento era da eseguire secondo lo schema ciclico.

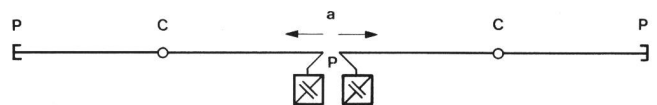


Fig. 14  
Letzte Korrektur durch Einbau von Kondensatoren im Pupinpunkt – Ultima correzione per mezzo di intercalazione di condensatori nei punti pupin



spleissenden Vierer vorgenommen. Der Einbau der Kreuzungen verbessert die elektrischen Eigenschaften innerhalb der einzelnen Vierer, während der Zyklus die gegenseitige Beeinflussung der Vierer vermindert. Diese Vertauschung wurde in allen Spleissungen nach dem gleichen Schema ausgeführt (Tabelle I).

Tabelle I. Prinzip für die Verbindungsspleissungen

Sektor rot	Vierer 3 mit Vierer 5	Vierer 15 mit Vierer 17	Sektor grün
	Vierer 4 mit Vierer 12	Vierer 16 mit Vierer 24	
	Vierer 5 mit Vierer 7	Vierer 17 mit Vierer 19	
	Vierer 6 mit Vierer 4	Vierer 18 mit Vierer 16	
	Vierer 7 mit Vierer 9	Vierer 19 mit Vierer 21	
	Vierer 8 mit Vierer 6	Vierer 20 mit Vierer 18	
	Vierer 9 mit Vierer 11	Vierer 21 mit Vierer 23	
	Vierer 10 mit Vierer 8	Vierer 22 mit Vierer 20	
	Vierer 11 mit Vierer 3	Vierer 23 mit Vierer 15	
	Vierer 12 mit Vierer 10	Vierer 24 mit Vierer 22	

**Pupinanschlussspleissungen (Fig. 15)**

In diesen Spleissungen musste unterschieden werden zwischen pupinisierten und nichtpupinisierten Leitern.

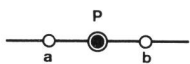
Für letztere war die Pupinspleissung eine gewöhnliche Verbindungsspleissung, die Zusammenschaltung also entsprechend dem Zykluschema auszuführen.

Für die pupinisierten Leitungen dagegen war der Zyklus nur für diejenigen Vierer zu beachten, die dem roten oder grünen Sektor angehören. Tabelle II zeigt das Prinzip für die Vierer-Spleissungen.

**Verstärkeranschlussspleissung**

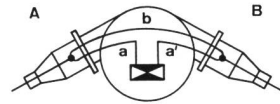
In Abständen von 4500 m folgen sich auf der Anlage die Verstärker für die Koaxialsysteme. Für die symmetrischen Leitungen bedeuten diese Verstärker lediglich zwei kurz aufeinander folgende Spleissungen. Die Konstruktion der Zwischenverstärker gestattete die Durchschaltung sämtlicher Leitungen. Man hatte also eine ähnliche Situation wie bei den Pupinpunkten, nämlich eine Eingangs- und eine Ausgangsspleissung (Fig. 16).

Bei der Montage wurde die Eingangsspleissung als Abgleichpunkt behandelt. Es wurden die Kopplungsmessungen und anschliessend die nötigen Kreuzungen eingebaut und die zyklischen Vertauschungen vorgenommen. Die Ausgangsspleissung dagegen konnte als reine Verbindung ohne Vertauschen ausgeführt werden.



a Eingangsspleissung – Giunta d'entrata  
b Ausgangsspleissung – Giunta di uscita

Fig. 15  
Pupinanschlussspleissung – Giunta di raccordo dei pupin



A Eingang – Entrata  
B Ausgang – Uscita  
a, a' Koaxialpaare – Coppie coassiali  
b, b' symmetrische Paare – Coppie simmetriche

Fig. 16  
Verstärker-Anchlussspleissung – Giunta di raccordo degli amplificatori

Tabelle I. Principio per le giunte di collegamento

settore rosso	Bicoppia 3 con bicoppia 5	Bicoppia 15 con bicoppia 17	settore verde
	Bicoppia 4 con bicoppia 12	Bicoppia 16 con bicoppia 24	
	Bicoppia 5 con bicoppia 7	Bicoppia 17 con bicoppia 19	
	Bicoppia 6 con bicoppia 4	Bicoppia 18 con bicoppia 16	
	Bicoppia 7 con bicoppia 9	Bicoppia 19 con bicoppia 21	
	Bicoppia 8 con bicoppia 6	Bicoppia 20 con bicoppia 18	
	Bicoppia 9 con bicoppia 11	Bicoppia 21 con bicoppia 23	
	Bicoppia 10 con bicoppia 8	Bicoppia 22 con bicoppia 20	
	Bicoppia 11 con bicoppia 3	Bicoppia 23 con bicoppia 15	
	Bicoppia 12 con bicoppia 10	Bicoppia 24 con bicoppia 22	

Invece per le linee pupinizzate, lo scambio ciclico era da osservare solo per quelle bicoppie che appartenevano al settore rosso o verde. La tabella II mostra il principio per la giunta delle bicoppie.

Tabelle II – Tabella II

a	c	b	
1	1	1	} Trennvierer – Bicoppia di separazione
2	2	2	
3	3	5	} zu Sektor rot – del settore rosso
4	4	12	
11	5	3	
12	6	10	
13	7	13	} Trennvierer – Bicoppia di separazione
14	8	14	
15	9	17	} zu Sektor grün – del settore verde
16	10	24	
23	11	15	
24	12	22	

a Eingangsspleissung – Giunta d'entrata  
b Ausgangsspleissung – Giunta di uscita  
c Anschlusskabel – Cavo di raccordo

**Giunta di congiunzione dell'amplificatore**

Gli amplificatori dei sistemi coassiali si susseguono sull'impianto a distanza di 4500 m. Per le linee simmetriche questi amplificatori significano solo due giunte che si susseguono a breve distanza. La costruzione degli amplificatori intermedi permette il prolungamento di tutte le linee. Si ha una situazione simile a quella dei punti pupin, cioè una giunta di entrata e una di uscita (figura 16).

In fase di montaggio le giunte d'entrata furono trattate come punti di bilanciamento. Furono eseguite le misure di accoppiamento, quindi si eseguirono gli incroci e il cambio ciclico. La giunta d'uscita fu eseguita come una congiunzione pura senza scambi.