

**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:** 48 (1970)

**Heft:** 4

**Artikel:** Der Einsatz von PCM-Anlagen im Bezirksnetz = Emploi d'installations à modulation par impulsions et codage (MIC) dans le réseau rural

**Autor:** Ritschard, Roman

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-876050>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 30.04.2026

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

# Der Einsatz von PCM-Anlagen im Bezirksnetz

## Emploi d'installations à modulation par impulsions et codage (MIC) dans le réseau rural

Roman RITSCHARD, Bern

621.376.56: 621.395.7  
621.395.74: 621.376.56

*Zusammenfassung. Von 1970 an werden im Bezirksnetz PCM-Anlagen in grosser Zahl eingesetzt. Das dabei verwendete System wurde in der Schweiz entwickelt und gebaut. Vor der Montage der ersten Anlagen mussten zahlreiche Fragen konstruktiver und betrieblicher Art erkannt und gelöst werden. Der Artikel beschreibt die wichtigsten dieser teils durch die Besonderheiten (HF-Telephonrundspruch) des schweizerischen Fernmeldenetzes bedingten Probleme sowie deren vorgesehene Lösungen.*

*Résumé. A partir de 1970, des installations à modulation par impulsions et codage seront utilisées en grand nombre dans le réseau rural. Le système employé à cet effet a été mis au point et construit en Suisse. Mais, avant de monter les premières installations, il a fallu reconnaître et élucider d'innombrables questions de construction et d'exploitation. Le présent article décrit les plus importants de ces problèmes, dus en partie aux particularités (télédiffusion à haute fréquence) des télécommunications suisses, et les solutions qu'il est prévu de leur apporter.*

### L'introduzione di impianti PCM nella rete regionale

*Riassunto. Dal 1970 nelle reti regionali si impiegheranno in grande numero gli impianti PCM. Il sistema che verrà applicato è stato sviluppato e costruito in Svizzera. Prima di iniziare il montaggio del primo impianto si dovettero identificare e risolvere un grande numero di problemi. La relazione descrive i problemi più importanti, dovuti in parte alle particolarità (Filodiffusione-AF) della rete svizzera delle telecomunicazioni, come pure la prevista loro soluzione.*

### 1. Einleitung

Zu Beginn des Jahres 1969 wurden auf den Strecken Wattwil-Wil und Bern-Burgdorf die ersten PCM-Anlagen auf Kabeln in Betrieb genommen. Eine PCM-Richtstrahlanlage steht zwischen St. Gallen und dem Säntis schon seit Ende 1968 im Betrieb. Bei diesen Anlagen handelt es sich um Systeme ausländischer Hersteller mit 24 Kanälen, die ursprünglich für vergleichende Versuche beschafft worden waren. Nach Abschluss dieser Versuche wurden sie dem Betrieb im Sinne eines Provisoriums zur Überbrückung vorübergehender Engpässe übergeben. Eine Erweiterung der Anlagen ist nicht vorgesehen; die Beschaffung weiterer solcher Ausrüstungen im Ausland kommt deshalb nicht in Frage.

Bei den vergleichenden Versuchen, die im Laufe des Jahres 1968 im Fernbetriebszentrum Bern-Mattenhof durchgeführt wurden, standen sich je ein 24-Kanal-System von *Face* und *Telettra* sowie je ein 30-Kanal-System der schweizerischen Firmen *Hasler AG* und *Standard Telephon und Radio AG* gegenüber. Die beiden von den schweizerischen Lieferanten präsentierten Systeme arbeiten mit ternärer Codierung und Übertragung im B-Code nach Vorschlägen von Dr. *W. Neu*, während sich die italienischen Systeme mit binärer Codierung und bipolarer Übertragung an amerikanische und japanische Vorbilder anlehnen. Die vier verschiedenen Systeme wurden während längerer Zeit eingehenden Messungen und Versuchen unterzogen. Als wichtigstes Resultat, neben dem Gewinn wertvoller Erfahrungen, gelang der Beweis, dass der B-Code gegenüber dem bipolaren Code bei kleinerem Aufwand im Zwischenverstärker störssicherer ist.

Aus den geschilderten, bisher sehr beschränkten Einsätzen von PCM-Anlagen in der Schweiz musste ein Maximum an Erkenntnissen und Erfahrungen gezogen werden.

Da von 1970 an der Einsatz von PCM-Systemen in der Bezirksebene in grosser Zahl vorgesehen ist, erlaubten die

### 1. Introduction

Les premières installations à modulation par impulsions et codage (MIC), reliées par câbles, ont été mises en service au début de 1969 entre Wattwil et Wil ainsi qu'entre Berne et Berthoud, alors qu'une installation semblable exploitée par faisceaux hertziens fonctionne déjà entre St-Gall et le Säntis depuis la fin de l'année 1968. Dans les trois cas, il s'agit de systèmes à 24 voies d'origine étrangère qui ont été acquis initialement pour des essais comparatifs.

Ces derniers étant terminés, le matériel a été remis à l'exploitation qui l'utilise pour surmonter des difficultés temporaires. Comme il n'est pas prévu d'agrandir ces installations, il n'est pas question de se procurer un nombre plus élevé de ces équipements à l'étranger.

Les essais comparatifs qui se sont déroulés au cours de l'année 1968 au centre interurbain de Berne-Mattenhof ont opposé un système à 24 voies de chacune des deux fabriques *Face* et *Telettra* ainsi qu'un système à 30 voies de chacun des deux établissements suisses *Hasler SA* et *Standard Téléphone et Radio SA*. Les deux systèmes présentés par les fournisseurs suisses travaillent avec un codage ternaire et une transmission en code B selon les propositions de *W. Neu*, tandis que les systèmes italiens, utilisant le codage binaire et la transmission bipolaire, se réclament de prototypes américains et japonais. Outre l'ample moisson d'expériences précieuses recueillie, preuve a été faite, ce qui est le résultat le plus important, que le code B résiste mieux aux perturbations que le code bipolaire dans l'amplificateur intermédiaire, pour une dépense plus petite.

Il a fallu tirer le maximum de connaissances et d'expériences des installations MIC utilisées jusqu'ici en Suisse d'une manière limitée et qui font l'objet du présent article.

Vu qu'il est envisagé d'employer, à partir de 1970, un grand nombre de systèmes MIC dans le réseau rural, les expériences ont permis de reconnaître d'avance les problèmes futurs d'exploitation et de les résoudre dans la

Erfahrungen, die künftigen Probleme betrieblicher Art im voraus zu erkennen und womöglich zu lösen. Diese Probleme sollen hier einzeln behandelt werden.

## 2. Systemwahl

Als die erste grössere Serie von PCM-Systemen bestellt werden musste, war international noch kein einheitliches System normalisiert. Im CCITT<sup>1</sup> waren erst sehr bescheidene Ansätze einer Normalisierung vorhanden. In der CEPT<sup>2</sup> war man schon wesentlich weiter, doch fehlten zur vollständigen Spezifikation des europäischen Systems noch einige wichtige Parameter.

Die schweizerischen PTT-Betriebe unterstützen die Bestrebungen zur Normierung eines internationalen PCM-Systems und werden auch entsprechende Ausrüstungen beschaffen, sobald diese auf dem Markt erhältlich sein werden. Bis dahin muss man sich jedoch an das Vorhandene halten, weshalb beschlossen wurde, bis auf weiteres das von zwei schweizerischen Firmen angebotene System mit ternärer Codierung und Übertragung im B-Code zu bestellen. Die Wahl wurde nicht zuletzt auf Grund des günstigen Abschneidens dieses Systems bei den Versuchen in Bern-Mattenhof getroffen.

## 3. Bauweise der Endausrüstungen

Schon früh hat sich gezeigt, dass die heute allgemein für Linienausrüstungen angewandte Bauweise 62 für PCM-Endausrüstungen ungeeignet ist. Infolge der hier möglichen hohen Konzentrationen – zurzeit 120 Kanäle je Gestell – ist ein Anschluss über Strips im Gestellkopf nicht mehr denkbar. Die Amtskablage wird zweckmässigerweise durch einen seitlich im Gestell angebrachten Kabelkanal direkt auf die Baugruppenträger geführt, die in Form von intern fest verdrahteten Chassis im Gestell montiert werden.

Da im Zeitpunkt der Bestellung der ersten Serie von PCM-Ausrüstungen die Arbeit an der neuen Bauweise für Linienausrüstungen, der Bauweise 72, noch nicht begonnen worden waren, liess man den Lieferanten Freiheit in der Konstruktion. Vor der Ausführung mussten die Vorschläge immerhin der Sektion Linienausrüstungen der Generaldirektion PTT vorgelegt werden, die ihrerseits noch bestimmte Wünsche anbrachte. Es kommen Gestelle in den normalisierten Höhen von 2736 und 2196 mm zur Ausführung, die 4 oder 3 30-Kanal-Systeme aufnehmen können. Ein Gestell in der von der Firma Hasler AG gewählten Konstruktion zeigt *Figur 1*. Die Variante der Standard Telephone und Radio AG, die im wesentlichen auf der ISEP<sup>3</sup>-Bauweise beruht, ist in *Figur 2* gezeigt.

<sup>1</sup> CCITT = Internationaler beratender Ausschuss für Telephonie und Telegraphie.

<sup>2</sup> CEPT = Europäische PTT-Konferenz.

<sup>3</sup> ISEP = Internationales Standard-Einschub-Prinzip

messung du possible. C'est de ce sujet que nous allons parler dans les chapitres qui suivent.

## 2. Choix du système

Lorsqu'il s'est agi de commander la première grande série de systèmes MIC, il n'existait encore sur le plan international aucun système uniforme normalisé. Le CCITT ne disposait que de très modestes contributions relatives à une normalisation. La CEPT était déjà nettement plus avancée dans ce domaine, mais il lui manquait encore quelques paramètres importants pour mettre sur pied une spécification complète du système européen.

L'entreprise des PTT suisses soutient les efforts de normalisation d'un système MIC international et se procurera aussi les équipements nécessaires dès qu'elle pourra les obtenir sur le marché. Mais, en attendant, il faut s'en tenir à ce qui existe et c'est pourquoi il a été décidé de commander, jusqu'à nouvel avis, le système offert par deux

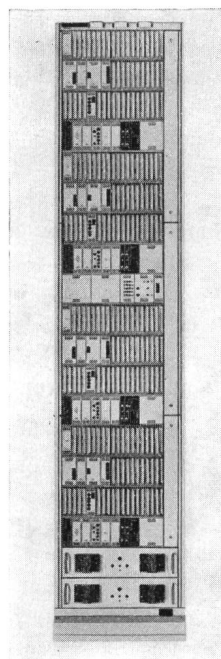


Fig. 1

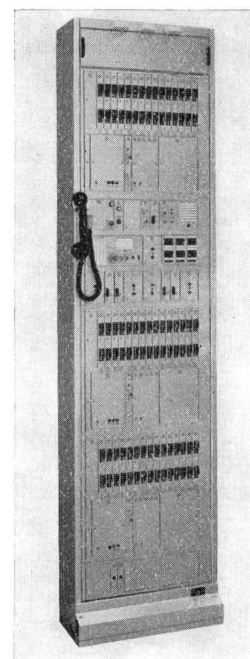


Fig. 2

Fig. 1

PCM-Endausrüstungsgestell HAG, bestückt mit 4 Systemen. Gestellhöhe 2736 mm

Bâti d'équipement terminal MIC Hasler, doté de 4 systèmes. Hauteur du bâti 2736 mm

Fig. 2

PCM-Endausrüstungsgestell STR, bestückt mit 3 Systemen. Gestellhöhe 2196 mm

Bâti d'équipement terminal MIC STR, doté de 3 systèmes. Hauteur du bâti 2196 mm

Ein Nebenzweck dieser Interimsbauweisen ist die Sammlung von Erfahrungen im Blick auf die Bauweise 72 für Linienausrüstungen, die auch für künftige Entwicklungen von PCM-Endausrüstungen Gültigkeit haben wird.

#### 4. Ersatzleitung

Ein wichtiger Entscheid, der zu fällen war, betrifft die Ausrüstung der PCM-Anlagen mit Ersatzleitungen. Grundsätzlich wurde beschlossen, *jedes* PCM-Bündel mit mindestens einer jederzeit betriebsbereiten Ersatzleitung zu versehen. Diese muss dauernd überwacht werden; eine irgendwo auf der Leitung auftretende Störung muss durch einen Alarm angezeigt werden. Bei Ausfall eines Betriebssystems muss innert kürzester Zeit an beiden Endpunkten durch einen einfachen Handgriff auf die Ersatzleitung umgeschaltet werden können.

Zu diesem Entscheid führten folgende Überlegungen:

- Trotz der kleinen Fehlerwahrscheinlichkeit moderner transistorisierter Ausrüstungen hat man mit dem Ausfall eines Zwischenverstärkers zu rechnen. Auch wenn der Fehler sofort eingegrenzt werden kann, muss im Fall eines schwer zugänglichen, unter Umständen sogar vergrabenen Zwischenverstärkers mit verhältnismässig langen Zeiten bis zur Behebung der Störung gerechnet werden. Im Interesse der Betriebssicherheit ist der Aufwand für eine Ersatzleitung gerechtfertigt.
- Der Ausfall eines PCM-Systems beeinträchtigt die Verkehrsabwicklung auf einem kleinen (im Extremfall aus einem einzigen System bestehenden) Bündel stärker als auf einem grossen. Die Ersatzleitung ist folglich für kleine Bündel besonders wichtig, obwohl der zusätzliche Aufwand auf der Leitungsseite im Extremfall 100% beträgt.

#### 5. Dienstleitung

Bei Arbeiten an Zwischenverstärkern ist es für den Ausführenden äusserst wichtig, mit den Endpunkten der Leitung in telephonischem Kontakt zu stehen, damit er ständig über die Auswirkungen seines Tuns informiert werden kann. Zu diesem Zweck läuft mit jeder PCM-Anlage eine zweidrähtige Dienstleitung im Kabel mit, die in jeden Zwischenverstärkerkasten eingeführt ist. Durch Anschalten eines Feldtelefons oder einer Gegensprechanlage besteht Kontaktmöglichkeit mit den Endpunkten der Leitung. Bei Bedarf kann die Dienstleitung im Zwischenverstärkerkasten pupinisiert werden.

Je nach dem angewandten System lässt sich die Dienstleitung gleichzeitig auch für die Fehlerortung benützen. Bei Kabelfehlern kann sie zudem zur Fehlereingrenzung beigezogen werden, weshalb sie in jedem Zwischenverstärkerkasten durch Ziehen eines Bügels auftrennbar ist.

fabriques suisses. Il sied de souligner que ce système a finalement été retenu parce qu'il a affronté avec succès les essais réalisés à Berne-Mattenhof.

#### 3. Construction des équipements terminaux

Il s'est bien vite révélé que la construction type 62, utilisée actuellement d'une manière générale pour les équipements de lignes, ne se prêtait pas aux équipements terminaux des installations MIC. Etant données les concentrations qu'il est possible d'obtenir ici – présentement 120 voies par bâti –, il n'est plus permis d'envisager un raccordement au moyen de strips dans la tête du bâti. Le câblage de station est amené plus judicieusement par un canal appliqué sur le côté du bâti directement aux châssis câblés préalablement.

Vu que, lorsque la première série d'équipements MIC a été commandée, la nouvelle construction type 72 pour équipements de lignes n'était pas encore en travail, on laissa aux fournisseurs toute latitude dans le choix de la construction. Avant d'être réalisés, les projets durent néanmoins être soumis à la section des équipements de lignes de la direction générale des PTT qui exprima certains désirs. De hauteurs normalisées à 2736 et 2196 mm, les bâtis sont construits pour abriter 4 respectivement 3 systèmes à 30 voies. La *figure 1* montre un bâti que Hasler SA a choisi de construire, tandis que la *figure 2* reproduit la variante de Standard Téléphone et Radio SA, qui repose essentiellement sur le modèle ISEP. Ces constructions provisoires ont permis de recueillir des expériences dont profitera la construction type 72 pour équipements de lignes; cette dernière sera aussi appliquée lors du développement des futurs équipements terminaux MIC.

#### 4. Circuit

Vu l'importance des installations, il fut en principe décidé de doter *chaque* faisceau MIC d'un circuit de secours toujours prêt à fonctionner et soumis à une surveillance permanente; un défaut se produisant en un point quelconque de la ligne doit être signalé par une alarme. Un système d'exploitation tombe-t-il en panne, il doit être possible en un temps très bref de commuter aux deux extrémités, par une simple manipulation, sur le circuit de secours.

Cette décision a été prise au vu des considérations suivantes:

- Malgré la faible probabilité des défauts pouvant affecter les équipements transistorisés modernes, il convient néanmoins de s'attendre à une défaillance d'un répéteur. Même si le défaut peut être immédiatement localisé, il n'en reste pas moins que, surtout s'il s'agit d'un répéteur difficilement accessible, voire enterré, il faut compter avec un temps relativement long pour réparer le dérangement.

## 6. Fehlereingrenzung

Da bei PCM-Anlagen eine Fehlereingrenzung mit konventionellen Messmethoden nicht möglich ist, muss schon auf Grund der auftretenden Alarme die Bestimmung der defekten Einheit möglich sein. Durch direktes Schlaufen der beiden Übertragungsrichtungen am Trennpunkt zwischen Endausrüstung und Leitung kann ferner ermittelt werden, ob der Fehler in der Endausrüstung oder auf der Leitung zu suchen ist.

Bei einem Fehler auf der Leitung wäre eine Eingrenzung durch Messungen an den Zwischenverstärkern zu aufwendig und zu langsam, da sich diese in zum Teil mit Erde überdeckten Schächten befinden. Eine besondere Fehlerortungseinrichtung zur Bestimmung des gestörten Verstärkers, beziehungsweise Verstärkerfeldes bei Kabelstörungen, ist folglich unumgänglich. Zur Verwirklichung solcher Fehlerortungssysteme sind verschiedene Verfahren bekannt, deren Wahl dem Lieferanten überlassen wird. Grundsätzlich werden folgende Eigenschaften des Fehlerortungssystems gefordert:

- Bestimmung des defekten Zwischenverstärkers bei intakter Fernspeisung.
- Bestimmung des gestörten Verstärkerfeldes bei Kurzschluss oder Unterbruch der Fernspeisung (Kabelfehler).
- Fehlerortung von den beidseitigen Endausrüstungen aus.
- Durch das Fehlerortungssystem dürfen in den Übertragungspfad keine zusätzlichen, die Störanfälligkeit erhöhenden Elemente, wie Relais usw., eingefügt werden.

Die Fehlerortungssysteme beider Lieferanten erfüllen diese Bedingungen. Dabei kann mit entsprechendem Aufwand der Bedienungskomfort in weiten Grenzen variiert werden. So wäre es zum Beispiel möglich, unter Zuhilfenahme einer Fernsteuerung, Fehler in *beiden* Übertragungsrichtungen von *einem* Endpunkt aus zu orten. Auf allen zeitsparenden Komfort wurde aber aus folgenden Gründen bewusst verzichtet:

- Die erste Bewegung beim Auftreten eines Fehlers auf der Leitung ist deren Ersatzschaltung. Damit steht das System wieder im Betrieb und die endgültige Fehlerbehebung ist nicht mehr vordringlich.
- Zur Ersatzschaltung muss ohnehin an beiden Enden ein Mann anwesend sein (es wäre allerdings auch hier grundsätzlich eine Fernsteuerung denkbar). Deshalb können für die Fehlerortung beide Endpunkte als bemannt vorausgesetzt werden.

## 7. Anpasssätze für Gleichstromwahl

Im schweizerischen PCM-System verfügt jeder Sprechkanal über je zwei Signalisierkanäle in jeder Übertragungs-

richtung. La sécurité de l'exploitation justifie amplement la dépense d'un circuit de secours.

- La défaillance d'un système MIC nuit plus gravement à l'écoulement du trafic sur un petit faisceau (ne comprenant dans le cas extrême qu'un unique système) que sur un grand. C'est pourquoi le circuit de secours est particulièrement important pour les petits faisceaux, bien que la dépense supplémentaire pour la ligne atteigne 100% dans le cas extrême.

## 5. Ligne de service

Lorsqu'un agent effectue des travaux aux répéteurs, il est primordial qu'il soit en contact téléphonique avec les extrémités de la ligne pour être constamment informé des répercussions que provoquent ses interventions. Il est donc normal qu'une ligne de service à deux fils, introduite dans chaque caisson de répéteurs, emprunte le câble conjointement à chaque installation MIC. En connectant un téléphone de campagne ou une installation d'intercommunication, on peut établir le contact avec les extrémités de la ligne. Au besoin même, la ligne de service peut être pupinisée dans le caisson de répéteurs.

Suivant le système utilisé, la ligne de service peut être utilisée simultanément pour la localisation des défauts. De plus, lorsqu'il s'agit de dérangements de câbles, on peut la mettre à contribution pour localiser le défaut; pour ce faire, il est possible de l'isoler dans chaque caisson de répéteurs en retirant un étrier.

## 6. Localisation des défauts

Les méthodes de mesure conventionnelles ne permettant pas de localiser les défauts affectant les installations MIC, il doit déjà être possible de déterminer l'unité défectueuse d'après les alarmes. En reliant directement les deux sens de transmission au point de coupure entre l'équipement terminal et la ligne, on peut en outre établir si le défaut doit être recherché dans l'équipement terminal ou sur la ligne.

S'agissant d'un défaut sur la ligne, il serait trop coûteux et trop long de le localiser en procédant à des mesures aux répéteurs qui se trouvent en partie dans des chambres recouvertes de terre. C'est pourquoi il est indispensable de posséder un équipement spécial de localisation des défauts pour déterminer le répéteur perturbé ou la section d'amplification dans le cas de dérangements de câbles. Il existe plusieurs méthodes pour réaliser pareils systèmes et le choix est laissé au fournisseur qui doit en principe observer les caractéristiques suivantes:

- Détermination du répéteur défectueux lorsque la téléalimentation fonctionne normalement.
- Détermination de la section d'amplification dérangée

richtung, die mit  $SZ_1$  und  $SZ_1'$  beziehungsweise  $SZ_2$  und  $SZ_2'$  bezeichnet werden. Über diese Signalisierkanäle können sowohl Impulse wie auch Dauersignale übertragen werden, und zwar selbst während des Gesprächs. Ist die Zentrale mit Wechselstrom-Leitungssätzen ausgerüstet, so wird für jede Übertragungsrichtung nur ein Signalisierkanal benützt, nämlich  $SZ_1$  und  $SZ_2$ . Mit einem verhältnismässig einfachen Anpasssatz können jedoch zentralen-seitige Gleichstrom-Zustandssignale in einen Code umgewandelt werden, der über die vorhandenen zwei Signalisierkanäle jeder Richtung übertragen wird.

Diese Anpasssätze sind einfacher und billiger als die konventionellen Relaisätze zur Umwandlung der Gleichstrom- in Wechselstromsignalisierung, wie sie bisher beim Einsatz von C-Träger-Anlagen oft verwendet wurden. Kommen PCM-Systeme zwischen Zentralen mit Gleichstromsignalisierung zur Anwendung, wird man folglich gerne von dieser neuen Möglichkeit der Anpassung Gebrauch machen.

Die Firma Standard Telephon und Radio AG liefert zu ihren PCM-Anlagen bei Bedarf solche Anpasssätze für Gleichstromwahl. Zusammen mit der Endausrüstung sind sie im gleichen Gestell untergebracht. Dabei nehmen 30 Anpasssätze den Platz einer 30-Kanal-Endausrüstung ein und können anstelle einer solchen eingesetzt werden. Der verwendete Code zur Signalisierung der verschiedenen Betriebszustände in einem heute üblichen System der Gleichstrom-Zustandssignalisierung zeigt als Beispiel *Tabelle I*.

## 8. Verstärkerschächte

Wie bereits erwähnt, werden die PCM-Zwischenverstärker (repeater) in Schächten untergebracht. Da die Zwischenverstärker normalerweise in einen Pupinpunkt des Kabels zu liegen kommen, bietet sich grundsätzlich die Möglichkeit der Unterbringung des Verstärkerkastens direkt im Pupinschacht, wenn ein solcher vorhanden ist. Sehr oft erlauben jedoch die Platzverhältnisse im Pupinschacht ein solches Vorgehen nicht, weshalb ein spezieller Verstärkerschacht gebaut werden muss. Die Ausfallwahrscheinlichkeit der PCM-Zwischenverstärker ist so niedrig, dass diese nicht unbedingt in einem Einstiegschacht untergebracht werden müssen; ein einfacher Plattenschacht genügt vollkommen.

Bei der Inbetriebsetzung einer PCM-Anlage wird so vorgegangen, dass zuerst die notwendigen Verstärkerschächte gebaut werden. Anschliessend werden auf der ganzen Länge des Kabels die entsprechenden Adern entpupiniert und die Verstärkerkasten über besondere Kabel angeschlossen. Hierauf werden vom Personal der Lieferfirma die Verstärkereinschübe eingesetzt und der Test der gesamten

lorsque la téléalimentation est court-circuitée ou interrompue (défaut de câble).

- Localisation des défauts à partir des équipements terminaux des deux extrémités.
- Le système de localisation des défauts ne doit introduire dans la voie de transmission aucun élément supplémentaire, tel que relais, etc., augmentant la sensibilité aux dérangements.

Les systèmes de localisation des défauts de deux fournisseurs répondent aux conditions précitées. A ce propos, il convient de remarquer qu'en engageant les dépenses voulues on peut obtenir toute une gamme de facilités de service. Il serait par exemple possible, en utilisant une télécommande, de localiser les défauts dans les *deux* sens de transmission à partir *d'une seule* extrémité. Mais on a sciemment renoncé à toutes ces commodités économisant du temps pour les motifs suivants:

- Lorsqu'un défaut apparaît sur une ligne, la première chose à faire consiste à passer sur le circuit de secours. Il s'ensuit que le système est à nouveau en service et que la réparation du dérangement n'est plus urgente.
- Pour commuter sur le circuit de secours, un agent doit en outre être présent aux deux extrémités (on pourrait très bien s'imaginer une télécommande ici aussi). C'est pourquoi on peut supposer que, pour la localisation des défauts, les deux extrémités sont desservies.

## 7. Adaptateurs pour sélection à courant continu

Dans le système MIC suisse, chaque voie téléphonique possède deux canaux de signalisation dans chaque sens de transmission, désignés par  $SZ_1$  et  $SZ_1'$ , respectivement  $SZ_2$  et  $SZ_2'$ , qui transmettent aussi bien des impulsions que des signaux permanents même pendant la conversation. Le central est-il doté de groupes de lignes à courant alternatif, seul un canal de signalisation, soit  $SZ_1$  et  $SZ_2$ , sera utilisé pour chaque sens de transmission. Toutefois, un adaptateur relativement simple permet de convertir les signaux d'état du courant continu du central en un code que transmettent les deux canaux de signalisation de chaque direction.

Ces adaptateurs sont plus simples et meilleur marché que les groupes de relais destinés à transformer la signalisation à courant continu en signalisation à courant alternatif, tels qu'ils ont été fréquemment utilisés jusqu'ici lors de l'emploi d'installations à courants porteurs C. Lorsqu'il s'agit de relier des centraux à signalisation à courant continu par des systèmes MIC, on aura intérêt à faire usage de cette nouvelle possibilité d'adaptation.

Pour leurs installations MIC, les établissements Standard Téléphone et Radio SA fournissent au besoin ces adaptateurs pour sélection à courant continu qui sont logés dans

Table 1: Heute übliches System der Gleichstrom-Zustandssignalisierung und Codierung der Zustände zur Übertragung über eine PCM-Anlage.

Zustand der Vermittlungsausrüstung			Zustand der Schlaufe	Signale auf der PCM-Strecke			
				SZ →	SZ' →	SZ ←	SZ' ←
1	Ruhezustand	→	offen	0	0	0	0
2	Belegung	→	hochohmig	1	0	1	0
3	Bereitschaft	←	niederohmig	1	0	1	1
4	Ziffernimpulse	→	Trennimpulse (60/40 ms)	0	0	1	1
5	Wahlschluss	←	hochohmig	1	0	1	0
6	Sprechen: ohne Rückwärtszählung	←	niederohmig	1	0	1	1
	mit Rückwärtszählung	←	hochohmig	1	0	1	0
7	Eingehängt	←	hochohmig	1	0	1	0
8	Auslösen	→	offen	0	0	0	0
9	Sperrern	←	umpolen (Speisung rückwärts)	0	0	0	1
10	Nachrufen	→	umpolen	1	1	1	0
11	Rückwärtszählung	←	niederohmig (100-ms-Impuls)	1	0	1	1

Tableau 1: Système actuellement d'usage courant pour la signalisation de l'état du courant continu et codage des états pour la transmission sur une installation MIC.

Etat de l'équipement de transmission			Etat du lacet	Signaux sur le tronçon MIC			
				SZ →	SZ' →	SZ ←	SZ ←
1	Etat de repos	→	Ouvert	0	0	0	0
2	Occupation	→	A forte résistance ohmique	1	0	1	0
3	Disponibilité	←	A faible résistance ohmique	1	0	1	1
4	Impulsions des chiffres	→	Impulsions de coupure (60/40 ms)	0	0	1	1
5	Fin de sélection	←	A forte résistance ohmique	1	0	1	0
6	Conversation: sans comptage en arrière	←	A faible résistance ohmique	1	0	1	1
	avec comptage en arrière	←	A forte résistance ohmique	1	0	1	0
7	Raccroché	←	A forte résistance ohmique	1	0	1	0
8	Libération	→	Ouvert	0	0	0	0
9	Blocage	←	Inversion des pôles (alimentation en arrière)	0	0	0	1
10	Rappel	→	Inversion des pôles	1	1	1	0
11	Comptage en arrière	←	A faible résistance ohmique (impulsion de 100 ms)	1	0	1	1

Anlage durchgeführt. Schliesslich führt die Sektion Niederfrequenztechnik (V2) der Generaldirektion PTT oder der Verstärkerdienst der Kreistelephondirektion noch eine Abnahmekontrolle durch, worauf erst die Plattenschächte überdeckt werden können. Dies führt dazu, dass die Gruben der Plattenschächte während 3 bis 4 Monaten offen bleiben müssen. Befinden sich diese in dicht besiedelten Gebieten auf Wegen, Trottoirs oder Hausvorplätzen, ist die Belästigung und Gefährdung der Öffentlichkeit zu gross. Man nimmt in solchen Fällen einen bescheidenen Mehraufwand in Kauf und baut einen Einstiegschacht, der nach dessen Bau sofort geschlossen wird und niemanden mehr stört.

Um ein einheitliches Vorgehen bei der Wahl der Schachtart und -grösse zu gewährleisten, sind gegenwärtig Richtlinien für die Unterbringung von PCM-Zwischenverstärkern in Arbeit, die an die zuständigen Stellen abgegeben werden.

le même bâti que l'équipement terminal. Il convient de relever que 30 adaptateurs prennent la place d'un équipement terminal à 30 voies et peuvent le remplacer. A titre d'exemple, le tableau 1 montre le code employé pour la signalisation des différents états de service dans un système usuel de signalisation d'état à courant continu.

## 8. Chambres d'amplificateurs

Ainsi que cela a déjà été mentionné, les caissons de répéteurs MIC sont logés dans des chambres qui coïncident normalement avec un point Pupin du câble, ce qui permet en principe d'utiliser directement la chambre Pupin lorsqu'il en existe une. Mais la place nécessaire dans la chambre Pupin ne permettant très souvent pas de procéder ainsi, il faut construire spécialement une chambre de répé-

## 9. Standort der Verstärkerschächte

Befinden sich die PCM-Zwischenverstärker in den Pupinpunkten des Kabels, beträgt die Verstärkerfeldlänge 1830 m. Es kann jedoch vorkommen, dass das Kabeltrasse durch unwegsames Gebiet führt und ein oder mehrere Pupinpunkte im Winter oder gar dauernd nur sehr schwer zugänglich sind. Der Standort der Verstärkerschächte sollte sich aber wenn immer möglich in der Nähe einer Strasse oder eines befahrbaren Weges befinden. Um dieser Forderung nachzukommen, muss deshalb in solchen Fällen um eine oder mehrere Baulängen nach oben oder unten von der idealen Verstärkerfeldlänge von 1830 m abgewichen werden.

Der B-Code-Zwischenverstärker, wie er im schweizerischen PCM-System zum Einsatz gelangt, ist für eine Kabeldämpfung von 16...36 dB bei 1280 kHz ausgelegt. Zwischen diesen weit auseinander liegenden Grenzen arbeitet der Verstärker anstandslos, ohne dass irgendwelche Anpassungen vorgenommen werden müssen. Der Bereich, innerhalb dem sich die Verstärkerfeldlänge bewegen kann, ausgedrückt in km oder Baulängen, ist vom Aderdurchmesser abhängig und in *Tabelle II* festgehalten. Die Extremfälle für Aderdurchmesser  $\leq 1,0$  mm sind in der Tabelle kursiv gedruckt; die Werte zeigen, dass sich der Verstärkerschacht unter allen Umständen um mindestens eine Baulänge vom Pupinpunkt entfernt befinden kann. Bei dickeren Adern wird die Dämpfung so klein, dass die normale Verstärkerfeldlänge auf zwei Pupinfeldlängen erweitert werden muss. Eine Abweichung davon ist aber innerhalb bestimmter Grenzen auch hier möglich.

*Tabelle II:* Verstärkerfeldlänge in Abhängigkeit des Aderdurchmessers, ausgedrückt in km und Baulängen.

Aderdurchmesser in mm	Verstärkerfeldlänge in km	in Baulängen
0,6	0,9...2,1	4... 9
0,8	1,2...2,7	5...12
1,0	1,5...3,5	7...16
1,3	2,1...4,7	9...21

## 10. Verstärkerkasten

Eine kleine Arbeitsgruppe innerhalb der Linienabteilung hat in enger Zusammenarbeit mit der Firma Hasler AG ein Pflichtenheft für PCM-Zwischenverstärkerkasten aufgestellt. Sämtliche von 1970 an zur Ablieferung gelangenden PCM-Anlagen sind mit Verstärkerkasten bestückt, die diesem Pflichtenheft entsprechen. Sie werden in zwei verschiedenen Grössen hergestellt und bieten 16 oder 6 Verstärkerpaaren Platz. Der grosse Kasten, dessen Abmessungen aus *Figur 3* hervorgehen, lässt sich noch eben durch ein

teurs qui ne doit pas être à tout prix une chambre avec accès, vu la probabilité très faible de défaillance des répéteurs; une simple chambre à dalles suffit amplement. Lorsqu'on met en service une installation MIC, on fera en sorte que les chambres de répéteurs nécessaires soient tout d'abord construites. Ensuite, on dépupinise les conducteurs nécessaires sur toute la longueur du câble et on raccorde les caissons de répéteurs par l'entremise de câbles spéciaux. Sur ce, le personnel du fournisseur met en place les unités enfichables des répéteurs et procède au test de l'installation complète. Finalement, la section de la basse fréquence (V 2) de la direction générale des PTT ou le service des amplificateurs de la direction d'arrondissement des téléphones font encore un contrôle de réception. Ce n'est qu'alors que les chambres à dalles peuvent être recouvertes, ce qui porte à 3 ou 4 mois le temps durant lequel les fouilles doivent rester ouvertes. Lorsqu'elles se trouvent dans des endroits très peuplés, sur des chemins, des trottoirs ou dans des cours de maisons, elles constituent un danger pour le public. En pareils cas, il vaut la peine de supporter une modeste dépense supplémentaire et de construire une chambre avec accès qui, dès qu'elle est construite, est immédiatement fermée et ne dérange plus personne.

Pour que le choix uniforme du genre et de la grandeur des chambres soit assuré, des directives réglant la mise en place des répéteurs MIC sont actuellement en préparation et seront remises aux services intéressés.

## 9. Emplacement des chambres de répéteurs

Lorsque les répéteurs MIC se trouvent aux points Pupin du câble, la longueur de la section d'amplification est de 1830 mètres. Mais il peut arriver que le tracé du câble emprunte une région impraticable et qu'un ou plusieurs points Pupin ne soient que très difficilement accessibles en hiver ou même durant toute l'année. Mais les chambres de répéteurs devraient si possible être situées à proximité d'une route ou d'un chemin carrossable. C'est pourquoi, pour se conformer à cet impératif, il faut en pareils cas s'écarter d'une ou de plusieurs longueurs de construction en plus ou en moins de la longueur de la section d'amplification idéale de 1830 mètres.

Le répéteur de code B, tel qu'il est utilisé dans le système MIC suisse, est construit pour un affaiblissement des câbles de 16...36 dB à 1280 kHz. Entre ces deux limites très éloignées l'une de l'autre, le répéteur fonctionne de manière impeccable, sans qu'il soit nécessaire de procéder à des adaptations quelconques. Les limites entre lesquelles la longueur de la section d'amplification, exprimée en kilomètres ou en longueurs de construction, peut varier sont

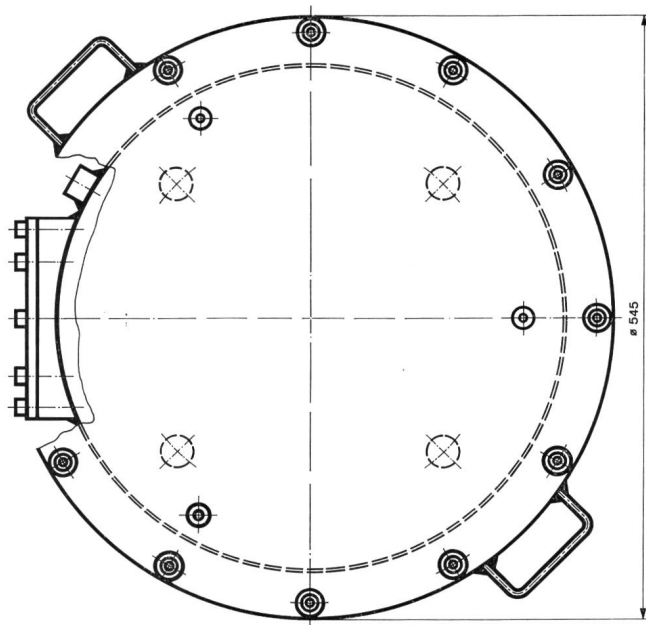
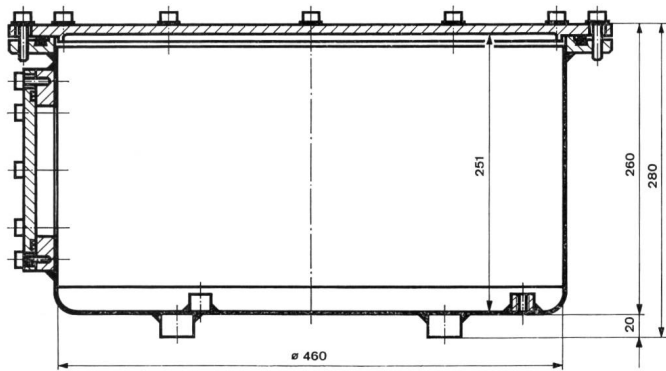


Fig. 3  
PCM-Zwischenverstärkerkasten zur Aufnahme von 16 Verstärkerpaaren  
Caisson de répéteurs MIC destiné à recevoir 16 paires de répéteurs

normales Einstiegloch in den Schacht bringen. Die Ausführung für sechs Verstärkerpaare ist für kleine PCM-Anlagen vorgesehen; der gleiche Kasten wird aber auch für die Unterbringung von HF-TR-Zwischenverstärkern verwendet.

Durch die runde Form der Verstärkerkasten lassen sich die Dichtungsprobleme besonders gut beherrschen. Es handelt sich um eine Schweisskonstruktion aus feuerverzinktem Stahlblech, die die verhältnismässig preisgünstige Herstellung selbst kleiner Serien ermöglicht. Der Kasten nimmt einen rechteckigen Rahmen auf, der fertig verdrahtet ist und die Stecker für den Anschluss der Verstärker ent-

funktion du diamètre des conducteurs et sont représentées au *tableau II*.

*Tableau II*: Longueur de la section d'amplification en fonction du diamètre des conducteurs, exprimée en kilomètres et en longueurs de construction.

Diamètre des conducteurs en mm	Longueur de la section d'amplification en km	en longueurs de construction
0,6	0,9...2,1	4... 9
0,8	1,2...2,7	5...12
1,0	1,5...3,5	7...16
1,3	2,1...4,7	9...21

Les cas extrêmes pour les conducteurs de diamètre  $\leq 1,0$  mm sont imprimés en italique dans le tableau; les valeurs montrent que la chambre des répéteurs peut se trouver à une distance d'au moins une longueur de construction du point Pupin. Pour les conducteurs plus épais, l'affaiblissement est si petit que la longueur normale d'une section d'amplification doit être portée à deux longueurs de section Pupin. Il est évidemment ici aussi possible de s'écarter de cette règle dans certaines limites.

## 10. Caisson de répéteurs

En étroite collaboration avec Hasler SA, un petit groupe de travail de la division des lignes a établi un cahier des charges pour caissons de répéteurs MIC. A partir de 1970, toutes les installations MIC livrées seront dotées de caissons de répéteurs répondant à ce cahier des charges. Ces caissons sont de deux grandeurs différentes et peuvent recevoir 16 ou 6 paires de répéteurs: le grand, dont les dimensions sont données à la *figure 3*, passe encore tout juste à travers le trou d'accès de la chambre, tandis que le modèle pour 6 paires de répéteurs est destiné aux petites installations MIC; le même caisson est aussi utilisé pour les amplificateurs intermédiaires de télédiffusion à haute fréquence.

La forme arrondie du caisson permet de résoudre les problèmes que pose l'étanchéité d'une manière particulièrement élégante; il s'agit d'une construction soudée en tôle d'acier zinguée au feu, dont la fabrication est d'un prix relativement favorable même pour de petites séries. Le caisson renferme un cadre rectangulaire qui est câblé définitivement et porte les fiches nécessaires au raccordement des répéteurs; les répéteurs y sont enfichés suivant les besoins.

Destiné à établir la liaison avec le manchon de dérivation, le câble de raccordement livré séparément est fermé d'un côté par un cône rempli d'araldite qui se visse au caisson de répéteurs pour former une fermeture étanche à l'air et à l'eau. Les différents conducteurs sont reliés à une réglette

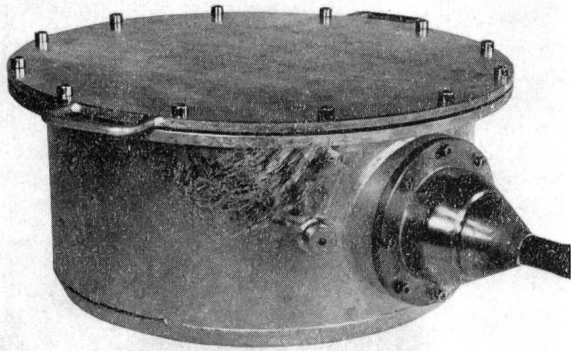


Fig. 4  
PCM-Zwischenverstärkerkasten für 16 Verstärkerpaare, geschlossen, mit Anschlusskabel  
Caisson de répéteurs MIC pour 16 paires de répéteurs, fermé, avec câble de raccordement

hält. In diesen Rahmen werden schliesslich die Verstärker nach Bedarf eingeschoben.

Das Anschlusskabel, das die Verbindung zur Abzweigmuffe herstellt, wird gesondert angeliefert. Es ist einseitig durch einen mit Araldit ausgegossenen Konus abgeschlossen, der am Verstärkerkasten luft- und wasserdicht angeschraubt wird. Die einzelnen Adern werden an einer Anschlussleiste im Kasteninnern durch Wrappen mit der Verdrahtung des Verstärkerrahmens verbunden. (Es ist das erstmal, dass in der Schweiz das Wire-wrap-Verfahren bei der Kabelmontage angewendet wird.)

Für grosse Anlagen mit 17...30 PCM-Systemen kann der neu entwickelte Kleinkoaxial-Verstärkerkasten verwendet werden. Sollten noch grössere Anlagen gebaut werden, müssten die Verstärker in zwei oder mehreren 16er-Kasten untergebracht werden. Diese sind so konstruiert, dass sie erforderlichenfalls gestapelt werden können.

Figur 4 zeigt den geschlossenen 16er-Kasten mit dem Anschlusskabel; in Figur 5 ist der im Kasten untergebrachte, unbestückte Einschubrahmen mit der Anschlussleiste sichtbar.

## 11. Anschlusskabel

Im Kabel werden durch geeignete Wahl der mit PCM belegten Aderpaare die beiden Übertragungsrichtungen örtlich voneinander getrennt, um das Nahend-Nebensprechen möglichst klein zu halten. Im Anschlusskabel, das nur PCM-Adern enthält, werden aber beide Richtungen wieder nahe zusammengerückt. Da in unmittelbarer Nähe des Verstärkers die Pegelunterschiede am grössten sind, ist im Anschlusskabel ein Schutz gegen Nahend-Nebensprechen

de raccordement à l'intérieur du caisson par boudinage avec le câblage du cadre des répéteurs. (C'est la première fois qu'en Suisse la connexion wire-wrap est appliquée au montage des câbles.)

Le caisson d'amplificateurs pour câbles coaxiaux à conducteurs de petit diamètre, mis au point dernièrement, peut être mis à contribution pour les grandes installations de 17 à 30 systèmes MIC. S'il fallait construire des installations encore plus grandes, il conviendrait de loger les répéteurs dans deux ou plusieurs caissons à 16 répéteurs, qui sont construits de telle sorte que, si cela se révèle nécessaire, ils peuvent être placés les uns sur les autres.

La figure 4 montre un caisson à 16 répéteurs fermé et son câble de raccordement, tandis que la figure 5 présente le cadre des unités enfichables vide qu'abrite le caisson, avec la réglette de raccordement.

## 11. Câble de raccordement

En choisissant de façon appropriée les paires de conducteurs occupées par les systèmes MIC, on sépare localement

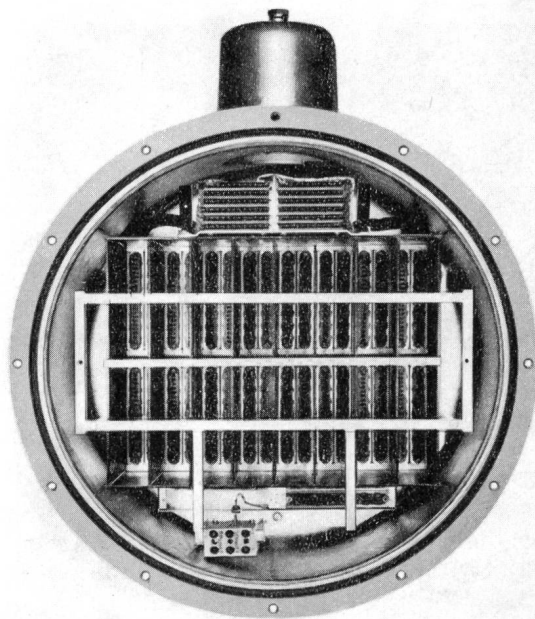


Fig. 5  
PCM-Zwischenverstärkerkasten für 16 Verstärkerpaare, geöffnet, mit unbestücktem Einschubrahmen, Rahmen zur Fixierung der Einschübe und Anschlussleiste  
Caisson de répéteurs MIC pour 16 paires de répéteurs, ouvert, avec cadre pour unités enfichables vide, cadre destiné à fixer les unités enfichables et réglette de raccordement

besonders wichtig. Dieser wird durch einen Schirm erreicht, der die hohen Pegel führenden Aderpaare von jenen mit niedrigem Pegel trennt.

Das Anschlusskabel, das in zwei Typen an Lager liegt, besteht aus Adern von 0,5 mm Durchmesser mit Polyäthylen-Isolation. Die Querschnitte der beiden Kabeltypen zeigt *Figur 6*; die Zuordnung der Vierer ist in *Tabelle III* festgehalten.

*Tabelle III:* Zuordnung der Vierer in den PCM-Anschlusskabeln.

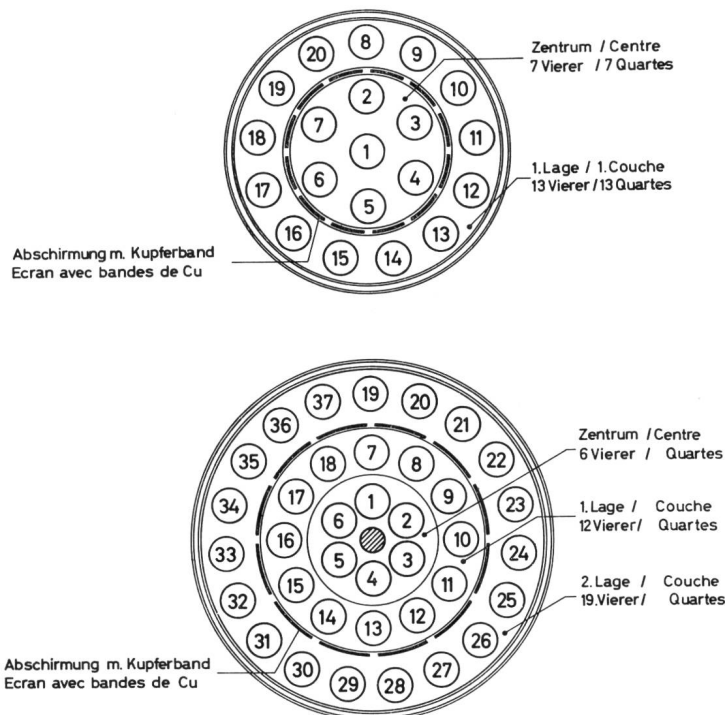
Verwendung		Typ $40 \times 2 \times 0,5$	Typ $74 \times 2 \times 0,5$
Verstärker- eingang (Pegel niedrig)	von Amt A	Vierer 1...3	Vierer 1...8
	von Amt B	Vierer 5...7	Vierer 10...17
Verstärker- ausgang (Pegel hoch)	nach Amt B	Vierer 8...10	Vierer 19...26
	nach Amt A	Vierer 12...14	Vierer 28...35
Dienstlei- tungen 1 und 2	Seite Amt A	Vierer 4	Vierer 9 oder 36
	Seite Amt B	Vierer 11	Vierer 18 oder 27
Reserve (im Konus isoliert)		Vierer 15...20	Vierer 37

dans le câble les deux sens de transmission pour maintenir la paradiaphonie aussi faible que possible. Mais les deux directions sont à nouveau regroupées dans le câble de raccordement qui ne contient que des conducteurs MIC. Les différences de niveaux étant les plus grandes à proximité immédiate du répéteur, il est particulièrement important que le câble de raccordement ait une protection contre la paradiaphonie, réalisée par le biais d'un écran séparant les paires de conducteurs à niveau élevé de celles à bas niveau.

Il existe en magasin deux types de câble de raccordement composés de conducteurs de 0,5 mm de diamètre avec isolation de polyéthylène. La *figure 6* montre leurs sections et le *tableau III* fixe l'affectation des quartes dans les câbles de raccordement MIC.

*Tableau III:* Affectation des quartes dans les câbles de raccordement MIC.

Emploi		Type $40 \times 2 \times 0,5$	Type $74 \times 2 \times 0,5$
Entrée d'am- plificateur (niveau bas)	du central A	Quartes 1...3	Quartes 1...8
	du central B	Quartes 5...7	Quartes 10...17
Sortie d'am- plificateur (niveau élevé)	au central B	Quartes 8...10	Quartes 19...26
	au central A	Quartes 12...14	Quartes 28...35
Lignes de service 1 et 2	côté central A	Quarte 4	Quarte 9 ou 36
	côté central B	Quarte 11	Quarte 18 ou 27
Réserve (isolée dans le cône)		Quartes 15...20	Quarte 37



**Fig. 6**  
Querschnitte der Anschlusskabel  $40 \times 2$  und  $74 \times 2$   
Sections des câbles de raccordement  $40 \times 2$  et  $74 \times 2$

Les conducteurs destinés à la modulation par impulsions et codage sont épissés dans les centraux avant la tête de câble et sont amenés, par l'intermédiaire d'un câble de raccordement du même type que ceux qui sont employés dans les répéteurs, aussi près que possible de l'équipement terminal où ils aboutissent sur des strips de coupure Stoppani. Le sens de réception (niveau bas) est placé au centre du câble de raccordement, où il est tout spécialement bien protégé contre les influences perturbatrices extérieures.

## 12. Influences

Un avantage primordial et toujours cité de la modulation par impulsions et codage est son insensibilité à la diaphonie et aux autres influences perturbatrices. Il est de fait qu'un système MIC fonctionne encore de façon impeccable lorsque le signal perturbateur atteint presque l'amplitude

Die für PCM bestimmten Adern werden in den Zentralen vor dem Endverschluss abgespleisst. Über ein Anschlusskabel vom gleichen Typ, wie sie in den Zwischenverstärkern verwendet werden, werden die Adern möglichst nahe zur Endausrüstung geführt, wo sie auf Stoppani-Trennstrips endigen. Die Empfangsrichtung (tiefer Pegel) kommt im Anschlusskabel ins Zentrum zu liegen, wo sie gegen äussere Störeinflüsse besonders gut abgeschirmt ist.

## 12. Beeinflussungsfragen

Ein wesentlicher, immer wieder zitierter Vorteil der PCM ist deren Unempfindlichkeit gegen Nebensprechen und andere Störbeeinflussungen. Tatsächlich arbeitet ein PCM-System noch einwandfrei, wenn das Störsignal nahezu die Amplitude des Nutzsignals erreicht. Ist nur ein Störer vorhanden, entspricht dies einer Nebensprechdämpfung von nur wenig mehr als Null. Wirken aber mehrere Störer, muss die Nebensprechdämpfung für den einzelnen Störer entsprechend höher sein. Mit anderen Worten: die maximale Zahl PCM-Systeme, die in einem Kabel betrieben werden können, hängt von der Nebensprechdämpfung des Kabels ab und ist jedenfalls nicht unbegrenzt.

Einzelne Störer mit sehr hohem Pegel können ebenfalls zu Beeinflussungen führen. Versuche haben gezeigt, dass besonders auf Leitungen mit Gleichstromwahl hohe Spannungsspitzen entstehen, die via Nahend-Nebensprechen im gleichen Kabel verlaufende PCM-Systeme empfindlich stören können. In solchen Fällen müssen sämtliche als Störer in Frage kommenden Leitungen entstört werden. Das dabei einzuschlagende Vorgehen ist von Fall zu Fall zu bestimmen. Ein viel ernsteres Problem bilden die Beeinflussungen im umgekehrten Sinn. Infolge ihres sehr breitbandigen und energiereichen Spektrums vermögen PCM-Systeme im gleichen Kabel verlaufende Trägersysteme empfindlich zu stören. Neben C-Trägersystemen betrifft dies in erster Linie HF-TR-Zubringerleitungen. Durch den Einfluss eines PCM-Systems kann dabei das Geräusch in bestimmten HF-TR-Kanälen bis 3 Neper über die Toleranzgrenze ansteigen. Als einzige voll wirksame Gegenmassnahme bietet sich zurzeit nur das Ausweichen mit dem HF-TR auf ein anderes Kabel an, wobei ein solches allerdings leider nur sehr selten zur Verfügung steht. Mit der Störung einzelner Abonnenten, die über streckenweise im Bezirkskabel verlaufende Aderpaare angeschlossen sind, muss in den meisten Fällen trotzdem gerechnet werden.

Die vollständige Ausschaltung des unerwünschten Einflusses auf die HF-TR-Zubringerleitung könnte durch die Übertragung des HF-TR mit PCM erreicht werden. Diese Möglichkeit wird gegenwärtig studiert; vorläufig müssen noch Methoden angewendet werden, die lediglich eine in

du signal utile. S'il n'existe qu'un perturbateur, cela équivaut à un affaiblissement diaphonique de très peu supérieur à zéro, mais si plusieurs perturbateurs produisent leurs effets, l'affaiblissement diaphonique d'un seul perturbateur doit être augmenté en conséquence. Cela revient à dire que le nombre maximal de systèmes MIC, qui peuvent être exploités dans un câble, dépend de l'affaiblissement diaphonique du câble et n'est en tout cas pas illimité.

Des perturbateurs isolés à très haut niveau peuvent également exercer des influences; des essais ont démontré que des pointes de tension élevées se produisent spécialement sur des lignes à sélection à courant continu, et peuvent perturber de façon sensible par paradiaphonie les systèmes MIC empruntant le même câble. En pareils cas, toutes les lignes considérées comme perturbatrices doivent être déparasitées et la méthode à choisir à cet effet doit être déterminée dans chaque cas. Les influences exercées dans le sens opposé constituent un problème beaucoup plus sérieux. Par suite de leur spectre à très large bande et de grande puissance, les systèmes MIC sont à même de perturber de façon sensible les systèmes à courants porteurs utilisant le même câble. Outre les systèmes à courants porteurs C, cela concerne tout particulièrement les circuits d'alimentation de la télédiffusion à haute fréquence. L'influence d'un système MIC peut faire augmenter le bruit dans certains canaux de télédiffusion à haute fréquence jusqu'à 3 népers au-dessus de la limite de tolérance. Actuellement, pour obtenir un résultat absolument efficace, il n'existe pas d'autre remède que de déplacer la télédiffusion à haute fréquence dans un autre câble qui, malheureusement, n'est disponible que dans des cas très rares. Il faut néanmoins compter dans la plupart des cas que les perturbations affecteront certains raccordements d'abonné qui sont reliés par l'entremise de paires de conducteurs empruntant des tronçons du câble rural.

On pourrait exclure toute l'influence des systèmes MIC sur la télédiffusion à haute fréquence en transmettant cette dernière en technique MIC. Cette possibilité fait actuellement l'objet d'études, mais en attendant il faut encore appliquer des méthodes qui ne réduisent l'influence que dans une mesure bien modeste:

- a) Choix approprié des conducteurs. Une couche, occupée uniquement par des circuits à basse fréquence, doit au moins se trouver entre la couche réservée à la transmission de la télédiffusion à haute fréquence et la première couche utilisée pour la modulation par impulsions et codage.
- b) Augmentation de la tension la plus basse de la télédiffusion à haute fréquence à quelque 100 mV par interconnexion d'un nombre plus élevé d'amplificateurs inter-

bescheidenem Rahmen liegende Verringerung der Beeinflussung bringen:

- a) Geeignete Wahl der Adern. Zwischen der den HF-TR führenden Lage und der ersten Lage mit PCM muss sich mindestens eine nur mit NF-Stromkreisen belegte Lage befinden.
- b) Erhöhung der niedrigsten HF-TR-Spannung auf etwa 100 mV durch Zwischenschalten von mehr und leistungsfähigeren Zwischenverstärkern. Die HF-TR-Verstärker sollen sich möglichst in der Mitte zwischen zwei PCM-Verstärkern befinden.
- c) Absenkung des PCM-Pegels bei tiefen Frequenzen durch teilweise Vorentzerrung am Verstärkerausgang (Preemphasis). Durch diese Massnahme wird allerdings die Störfähigkeit der PCM-Systeme erhöht.
- d) Die Störung von im Bezirkskabel mitlaufenden Teilnehmeranschlüssen kann vermindert werden durch Einspeisung des HF-TR direkt aus einem Zwischenverstärker kurz vor dem Abzweig aus dem Bezirkskabel.

Bei Kabeln mit kleiner Aderzahl lässt sich die Wahl der Adern gemäss a nicht verwirklichen, da die dazu notwendige Zahl von Lagen fehlt. Zur Abklärung des Vorgehens in solchen Fällen wurden während des Sommers 1969 an einem Kabel zwischen Langnau und Schangnau eingehende Messungen durchgeführt. Diese haben gezeigt, dass die Möglichkeit besteht, den HF-TR auf einem Sternphantom zu übertragen, wodurch die Nebensprechdämpfung im Mittel um 2 Neper besser wird als bei Übertragung auf dem Stamm. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Dämpfung des Sternphantoms rund 30% höher ist als jene des Stammes. Im übrigen wurde festgestellt, dass in jedem Verstärkerfeld Adern gefunden werden können, die den HF-TR verhältnismässig wenig beeinflussen, doch sind dazu umfangreiche Messungen notwendig, die die Ausserbetriebnahme des ganzen Kabels während längerer Zeit bedingen. Aus betrieblichen Gründen ist ein solches Vorgehen nicht denkbar.

Zusammenfassend muss noch einmal erwähnt werden, dass die Beeinflussung des HF-TR durch PCM-Anlagen ein äusserst ernst zu nehmendes Problem darstellt. Bereits musste deshalb auf geplante PCM-Anlagen verzichtet werden. Es gilt daher mit allen Kräften nach einer gangbaren Lösung zu suchen.

### 13. Überbrückungsmassnahmen während der Entpuppinisierung

PCM-Anlagen werden in erster Linie zur Vergrösserung der Kapazität eines Kabels eingesetzt, womit das Verlegen eines zweiten Kabels umgangen oder auf einen späteren Zeitpunkt hinausgeschoben werden kann. Im Zeitpunkt der Inbetriebnahme einer PCM-Anlage ist jedoch das Kabel

médiaires plus puissants. Les amplificateurs de télédiffusion à haute fréquence doivent se trouver autant que possible au milieu de la distance séparant deux répéteurs MIC.

- c) Réduction du niveau MIC aux basses fréquences par préaccentuation partielle à la sortie du répéteur. Cette mesure accroît toutefois la sensibilité aux perturbations des systèmes MIC.
- d) Le brouillage de raccordements d'abonné empruntant le câble rural peut être diminué par injection directe de la télédiffusion à haute fréquence à partir d'un amplificateur intermédiaire peu avant l'embranchement partant du câble rural.

Lorsque les câbles ont un petit nombre de conducteurs, on ne peut pas les choisir selon la lettre a), le nombre nécessaire de couches faisant alors défaut. Pour savoir comment il fallait agir en pareils cas, on a procédé durant l'été 1969 à des mesures approfondies sur un câble entre Langnau et Schangnau. On a constaté à ce propos qu'il était possible de transmettre la télédiffusion à haute fréquence sur un circuit fantôme en étoile; l'affaiblissement diaphonique est alors en moyenne de 2 népers meilleur que lors de la transmission sur un circuit réel. Il convient toutefois de souligner que l'affaiblissement du circuit fantôme en étoile est de quelque 30% plus élevé que celui du circuit réel. Au reste, on a constaté qu'on pouvait trouver dans chaque section d'amplification des conducteurs qui influençaient relativement peu la télédiffusion à haute fréquence, mais qu'il était nécessaire d'effectuer d'importantes mesures impliquant la mise hors service du câble entier pendant un temps assez long. Il est impensable, pour des motifs d'exploitation, d'envisager pareille méthode.

En résumé, il est opportun de rappeler que l'influence exercée sur la télédiffusion à haute fréquence par des installations MIC soulève un problème à prendre extrêmement au sérieux. C'est la raison pour laquelle il a fallu renoncer à des installations MIC déjà planifiées et il s'agit donc de tout mettre en œuvre pour trouver une solution valable.

### 13. Mesures transitoires à prendre pendant la dépuppinisation

Les installations MIC servent en tout premier lieu à augmenter la capacité d'un câble, ce qui permet d'éviter la pose d'un deuxième câble ou tout au moins de la remettre à une date ultérieure. Lorsqu'une installation MIC est mise en service, le câble est la plupart du temps déjà si chargé que les conducteurs nécessaires ne peuvent pas être déconnectés pour être dépuppinisés, sans que l'exploitation en

meistens schon so stark belegt, dass zur Entpuppinisierung die entsprechenden Adern nicht ohne Beeinträchtigung des Betriebes freigeschaltet werden können. Als temporärer Ersatz der zu entpuppinisierenden Kabeladern wurden deshalb einige mobile Richtstrahlanlagen beschafft, die auf dem PCM-Prinzip basieren und deren Multiplexer aus einer normalen 30-Kanal-PCM-Endausrüstung bestehen. Durch den Einsatz einer solchen Anlage können 30 Aderpaare (beziehungsweise 20 Paare, wenn der Phantom ausgenützt ist) freigeschaltet werden, was in den meisten Fällen für die Entpuppinisierungsarbeiten genügt. Sollte sich der Einsatz einer Richtstrahlanlage nicht lohnen oder ist dieser aus technischen Gründen nicht möglich, kann ein anderes, allerdings etwas komplizierteres Verfahren angewendet werden: Bei diesem wird vorerst nur ein Vierer im Kabel freigeschaltet, was in jedem Fall ohne merkliche Behinderung des Verkehrs möglich ist, und im ersten Verstärkerpunkt über den Verstärkerkasten geschlaucht. Dieser ist anstelle der Verstärker mit Einschüben bestückt, die Pupinspulen enthalten, so dass der Vierer nach beendigter Umspleissung sofort wieder belegt werden kann. An seiner Stelle wird nun der nächste Vierer freigeschaltet, mit dem genau gleich verfahren wird. Selbstverständlich muss in jedem Verstärkerpunkt auf diese Art vorgegangen werden. Das Verfahren ist infolge der vielen Umschaltungen etwas langsam, doch dürfte es besonders bei kleinen und kurzen Anlagen billiger als der Einsatz einer Richtstrahlanlage sein.

#### 14. Schlussfolgerung

Im wesentlichen wurden die, sich beim Einsatz von PCM-Systemen in der Bezirksebene stellenden Probleme betrieblicher Art und des zu deren Lösung eingeschlagenen Weges geschildert. Dabei konnte man sich nicht auf eigentliche Betriebserfahrungen stützen. Es könnte daher sein, dass sich nach Inbetriebnahme der ersten Anlagen der eingeschlagene Weg als nicht in allen Teilen richtig erweist. Es werden sicher auch ganz neue, unvorhergesehene Probleme auftreten, die es ebenfalls zu lösen gilt.

Die Betriebserfahrungen mit den ersten schweizerischen 30-Kanal-PCM-Anlagen werden Gegenstand eines später erscheinenden Artikels bilden.

souffre. Pour remplacer temporairement les conducteurs à dépupiniser, on a donc fait l'acquisition de quelques installations à faisceaux hertziens mobiles, dont le principe découle de celui de la modulation par impulsions et codage et dont les multiplexeurs se composent d'un équipement terminal ordinaire MIC de 30 voies. En recourant à une installation de ce genre, on peut libérer 30 paires de conducteurs (respectivement 20, si on utilise le fantôme), ce qui suffit dans la plupart des cas aux travaux de dépupinisation. Si l'emploi d'une installation à faisceaux hertziens ne se justifie pas ou est impossible pour des motifs techniques, une autre méthode, bien qu'un peu plus compliquée, peut être appliquée; il s'agit tout d'abord de ne libérer qu'une quarte dans le câble, ce qui est possible dans chaque cas sans entraver notablement le trafic, et de la connecter en boucle dans le premier point d'amplification par l'entremise du caisson de répéteurs qui, en lieu et place de répéteurs, est pourvue d'unités enfichables contenant des bobines Pupin; il s'ensuit que la quarte peut être réoccupée dès que le changement d'épissure est terminé. Ensuite, on passe à la quarte suivante et on procède exactement de la même manière. Il est bien entendu qu'il faut opérer de cette façon dans chaque point d'amplification. Etant données les nombreuses commutations à faire, la méthode est un peu lente, mais elle est certainement meilleur marché pour les petites et courtes installations que l'emploi d'une installation à faisceaux hertziens.

#### 14. Conclusion

Le présent article traite essentiellement les problèmes d'exploitation que soulève l'emploi de systèmes MIC sur le plan rural et la manière de les résoudre. Ce faisant, on n'a pas pu se fonder sur des expériences d'exploitation proprement dites et il se peut que, les premières installations mises en service, la voie suivie se révèle erronée. Il se présentera certainement des problèmes entièrement nouveaux et imprévus qu'il s'agira de résoudre.

Les expériences d'exploitation recueillies avec les premières installations MIC suisses à 30 voies feront l'objet d'un article ultérieur.