

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

Band: 50 (1972)

Heft: 2

Artikel: Die ersten schweizerischen TCM-Systeme im Einsatz = Les premiers systèmes MIC suisses en service

Autor: Grimm, Max

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874642>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

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

Die ersten schweizerischen PCM-Systeme im Einsatz

Les premiers systèmes MIC suisses en service

Max GRIMM, Luzern

621.376.56:621.395.7
621.395.74:621.376.56

Zusammenfassung. Seit Juli 1970 stehen vier PCM-Systeme zu je 30 Kanälen zwischen Luzern und Sarnen im praktischen Betrieb. Die von der Hasler AG gelieferten Ausrüstungen sind die ersten, die vollständig in der Schweiz hergestellt wurden. Die verwendeten Einrichtungen für die Endstellen und die Leitungsausrüstung werden kurz beschrieben. Ein weiterer Abschnitt zeigt den Aufbau der Kabelstrecke Luzern-Sarnen. Zuletzt wird über die Abnahmemessungen, die Betriebserfahrungen und die vorgesehenen Ergänzungsarbeiten berichtet.

Résumé. Quatre systèmes MIC de 30 canaux chacun sont exploités entre Lucerne et Sarnen depuis juillet 1970. Les équipements livrés par Hasler SA sont les premiers qui ont été entièrement fabriqués en Suisse. Les installations utilisées pour les stations terminales et l'équipement de ligne sont brièvement décrites. Un autre chapitre traite de la construction de la section de câble Lucerne-Sarnen. Enfin, l'auteur expose les mesures de réception, les expériences recueillies jusqu'ici dans l'exploitation et les travaux complémentaires envisagés.

Il primo sistema svizzero PCM in esercizio

Riassunto. Dal luglio 1970 sono in esercizio tra Lucerna e Sarnen 4 sistemi PCM. Ogni sistema ha una capacità di 30 canali. Gli equipaggiamenti forniti dalla Hasler AG sono i primi fabbricati interamente in Svizzera. Si descrivono in succinto gli equipaggiamenti terminali e di linea. Un ulteriore capitolo illustra la struttura del tracciato del cavo tra Lucerna e Sarnen. Per concludere si fa accenno ai rapporti sulle misurazioni di collaudo, alle esperienze d'esercizio fatte finora e ai previsti lavori di complemento.

1. Endausrüstungen

1.1 Funktionsweise

Das Blockschema einer PCM-Endausrüstung zeigt *Figur 1*. Man erkennt links die 30 Sprechkanäle und den gemeinsamen Signalisierkanal. Auf der *Sendeseite* werden die zu übertragenden NF-Signale (NFS 1...NFS 30) vorerst durch Tiefpässe geleitet, die alle Frequenzen oberhalb 4 kHz abschneiden. Anschliessend werden die einzelnen NF-Signale mit einer Frequenz von 8 kHz (also alle 125 μ s) abgetastet. Der Abtastvorgang ist durch die auf die Kanäle folgenden Schalter symbolisch dargestellt. Die Abtastperiode von 125 μ s wird in 32 *Kanalzeiten* von je 3,91 μ s unterteilt; die Abtastung der 30 Eingangssignale erfolgt zeitlich gestaffelt, so dass während der ersten 30 Kanalzeiten je ein Kanal abgefragt wird. Die Kanalzeiten 31 und 32 dienen der Signalisierung und Synchronisierung. Die so gewonnenen Abtastwerte der geraden und ungeraden Kanäle werden auf zwei Multipeln zusammengefasst und je einem Verstärker zugeführt, die die Abtastwerte jeweils während der Dauer der auf den Abtastvorgang folgenden Kanalzeit konstant halten und an den Coder weiterleiten. Am Ausgang der zusammenschalteten Abtastverstärker entsteht das *Puls-Amplituden-Modulation (PAM)-Signal*. Dieses ist eine Folge von Impulsen konstanter Dauer, deren Höhe der Amplitude der NF-Signale im jeweiligen Abtastmoment entspricht.

Im nachfolgenden *Coder* wird der Amplitudenwert des PAM-Signals an einer Skala von 239 festgelegten Amplitudenstufen gemessen (Quantisierung). Jeder Amplitude wird der Zahlenwert zugeordnet, der der Mitte der zugehörigen Amplitudenstufe entspricht. Nur die diesem Zahlenwert genau entsprechende Amplitude wird richtig wiedergegeben. Alle anderen Werte, die in den Bereich der gleichen Amplitudenstufe fallen, jedoch von ihrem Mittelwert mehr oder weniger abweichen, sind mit einem Rundungsfehler behaftet. Diese Ungenauigkeit macht sich auf der Empfangsseite nach Rückgewinnung des Sprachsignals als

1. Equipements terminaux

1.1 Fonctionnement

Sur le schéma de principe d'un équipement terminal MIC, que montre la *figure 1*, on reconnaît à gauche les trente canaux téléphoniques et le canal de signalisation commun. *Côté émission*, les signaux à basse fréquence (NFS 1...NFS 30) à transmettre sont dirigés sur des filtres passe-bas qui coupent toutes les fréquences supérieures à 4 kHz. Sur ce, les différents signaux à basse fréquence sont échantillonnés à la fréquence de 8 kHz (soit toutes les 125 μ s). Le processus d'échantillonnage est représenté symboliquement par les interrupteurs qui suivent les canaux. La période d'échantillonnage de 125 μ s est subdivisée en trente-deux *moments* de 3,91 μ s chacun; l'analyse des trente signaux d'entrée est échelonnée dans le temps, de sorte que pendant les trente premiers moments un canal téléphonique est interrogé chaque fois. Les moments trente et un et trente-deux sont réservés à la signalisation et à la synchronisation. Les valeurs d'échantillonnage ainsi obtenues des canaux pairs et impairs sont réunies sur deux multiples et amenées à des amplificateurs qui les maintiennent constantes pendant la durée de l'échantillonnage suivant et les acheminent sur le codeur. Le signal de modulation d'impulsions et d'amplitude, qui est une succession d'impulsions de durée constante, dont la hauteur correspond à l'amplitude des signaux à basse fréquence conformément à l'échantillonnage est délivré à la sortie des amplificateurs, connectée en parallèle. Dans le *codeur* subséquent, la valeur d'amplitude du signal de modulation d'impulsions et d'amplitude est comparée à une échelle à 239 niveaux d'amplitude déterminés (quantification). La valeur numérique qui correspond au milieu du niveau d'amplitude considéré est attribuée à chaque échantillon. Seule l'amplitude correspondant exactement à cette valeur numérique est reproduite correctement. Toutes les autres valeurs qui se rapportent à la zone du même niveau d'amplitude, mais s'écartent plus ou moins de sa valeur moyenne sont entachées d'une

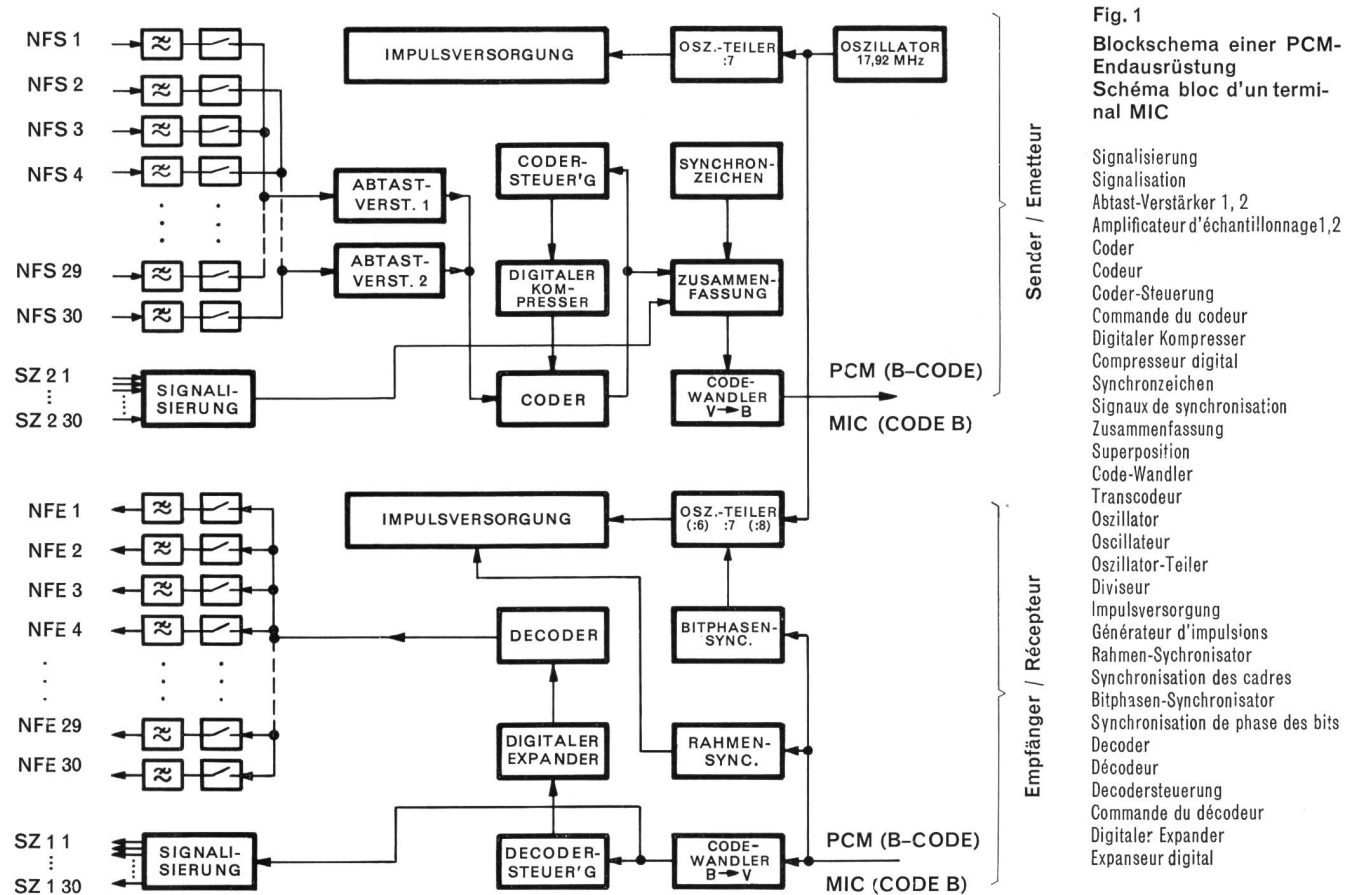


Fig. 1
 Blockscheema einer PCM-Endausrüstung
 Schéma bloc d'un terminal MIC

- Signalisierung
- Signalisation
- Abtast-Verstärker 1, 2
- Amplificateur d'échantillonnage 1, 2
- Coder
- Codeur
- Coder-Steuerung
- Commande du codeur
- Digitaler Kompressor
- Compresseur digital
- Synchronzeichen
- Signaux de synchronisation
- Zusammenfassung
- Superposition
- Code-Wandler
- Transcodeur
- Oszillator
- Oscillateur
- Oszillator-Teiler
- Diviseur
- Impulsversorgung
- Générateur d'impulsions
- Rahmen-Synchronisator
- Synchronisation des cadres
- Bitphasen-Synchronisator
- Synchronisation de phase des bits
- Decoder
- Décodeur
- Decodersteuerung
- Commande du décodeur
- Digitaler Expander
- Expansieur digital

zischendes Geräusch bemerkbar, das nur während der Zeit auftritt, in der gesprochen wird. Um dieses sogenannte Quantisierungsgeräusch möglichst klein zu halten, wählt man eine nichtlineare Teilung der Amplitudenstufen-Skala, entsprechend einer angenähert logarithmischen Kennlinie. Damit wird im üblichen Aussteuerbereich der Sprachübertragung eine sehr feine Staffelung der Skala und ein entsprechend geringes Quantisierungsgeräusch erreicht. Die Verformung (Kompression) der NF-Signale, als Folge dieser Massnahme, wird auf der Empfangsseite im *Decoder* durch Expansion korrigiert.

Die verwendete Form der Kompressionskennlinie beruht auf einem Vorschlag von *W. Neu*, Abteilung Forschung und Entwicklung PTT [1]. Die Kennlinie setzt sich aus sieben linearen Segmenten zusammen, die sich mit digitalen Mitteln leicht verwirklichen lassen und zusammen eine gute Annäherung an die ideale Kurvenform ergeben. Jeder Abtastwert des PAM-Signales ist nach seiner Quantisierung durch einen Zahlenwert – entsprechend der Ordnungszahl der Amplitudenstufe, der er zugeordnet wird – gekennzeichnet. Dieser Zahlenwert wird nun codiert ausgedrückt. Anstelle der beliebigen Zwischenwerte, welche das

erreur d'approximation. A la réception, cette imprécision se remarque, après la régénération du signal vocal, par un sifflement qui n'apparaît que durant le temps pendant lequel on parle. Pour maintenir ce bruit, dit de quantification aussi faible que possible, on choisit une division non linéaire de l'échelle des niveaux d'amplitude, conformément à une caractéristique approximativement logarithmique. Ainsi, on obtient une gradation très fine de l'échelle et un bruit de quantification proportionnellement faible dans la plage de modulation usuelle pour la transmission de la parole. La déformation (compression) des signaux à basse fréquence, qui est la conséquence de cette mesure, est corrigée à la réception par une expansion dans le *décodeur*.

La forme employée de la caractéristique de compression repose sur une proposition de *W. Neu*, de la division des recherches et du développement de l'Entreprise des PTT [1]. La caractéristique se compose de sept segments linéaires facilement réalisables avec des moyens digitaux et qui donnent dans leur ensemble une bonne approximation de la forme de courbe idéale. Chaque échantillon du signal de modulation d'impulsions et d'amplitude est caractérisé, après sa quantification, par une valeur numérique, corres-

PAM-Signal am Coder-Eingang annehmen kann, enthält das codierte Signal nur noch zwei Werte: die Zustände «Null» und «Eins». Für die Darstellung der 239 Amplitudenstufen sind beim verwendeten Code Worte zu 10 bit notwendig (bit = binary digit).

Das am Ausgang des Codes zur Verfügung stehende Signal im sogenannten V-Code ist für die Übertragung über Leitungen noch nicht geeignet, weil es einen wechselnden Gleichstromanteil enthält. Gleichstrom kann jedoch über die Übertrager, die die Übertragungsleitung von der Endausrüstung und den Zwischenverstärkern galvanisch trennen, nicht übertragen werden. Eine Umwandlung vom V-Code in den B-Code wird in einem *Codewandler* vorgenommen. Dies ist für die Übertragung sowie die Bemessung der Zwischenverstärker wesentlich vorteilhafter. Gleichzeitig werden noch das Synchronzeichen und die Signalisierung zugeführt. Da die Signalisierung bereits am Kanaleingang in digitaler Form vorliegt (Gleichstrompotentiale auf den Signaldrähten SZ 2), muss sie den Coder nicht durchlaufen und kann dem PCM-Datenstrom direkt zugeetzt werden.

Die *Taktimpulsversorgung* im PCM-Sender liefert alle notwendigen Steuerimpulse für Kanalabtastung, Codierung, Synchronisierung usw. Sie besteht aus einem Quarzoszillator 17,92 MHz und einer Anzahl von Teilerschaltungen mit den zugehörigen Ausblend-Toren.

Als Übergangseinrichtung zur PCM-Übertragungsleitung dienen je eine Sende- und Empfangseinheit und eine Fernspeiseeinheit für die Zwischenverstärker. Diese Geräte sind wohl im Endausrüstungsgestell untergebracht, gehören aber funktionell zur Leitungs-ausrüstung.

Auf der *Empfangsseite* spielen sich die beschriebenen Vorgänge in umgekehrter Reihenfolge ab. Die Signale aus dem PCM-Sender am fernen Leitungsende gelangen nach Durchlaufen der Empfangseinheit zum Codewandler B → V, zur Decodersteuerung (Serie-Parallel-Wandler mit Expander) und zum Decoder. In diesem werden aus den eintreffenden Codewörtern kurzzeitig die entsprechenden Amplitudenstufen erzeugt, die zu den Kanaleinheiten mit der Kanalabtastung geleitet werden. In der «richtigen» Kanaleinheit erreicht das Signal über den geschlossenen Abtastschalter ein Tiefpassfilter, wo es von den nicht erwünschten Oberwellen befreit wird. Das demodulierte NF-Signal wird anschließend verstärkt und steht am NF-Ausgang zur Verfügung (NFE 1...NFE 30).

Die ankommenden Signalimpulse laufen vom gemeinsamen Signalisierkanal über die Signalabtastung zur Kanaleinheit. Sie werden dort in einem Multivibrator gespeichert und betätigen ein Relais mit Schutzgaskontakt. Der Relaiskontakt liefert entsprechende Gleichstromimpulse auf dem Signaldraht SZ 1. Die Signalabtastung arbeitet wesentlich langsamer als die Sprachabtastung. Die Abtastfrequenz

pendant au numéro d'ordre du niveau d'amplitude auquel il est attribué. Cette valeur numérique est exprimée sous forme codée. Au lieu du nombre quelconque de valeurs intermédiaires auquel le signal de modulation d'impulsions et d'amplitude peut correspondre à l'entrée du codeur, le signal codé ne comporte plus que deux valeurs: les états «zéro» et «un». Pour représenter les 239 niveaux d'amplitude, il est nécessaire d'avoir recours à des mots de 10 bits (bit, de l'anglais binary digit = unité d'information) dans le code utilisé.

Le signal en code V à disposition à la sortie du codeur n'est pas encore applicable à la transmission sur les lignes, car il renferme une partie de courant continu variable. Ce courant ne peut pas être transmis par les translateurs qui séparent galvaniquement la ligne de transmission de l'équipement terminal et des amplificateurs intermédiaires. Un *transcodeur* convertit le code V en code B, ce qui est nettement plus avantageux pour la transmission ainsi que pour le dimensionnement des amplificateurs intermédiaires. Le signal de synchronisation et la signalisation sont introduits simultanément. Etant donné que la signalisation existe déjà à l'entrée du canal sous forme digitale (potentiels à courant continu sur les conducteurs de signalisation SZ2), elle ne doit pas traverser le codeur et peut être directement ajoutée au flux d'information MIC.

Le *dispositif d'alimentation en impulsions de cadence* dans l'émetteur MIC fournit toutes les impulsions de commande nécessaires à l'échantillonnage des canaux, au codage, à la synchronisation, etc. Il se compose d'un oscillateur à quartz de 17,92 MHz et d'un certain nombre de circuits démultiplificateurs avec les portes de séparation correspondantes.

Les unités d'émission, de réception et de téléalimentation des amplificateurs intermédiaires constituent le dispositif de transition à la ligne de transmission MIC. Bien que ces appareils soient logés dans le bâti de l'équipement terminal, ils font, du point de vue fonctionnel, partie de l'équipement de ligne.

A la *réception*, les processus décrits se déroulent dans l'ordre inverse. Les signaux provenant de l'émetteur MIC à l'extrémité éloignée de la ligne parviennent, après avoir passé par l'unité de réception, au transcodeur B → V, à la commande du décodeur (convertisseur série-parallèle avec extenseur) et au décodeur. Dans ce dernier, les mots de code reçus sont convertis en niveaux d'amplitude correspondants, qui sont dirigés sur les unités de canal par le dispositif d'échantillonnage. Dans l'unité de canal «exacte», le signal atteint par l'entremise de l'interrupteur d'échantillonnage fermé un filtre passe-bas, assurant la suppression des harmoniques non désirés. Le signal à basse fréquence démodulé est ensuite amplifié et est disponible à la sortie à basse fréquence (NFE1...NFE30).

beträgt 500 Hz, die daraus entstehende Impulsverzerrung beträgt maximal 2 ms.

Eines der wichtigsten Probleme der PCM-Technik ist die *Synchronisierung* zwischen sendender und empfangender Endstelle. Bei der zeitlich nacheinanderfolgenden Übertragung der den Kanälen entsprechenden 10-bit-Codeworte ist die Kanalzuordnung durch die Zeitlage des einzelnen Codewortes innerhalb der Abtastperiode (Rahmen) bestimmt. Sendet zum Beispiel der PCM-Sender der einen Endstelle das dem Sprechkanal 3 entsprechende Codewort, so muss dafür gesorgt sein, dass bei dessen Eintreffen im PCM-Empfänger der anderen Endstelle der Sprach-Abtastschalter in der Kanaleinheit 3 geschlossen ist. Jede Störung des Gleichlaufes zwischen den beiden Endstellen würde dazu führen, dass die Zuordnung der empfangenen Codeworte zu den Sprechkanälen durcheinander gerät; die Verständigung zwischen den Gesprächspartnern wäre dadurch verunmöglicht. Um dies zu verhindern, wird vom PCM-Sender in jedem Rahmen ein Synchronzeichen ausgesendet. Im PCM-Empfänger der Gegenseite übernimmt die Synchronisierschaltung (Bitphasen- und Rahmensynchronisierung) die Aufgabe, den Gleichlauf mit den ankommenden Impulsen einzuhalten.

In der *Überwachungs- und Alarmschaltung* werden die für das einwandfreie Arbeiten des Systems notwendigen Funktionen laufend überwacht. Je nach Art und Bedeutung einer auftretenden Störung wird Dringend- oder Nichtdringendalarm signalisiert; bei Dringendalarm sorgt eine Blockierung des Signalisierkanals nach 10 s dafür, dass die Sprechkanäle nicht mehr belegt werden können und bestehende Verbindungen automatisch ausgelöst werden.

Die *Speisung* der ganzen Endausrüstung mit 24 V = übernehmen Umformer in jedem Gestell. Die Umformer ihrerseits sind an die 48-V- oder 60-V-Stromversorgung der Telephonzentralen angeschlossen.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass anstelle der in Figur 1 gezeichneten Kanaleinheiten für 4-Draht-Betrieb auch solche für 2-Draht-Betrieb (mit eingebauter Gabelschaltung) eingesetzt werden können.

Weitere Angaben zur Theorie der Pulscodemodulation und eine eingehende Beschreibung der PCM-Ausrüstungen Hasler finden sich in [2]. Dieser Publikation sind mit freundlicher Erlaubnis der *Hasler AG Bern* weitgehend auch die Zeichnungen und Photos des vorliegenden Artikels entnommen. Ferner sei auf die bereits in den Technischen Mitteilungen PTT erschienenen Beiträge [3]...[7] hingewiesen.

1.2 Mechanischer Aufbau

Alle Baueinheiten sind in Halbleitertechnik ausgeführt und in geschlossenen Gehäusen eingebaut. Einheiten, welche die NF-Sprachsignale in ihrer ursprünglichen Form

Les impulsions de signalisation entrantes passent du canal de signalisation commun par l'entremise du dispositif d'analyse des signaux à l'unité de canal, où elles sont emmagasinées dans un multivibrateur, et commandent un contact Reed qui fournit les impulsions de courant continu au conducteur de signalisation SZ1. Le rythme d'échantillonnage des signaux est nettement plus lent que celui de la parole. La fréquence d'échantillonnage est de 500 Hz et la distorsion des impulsions en résultant de 2 ms au maximum.

Un des problèmes les plus importants de la technique MIC est la *synchronisation* entre les postes terminaux émetteur et récepteur. Les mots de code à 10 bits correspondant aux canaux étant transmis successivement, l'attribution des canaux est déterminée par la position dans le temps de chaque mot de code durant la période d'analyse (cadre). Si, par exemple, l'émetteur MIC d'un poste terminal transmet le mot de code correspondant au canal téléphonique 3, il faut veiller que, lorsque ce mot de code arrive dans le récepteur MIC de l'autre poste terminal, l'interrupteur d'échantillonnage de la parole soit fermé dans l'unité de canal 3. Toute perturbation du synchronisme entre les deux postes terminaux aurait pour effet que l'attribution aux canaux téléphoniques des mots de code reçus serait bouleversée, ce qui rendrait l'audition impossible entre les correspondants. Pour éviter cela, l'émetteur MIC envoie un signal de synchronisation avec chaque cadre. Dans le récepteur MIC du poste correspondant, le circuit de synchronisation (synchronisation de phase des bits et de cadre) se charge de maintenir le synchronisme avec les impulsions arrivantes.

Le *circuit de contrôle et d'alarme* surveille constamment les fonctions nécessaires au travail impeccable du système. Suivant sa nature et son importance, un dérangement qui survient est signalé par une alarme urgente ou non urgente; s'agissant d'une alarme urgente, un blocage du canal de signalisation après 10 s a pour corollaire que les canaux téléphoniques ne peuvent plus être occupés et que les communications en cours sont libérées automatiquement.

Dans chaque bâti, un convertisseur assure *l'alimentation* en 24 volts continus de tout l'équipement terminal. Les convertisseurs, de leur côté, sont raccordés à l'installation d'énergie à 48 ou 60 volts des centraux téléphoniques.

Pour être complet, il convient encore de mentionner que des unités de canaux pour l'exploitation à deux fils (avec termineur incorporé) peuvent être utilisées en lieu et place de celles qui sont dessinées sur la figure 1 pour l'exploitation à quatre fils.

D'autres renseignements sur la théorie de la modulation par impulsions et codage ainsi qu'une description complète des équipements terminaux MIC se trouvent dans [2]. Les dessins et les photographies du présent article sont tirés

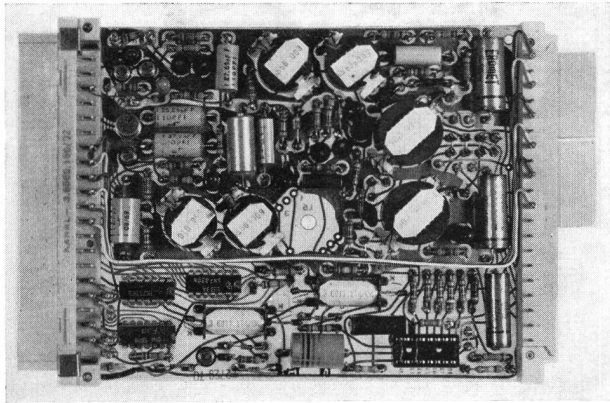


Fig. 2
Kanaleinheit – Unité de canal

verarbeiten (Analogteil), sind vorwiegend mit Einzelkomponenten bestückt. Beispiele dafür sind die Kanaleinheit (Fig. 2) und der Coder (Fig. 3). Einheiten im PCM-Teil und in der Taktimpulsversorgung (Digitalteil) sind mit integrierten Schaltungen (IC) ausgerüstet. Einen solchen Einschub zeigt Figur 4.

Die Endausrüstungsgestelle entsprechen in ihrer äusseren Form und Abmessungen der Bauweise (BW) 62 für Linien-ausrüstungen. Die beiden normalen Gestellhöhen können folgende Ausrüstungen aufnehmen:

2736 mm	4 Systeme zu 30 Kanälen = 120 Kanäle oder 3 Systeme + 1 Reserveleitungs-ausrüstung
2196 mm	3 Systeme zu 30 Kanälen = 90 Kanäle oder 2 Systeme + 1 Reserveleitungs-ausrüstung

Da die Gestelle der BW 62 ursprünglich für eine weit kleinere Zahl von Stromkreisen entwickelt worden sind,

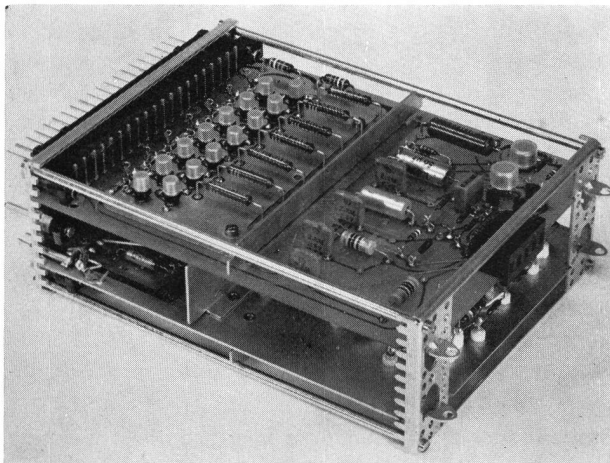


Fig. 3
Coder – Codeur

dans une large mesure de cette publication, avec l'aimable autorisation de *Hasler SA Berne*. En outre, il y a lieu de rappeler les contributions déjà parues dans le Bulletin technique PTT [3...7].

1.2 Construction mécanique

Toutes les unités de construction sont exécutées selon la technique des semi-conducteurs et montées dans des boîtiers fermés. Les unités qui traitent les signaux vocaux à basse fréquence dans leur forme primitive (partie analogique) sont avant tout équipées de composants simples. L'unité de canal (fig. 2) et le codeur (fig. 3) en sont des exemples. Les unités de la partie MIC et du dispositif d'alimentation en impulsions de cadence (partie digitale) sont dotées de circuits intégrés. La figure 4 montre une unité de ce genre.

La forme extérieure et les dimensions des *bâties des équipements terminaux* correspondent à celles de la construction 62 pour équipements de lignes. Les deux hauteurs de bâti normalisées peuvent recevoir les équipements suivants:

2736 mm	4 systèmes à 30 canaux = 120 canaux ou 3 systèmes + 1 équipement de ligne de réserve
2196 mm	3 systèmes à 30 canaux = 90 canaux ou 2 systèmes + 1 équipement de ligne de réserve.

Etant donné que les bâties de la construction 62 ont été initialement mis au point pour un nombre nettement inférieur de circuits, il a fallu en modifier quelque peu «l'aménagement intérieur» pour les bâties MIC.

Deux bâties de 2736 mm de hauteur sont représentés à la figure 5. Celui de gauche est entièrement équipé et renferme de haut en bas:

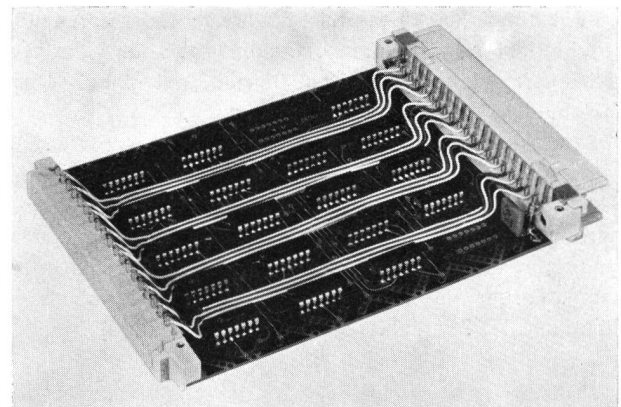


Fig. 4
Integrierte Schaltung für Einheiten mit PCM-Teil oder für Taktimpulsversorgung (Digitalteil) – Circuit intégré pour unités avec éléments MIC ou pour émetteurs de cadence (partie digitale)

musste für die PCM-Gestelle der «Innenausbau» in einigen Punkten geändert werden. In *Figur 5* sind zwei Gestelle von 2736 mm Höhe gezeigt. Das Gestell links ist voll ausgerüstet und enthält, von oben nach unten:

- 1 Reserveleitungs-ausrüstung
- 1 PCM-Endausrüstung 30 Kanäle
- 1 Alarm- und Telephonetage
- 2 PCM-Endausrüstungen 30 Kanäle
- 2 Umformer 48/24 V =

Das Gestell rechts ist unbestückt. Es enthält nur die fest eingebaute Alarm- und Telephonetage. Der bei der BW 62 übliche Verteiler im Gestellkopf fehlt, dafür ist auf der rechten Buchtseite ein Kabelkanal vorhanden. In diesen werden alle Amtskabel für die Sprechkanäle und Signaldrähte eingelegt. Die Kabelenden sind auf Stecker geführt,

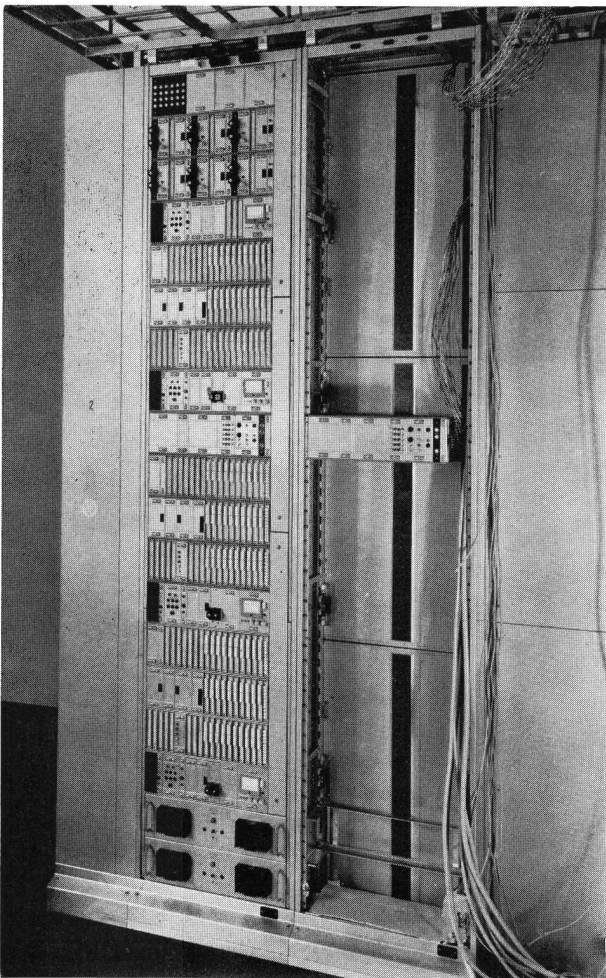


Fig. 5
PCM-Gestelle der Bauweise 62 (2736 mm Höhe) – Bâtis MIC de construction normalisée 62 (hauteur 2736 mm)

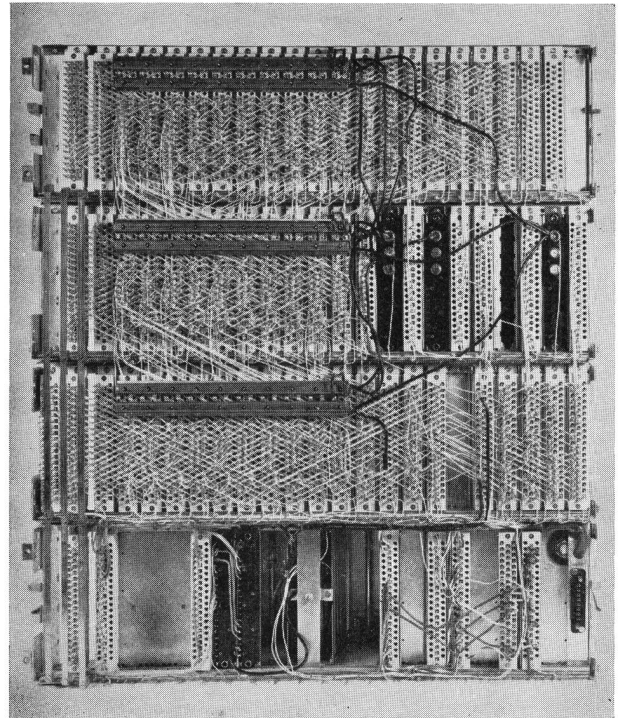


Fig. 6
Chassis für 30-Kanal-Endausrüstung zu vier Etagen, von der Verdrahtungsseite gesehen – Châssis pour terminaux à 30 canaux, à quatre étages, vu du côté câblage

- 1 équipement de lignes de réserve,
- 1 équipement terminal MIC à trente canaux,
- 1 étage pour l'alarme et le téléphone,
- 2 équipements terminaux MIC à trente canaux,
- 2 convertisseurs 48/24 V =.

Le bâti de droite n'est pas équipé et ne contient que l'étage pour l'alarme et le téléphone, monté à demeure. Le répartiteur dans la tête du bâti, usuel pour la construction 62, manque, mais est remplacé sur la partie droite de la baie par un canal à câbles qui contient tous les câbles réseau pour les canaux téléphoniques et les conducteurs de signalisation. Les câbles sont connectés sur des fiches qui peuvent être introduites dans les prises correspondantes du châssis MIC à encastrer.

L'équipement terminal proprement dit à trente canaux est placé dans un châssis à quatre étages, constituant une unité qui peut être construite, câblée et testée indépendamment du bâti. La *figure 6* montre un châssis vu du côté du câblage; les connexions sont en majeure partie faites selon la méthode d'enroulement.

die auf die entsprechenden Gegenstücke in den PCM-Einbauchassis gesteckt werden können.

Die eigentliche 30-Kanal-Endausrüstung findet in einem Chassis zu 4 Etagen Platz. Ein solches Chassis bildet eine Einheit, die unabhängig vom Gestell gefertigt, verdrahtet und ausgeprüft werden kann. *Figur 6* zeigt ein Chassis von der Verdrahtungsseite gesehen; die Verbindungen sind grösstenteils nach dem Wickelverfahren hergestellt.

2. Leitungsausrüstung

2.1 Funktionsweise

Zur Verbindung zweier PCM-Endstellen wird eine 4-Drahtleitung benötigt, das heisst ein Aderpaar für jede Übertragungsrichtung. Da das beschriebene PCM-System heute vorwiegend im Bezirksnetz eingesetzt wird [8], kommen als Übertragungsmittel in erster Linie die vorhandenen Bezirkskabel mit symmetrischen Aderpaaren zur Anwendung. Die vorliegende Leitungsausrüstung ist speziell für die Eigenschaften solcher Kabeltypen ausgelegt. *Figur 7* zeigt das Blockschaema einer PCM-Übertragungsanlage. Die hauptsächlichen Bestandteile einer solchen Anlage sind:

- Sendeeinheit SE und Empfangseinheit EE in den Ämtern I und II
- Fernspeisevorrichtung F für die Zwischenverstärker in den Ämtern I und II
- n Leitungsabschnitte. Normallänge 1830 m (Pupinlänge)
- Zwischenverstärkerkasten mit eingesetzten Verstärkern ZV
- Fehlerortungseinrichtung in den Ämtern I und II.

Die *Sendeeinheit* stellt die Verbindung zwischen Endausrüstung und Leitung her. Sie enthält Überspannungsableiter zum Schutz der Endausrüstung und einen Übertrager zur Leitungsanpassung und galvanischen Trennung. Auf diese Einheit wird auch der Speisestrom zugeführt. Im weitem dient ein Entzerrungsnetzwerk zur Vorentzerrung der gesendeten Impulse. Diese Entzerrung vermindert die Sendeenergie bei den tiefen Frequenzen; dadurch wird die Gefahr der Beeinflussung von im gleichen Kabel mitlaufenden HF-Telephonrundsprachleitungen (Frequenzband 175...340 kHz) verringert.

Die *Fernspeiseeinheit* versorgt die Zwischenverstärker mit einem konstanten Speisegleichstrom von 32 mA. Die Speiseschleife wird über den Phantomkreis der Aderpaare geführt, alle Zwischenverstärker sind darin in Serie geschaltet. Da die Spannung an den Klemmen der Speiseeinheit aus Sicherheitsgründen 70 V nicht überschreiten darf, ergeben sich je nach der Zahl der benötigten Zwischenverstärker ein, zwei oder mehrere Speiseabschnitte (Speiseschleifen I und II in *Figur 7*). In den als Trennstellen bestimmten Zwi-

2. Equipement de lignes

2.1 Fonctionnement

Pour relier deux postes terminaux MIC, il est nécessaire de disposer d'une ligne à quatre fils, soit d'une paire de conducteurs pour chaque sens de transmission. Etant donné que le système MIC décrit est avant tout utilisé actuellement dans le réseau rural [8], les câbles ruraux existants à paires de conducteurs symétriques sont employés en premier lieu comme moyens de transmission. L'équipement de lignes actuel est spécialement conçu pour les caractéristiques de ces types de câbles. La *figure 7* montre le schéma de principe d'une installation de transmission MIC, dont les principaux éléments sont:

- Unité d'émission SE et unité de réception EE dans les centraux I et II.
- Dispositif de téléalimentation F des amplificateurs intermédiaires dans les centraux I et II.
- n sections de ligne. Longueur normale 1830 m (section de pupinisation).
- Armoire d'amplificateurs intermédiaires avec amplificateurs ZV.
- Dispositif de localisation des défauts dans les centraux I et II.

L'*unité d'émission* établit la liaison entre l'équipement terminal et la ligne; elle renferme des parasurtensions destinés à protéger l'équipement terminal et un translateur nécessaire à l'adaptation des lignes et à la coupure galvanique. Le courant d'alimentation est aussi injecté sur la ligne. En outre, un réseau correcteur sert à la précorrection des impulsions émises. Cette correction réduit l'énergie d'émission aux fréquences basses, ce qui diminue le danger d'influence sur les circuits de télédiffusion empruntant le même câble (bande de fréquences de 175 à 340 kHz).

L'*unité de téléalimentation* fournit un courant d'alimentation continu constant de 32 mA aux amplificateurs intermédiaires. La boucle d'alimentation est réalisée à l'aide du circuit

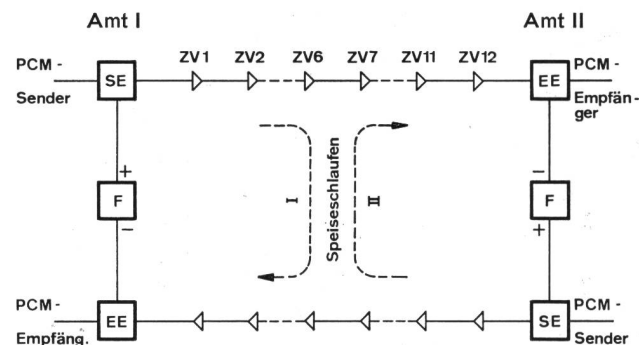


Fig. 7
Blockschaema einer PCM-Übertragungsanlage - Schéma bloc d'une installation de transmission MIC

schenverstärkerkasten wird jeweils die Speisung von der einen in die andere Übertragungsrichtung einer Verbindung zurückgeschleuft.

Die *Empfangseinheit* dient, gleich einem Zwischenverstärker, der Regeneration der von der Leitung ankommenden Impulse. Analog zur Sendeeinheit enthält sie auch den Übertrager für die Leitungsanpassung, die galvanische Trennung und die Fernspeisung (Phantombildung).

Die *Fehlerortungseinrichtung* gestattet die Lokalisierung defekter Zwischenverstärker bei unterbrochenem Signal oder bei unterbrochener Speiseschleife. Die dafür notwendigen Einrichtungen sind in der Fernspeiseeinheit eingebaut.

Der *Zwischenverstärker* hat die Aufgabe, die auf der Übertragungsleitung gedämpften und verzerrten PCM-Impulszüge zu regenerieren. Diese Regeneration umfasst:

- eine Signalaufbereitung, die die Erkennung der digitalen Information im deformierten Impulszug ermöglicht
- eine Takterneuerung, da der ankommende Impulszug nicht nur amplitudenmässig, sondern auch in seiner Phase verzerrt ist (Jitter)
- die eigentliche Regeneration, in der der Impulszug neu geformt und ausgesendet wird.

In jedem Zwischenverstärker ist auch ein Stromkreis für die Fehlerortung eingebaut; zum Schutz gegen Überspannungen von der Leitungsseite her sind Überspannungsab-

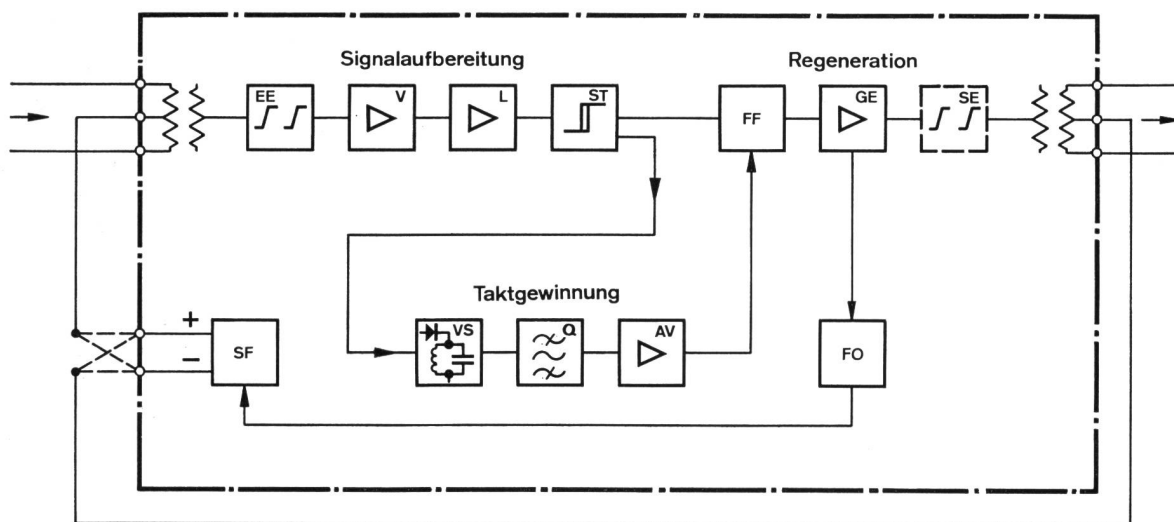
fantôme des paires de conducteurs, auquel sont connectés en série tous les amplificateurs intermédiaires. La tension aux bornes de l'unité d'alimentation ne pouvant pas excéder 70 V pour des raisons de sécurité, on aura une, deux ou plusieurs sections d'alimentation (boucles d'alimentation I et II à la figure 7) suivant le nombre des amplificateurs intermédiaires. Dans les armoires d'amplificateurs intermédiaires faisant office de points de coupure, l'alimentation est réinjectée d'un sens de transmission d'une communication dans l'autre.

Tout comme un amplificateur intermédiaire, l'unité de réception régénère les impulsions provenant de la ligne. Par analogie à l'unité d'émission, elle comprend aussi le translateur pour l'adaptation de la ligne, la coupure galvanique et la téléalimentation (formation de circuit fantôme).

Le *dispositif de localisation des défauts* permet de localiser les amplificateurs intermédiaires défectueux, lorsque le signal est interrompu ou que le lacet d'alimentation est coupé. Les équipements nécessaires à cet effet sont montés dans l'unité de téléalimentation.

L'*amplificateur intermédiaire* a pour tâche de régénérer les trains d'impulsions MIC affaiblis et déformés sur la ligne de transmission. Cette régénération comporte:

- un traitement des signaux qui permet de reconnaître l'information digitale dans le train d'impulsions déformé;



EE Empfangs-Entzerrer - Correcteur réception
 V Verstärker - Amplificateur
 L Limiter - Limiteur
 ST Schmitt-Trigger

VS Vorselektion - Présélection
 Q Quarzfilter - Filtre à quartz
 AV Abtast-Verstärker - Amplificateur d'échantillonnage
 SF Speise-Filter - Filtre d'alimentation

FF Flipflop
 GE Gegentakt-Endstufe - Etage final
 SE Sende-Entzerrer - Correcteur émission
 FO Fehlerortung - Localisation des défauts

Fig. 8
 Blockschema eines Zwischenverstärkers - Schéma bloc d'un amplificateur intermédiaire

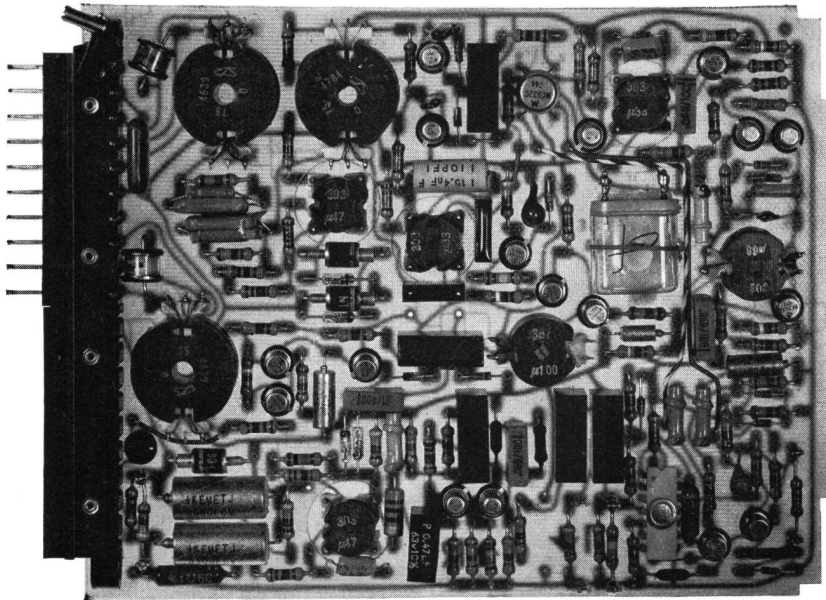


Fig. 9
Zwischenverstärker
Amplificateur intermédiaire

leiter vorgesehen. *Figur 8* zeigt das Blockschema eines Zwischenverstärkers, *Figur 9* dessen Ausführung (Gehäuse entfernt).

In jeder PCM-Anlage ist neben den Übertragungsleitungen für die in Betrieb stehenden Systeme auch eine Reserveleitung vorgesehen. Diese ist in den Zwischenverstärkerkasten genau wie die Betriebsleitungen ausgerüstet; in den Endausrüstungen endigt sie auf Koaxial-Steckbuchsen in den Reserveleitungschassis. Im Falle einer gestörten Übertragungsleitung kann in den Endstellen unverzüglich auf die Reserveleitung umgeschaltet werden. Die Betriebsbereitschaft dieser Leitung wird durch ein besonderes Kontrollsignal dauernd überwacht.

Zusätzlich zu den für PCM-Betrieb entpupinisierten Aderpaaren wird im betreffenden Bezirkskabel jeweils noch ein weiteres Aderpaar für eine Dienstleitung belegt. Diese verbindet die beiden Endstellen und ist in alle Zwischenverstärkerkasten eingeführt. In den Endausrüstungen endigt die Dienstleitung auf Telephoneinschüben, in den Zwischenverstärkern auf Steckbuchsen. Durch Anschalten eines Feldtelefons kann von jedem Zwischenverstärker aus mit den Endstellen Verbindung aufgenommen werden.

2.2 Mechanischer Aufbau

Die in den Endausrüstungsgestellen eingesetzten Geräte der Leitungsausrüstung sind in normalen Einschüben der Bauweise 62 eingebaut. Für die Zwischenverstärker wurde ebenfalls ein Einschubgehäuse BW 62 gewählt.

Die Zwischenverstärkerkasten werden in zwei verschiedenen Grössen hergestellt; der grössere (Aussendurchmesser 545 mm) ist für Anlagen bis zu 16, der kleinere

- un renouvellement de la cadence, étant donné que le train d'impulsions n'est pas seulement déformé en amplitude, mais aussi dans sa phase (instabilité);
- la régénération proprement dite, dans laquelle le train d'impulsions est reformé et retransmis.

Un circuit pour la localisation des défauts est aussi monté dans chaque amplificateur intermédiaire; des parasurtensions sont prévus pour la protection contre des surtensions en provenance de la ligne. La *figure 8* montre le schéma de principe d'un amplificateur intermédiaire et la *figure 9* son exécution (boîtier enlevé).

Dans chaque installation MIC, il est aussi prévu, en plus des lignes de transmission pour les systèmes en exploitation, une ligne de réserve qui est équipée dans les armoires d'amplificateurs intermédiaires exactement de la même façon que les lignes en exploitation et qui aboutit dans les équipements terminaux sur des prises coaxiales dans les châssis de lignes de réserve. Lorsqu'une ligne de transmission est dérangée, il est possible de commuter immédiatement sur la ligne de réserve dans les postes terminaux. La disponibilité de cette ligne est constamment surveillée par un signal de contrôle particulier.

En plus des paires de conducteurs dépupinisées pour l'exploitation MIC, une autre paire de conducteurs est encore occupée dans le câble rural considéré pour une ligne de service qui relie les deux postes terminaux et est introduite dans toutes les armoires d'amplificateurs intermédiaires. La ligne de service aboutit dans les équipements terminaux sur des unités téléphoniques enfichables, dans les amplificateurs intermédiaires sur des prises. En connectant

(Aussendurchmesser 390 mm) bis zu maximal 6 Systemen bestimmt. Die Ansicht eines Kastens zeigt *Figur 10*. Die kreisförmigen Kästen bestehen aus einer geschweissten, feuerverzinkten Stahlblechkonstruktion. Sie müssen im geschlossenen Zustand vollständig wasserdicht sein; bei der Anlage Luzern-Sarnen zum Beispiel sind einzelne Zwischenverstärker in Schächten montiert, die fast das ganze Jahr unter Wasser stehen.

Die Verbindung zwischen der Abzweigmuffe des Bezirkskabels und dem Verstärkerkasten wird mit einem besonderen Anschlusskabel hergestellt, das entsprechend den Kastengrößen in zwei Ausführungen angefertigt wird und einen Kupferschirm zur Trennung der Aderpaare der inneren und äusseren Lagen enthält. Die zu den Verstärkereingängen (niedrige Pegel) führenden Adern verlaufen unter der Abschirmung, damit sie durch die von den Verstärkerausgängen (hohe Pegel) kommenden Adern nicht direkt beeinflusst werden.

Den Abschluss des Kabels Seite Verstärkerkasten bildet ein Metallkonus, der mit dem Kabelmantel verlötet wird. Im Innern des Konus werden die Kabeladern mit Araldit vergossen, um jedes Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Das so vorbereitete Anschlusskabel wird als separate Einheit geliefert und normalerweise erst bei der Montage mit dem Kasten verschraubt. Die einzelnen Aderpaare werden im Kasteninnern auf eine Anschlussleiste, die sogenannte Wickbank, geführt, und nach dem Wickelverfahren angeschlossen. Ein geöffneter Kasten ist in *Figur 11* zu sehen. Man erkennt darin zuunterst die Wickbank, die mit einer durchsichtigen Platte abgedeckt ist. Darüber befindet sich ein Einsatzrahmen mit Steckerneutigen, der die Verstärkereinschübe aufnimmt; zuoberst ist der Einschub für die Fehlerortung, ein Adapter für das Ausmitteln der eingeführten Kabeladern und der Anschlussstecker für die Dienstleitung angeordnet.

Die Verstärkerkasten können auch in andern als der gezeigten Lage in den Kabelschächten montiert werden. Ihre Anordnung richtet sich nach den Platzverhältnissen und der Kabelführung.

In den Endstellen wird für die Einführung der PCM-Adern ebenfalls das vorerwähnte Anschlusskabel verwendet. Dieses endet hier nicht in der PCM-Ausrüstung selbst, sondern ist auf Stoppani-Trennleisten geführt, die normalerweise in einen Verteiler montiert sind.

3. Kabelstrecke Luzern-Sarnen

Im Bezirkskabel Luzern-Hergiswil-Alpnach-Sarnen sind insgesamt 21 Aderpaare für PCM-Betrieb entpuppinisiert und in die Zwischenverstärkerkasten eingeführt worden. Diese Adern sind wie folgt belegt:

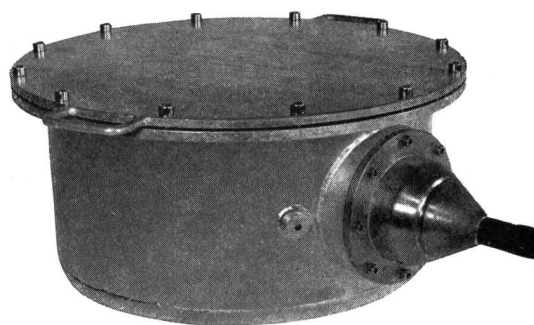


Fig. 10
Zwischenverstärker-Kasten, wasserdicht – Boîtier d'amplificateur intermédiaire, étanche

un téléphone de campagne, on peut établir une liaison avec les postes terminaux à partir de chaque amplificateur terminal.

2.2 Construction mécanique

Les appareils de l'équipement de ligne, utilisés dans les bâtis des équipements terminaux, sont montés dans des unités enfichables normales de la construction 62. Un boîtier d'unité enfichable de la construction 62 a également été choisi pour les amplificateurs intermédiaires.

Les armoires d'amplificateurs intermédiaires sont fabriquées en deux grandeurs différentes; la grande (diamètre extérieur de 545 mm) est destinée aux installations comptant jusqu'à seize systèmes, la petite (diamètre extérieur de 390 mm) aux installations ayant au maximum six systèmes. La vue d'une armoire est reproduite à la *figure 10*. Les armoires circulaires sont construites en tôle d'acier soudée et zinguée au feu. Lorsqu'elles sont fermées, elles doivent être parfaitement étanches à l'eau; sur l'installation Lucerne-Sarnen, par exemple, certains amplificateurs intermédiaires sont montés dans des chambres qui sont sous l'eau durant presque toute l'année.

Un câble de raccordement spécial relie le manchon de dérivation du câble rural à l'armoire des amplificateurs; il est fabriqué en deux modèles conformément aux dimensions des armoires et comporte un écran de cuivre séparant les paires de conducteurs des couches intérieures et extérieures. Les conducteurs menant aux entrées des amplificateurs (niveau bas) passent sous l'écran, pour qu'ils ne soient pas directement influencés par les conducteurs venant des sorties des amplificateurs (niveau élevé).

Un cône métallique, soudé à la gaine du câble, assure la fermeture du câble du côté de l'armoire des amplificateurs. A l'intérieur du cône, les conducteurs du câble sont enrobés d'araldite, pour que l'humidité ne puisse y pénétrer. Le câble de raccordement ainsi préparé est livré en une unité séparée et n'est normalement vissé à l'armoire que lors du

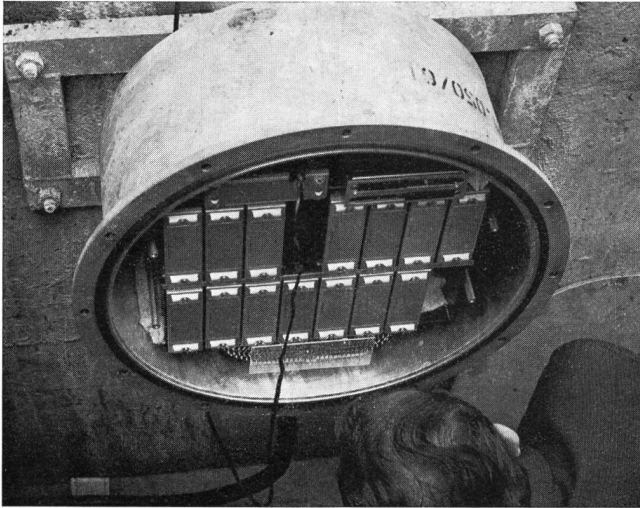


Fig. 11
Offener Zwischenverstärker-Kasten – Boîtier d'amplificateur intermédiaire, ouvert

Luzern–Alpnach	1 System + 1 Reserveleitung
Luzern–Sarnen	7 Systeme (Erstausbau 4) + 1 Reserveleitung
Luzern–Alpnach–Sarnen	1 Dienstleitung geschlauft

Es handelt sich um ein paarverseiltes Kabel, Baujahr 1937, Teilstück des ehemaligen Fernkabels Luzern–Interlaken. Im gleichen Kabel verläuft auch die HF-Telephonrundsprach-Speiseleitung für die Zentralen Hergiswil, Alpnach und Sarnen.

Die rund 22,3 km lange Strecke Luzern–Sarnen enthält 12 Zwischenverstärker gemäss *Figur 12*. Die Zwischenverstärker 6 und 7 fallen nicht mit den Pupinpunkten zusammen. Um bei dieser ersten Anlage das ganze Jahr hindurch den Zugang zu allen Verstärkern sicherzustellen, sind die zwei Standorte in Strassennähe verlegt worden. Aus den gleichen Überlegungen sind auch alle Verstärkerkisten in Einstiegschächten oder nicht überdeckten Plattenschächten

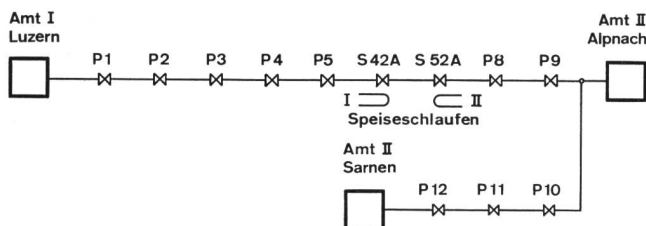


Fig. 12
Schema der Zwischenverstärkerstrecke Luzern–Sarnen (22,3 km) – Schéma de la section d'amplificateurs intermédiaires Lucerne–Sarnen (22,3 km)

Speiseschlaufen – Boucles d'alimentation

montage. Les paires de conducteurs sont amenées à l'intérieur de l'armoire sur une réglette de raccordement, dite banc d'enroulement, et connectées selon la méthode d'enroulement. Une armoire ouverte est représentée à la *figure 11*. On y reconnaît tout en bas le banc d'enroulement qui est recouvert d'une plaque transparente. Au-dessus se trouve un cadre avec fiches négatives, dans lequel s'emboîtent les unités enfichables d'amplificateurs; tout en haut sont disposés l'unité enfichable pour la localisation des défauts, un adaptateur pour le repérage des conducteurs de câble introduits et la fiche de raccordement pour la ligne de service.

Les armoires d'amplificateurs peuvent être montées dans les chambres de câbles dans une position différente de celle qui est illustrée. Leur disposition dépend des conditions de place et du tracé des câbles.

Dans les postes terminaux, les câbles de raccordement sont également utilisés pour l'introduction des conducteurs MIC. Ils n'y aboutissent pas dans l'équipement MIC même, mais sont amenés sur des réglettes de coupure Stoppani qui sont normalement montées dans un répartiteur.

3. Section de câble Lucerne–Sarnen

Dans le câble rural Lucerne–Hergiswil–Alpnach–Sarnen, vingt et une paires de conducteurs ont été dépupinisées pour l'exploitation MIC et introduites dans les armoires d'amplificateurs intermédiaires. Ces conducteurs sont occupés de la manière suivante:

Lucerne–Alpnach	1 système + 1 ligne de réserve,
Lucerne–Sarnen	7 systèmes (première installation 4) + 1 ligne de réserve,
Lucerne–Alpnach–Sarnen	1 ligne de service bouclée.

Il s'agit d'un câble toronné par paires qui a été construit en 1937 et qui est un tronçon de l'ancien câble interurbain Lucerne–Interlaken. Ce câble abrite aussi la ligne d'alimentation de la télédiffusion à haute fréquence pour les centraux d'Hergiswil, d'Alpnach et de Sarnen.

Le tronçon Lucerne–Sarnen, long de 22,3 km, comporte douze amplificateurs intermédiaires, ainsi que le montre la *figure 12*. Les amplificateurs 6 et 7 ne coïncident pas avec les points Pupin. Pour qu'il soit possible d'accéder durant toute l'année à l'ensemble des amplificateurs de cette première installation, les deux emplacements ont été déplacés à proximité de la route. Pour les mêmes considérations, toutes les armoires d'amplificateurs ont été montées dans des chambres avec trou d'accès ou dans des chambres à dalles non recouvertes. Pour d'autres installations MIC, on pourra renoncer à cette mesure de précaution, aucun amplificateur intermédiaire n'étant tombé en panne jusqu'ici.

montiert. Für weitere PCM-Anlagen kann auf diese Vorsichtsmassnahme verzichtet werden, nachdem bis heute keine Zwischenverstärker ausgefallen sind.

4. Betriebserfahrungen

Die Ausrüstungen für die Anlagen Luzern-Alpnach und Luzern-Sarnen sind nach der Lieferung und Installation im Juni 1970 durch die Abteilung Forschung und Entwicklung PTT geprüft worden. Nachdem sich keine schwerwiegenden Mängel zeigten, wurden die Leitungen Luzern-Sarnen im Juli 1970 dem Betrieb übergeben. Die PCM-Kanäle Luzern-Alpnach sind erst seit März 1971 im Betrieb, da vorgängig die Zentralausrüstungen in Alpnach ausgebaut werden mussten.

Von einigen Anfangsschwierigkeiten abgesehen, arbeiten beide Anlagen seit der Inbetriebnahme zuverlässig und mit sehr wenig Störungen. Die periodisch durchgeführten Unterhaltungsmessungen (Restdämpfung, Geräusch, Signalisierung) lassen bis heute ebenfalls keine Verschlechterung der ursprünglich gemessenen Werte erkennen. Gegen äussere Einflüsse scheint das gewählte Übertragungssystem mit dem Code nach W. Neu sehr unempfindlich zu sein. Am 15. Dezember 1970 wurde durch Strassenbauarbeiten das Bezirkskabel zwischen Alpnach und Sarnen schwer beschädigt. Während sämtliche NF-Leitungen in diesem Kabel durch eindringendes Wasser ausser Betrieb gesetzt wurden, arbeiteten die PCM-Kanäle störungsfrei weiter! Einzig auf der PCM-Ersatzleitung wurde Alarm ausgelöst.

Die befürchtete Einwirkung der PCM-Signale auf die Hochfrequenz-Telephonrundsprach-Speisung der Zentren hält sich in erträglichem Rahmen. Auf dem am meisten anfälligen Kanal 6 (340 kHz) wurde in Sarnen folgender Geräuschabstand gemessen:

ohne PCM-Systeme	$A_G = 74,2$ dB
alle PCM-Systeme im Betrieb	$A_G = 63,4$ dB
Mindestwert nach Pflichtenheft	$A_G = 63,4$ dB

Dieses Resultat ist wohl zurückzuführen auf die

- durchgehende lagenmässige Trennung der PCM-Adern und der HFTR-Ader im Bezirkskabel
- sendeseitige Vorentzerrung der PCM-Impulse in den Endausrüstungen und Zwischenverstärkern.

Von der Lieferfirma sind noch Ergänzungsarbeiten an einigen Einschüben auszuführen. Es betrifft dies:

- den mechanischen Schutz der Auslöseknöpfe von Sicherungsautomaten gegen unbeabsichtigte Auslösung,
- die Änderung der Bedienungsorgane der Fernspeiseeinheit zum bessern Schutz gegen Fehlmanipulationen,
- den Ersatz des Sperr- und Auslösestromkreises für die Kanäle, dessen Schaltung nicht befriedigt,
- die Änderung des Coders zur Verbesserung des nicht-linearen Nebensprechens der Kanäle.

4. Expériences faites en service

Après qu'ils eurent été livrés et montés en juin 1970, les équipements des installations Lucerne-Alpnach et Lucerne-Sarnen ont été essayés par la division des recherches et du développement des PTT. Aucune défektivité grave ne s'étant révélée, les lignes Lucerne-Sarnen ont été remises à l'exploitation en juillet. Les canaux MIC Lucerne-Alpnach ne sont en service que depuis mars 1971, les équipements du central d'Alpnach ayant dû être préalablement adaptés.

A part quelques difficultés initiales, les deux installations fonctionnent parfaitement depuis leur mise en service et le nombre des dérangements constatés est resté minime. Les mesures d'entretien effectuées périodiquement (équivalent de transmission, bruit, signalisation) ne permettent également de déceler aucune détérioration des valeurs mesurées initialement. Le système de transmission choisi avec le code selon W. Neu semble être absolument insensible aux influences extérieures. Le 15 décembre 1970, le câble rural a été sérieusement endommagé entre Alpnach et Sarnen à la suite de travaux de construction de route. Tandis que toutes les lignes à basse fréquence ont été mises hors service, les canaux MIC ont continué de fonctionner sans dérangement. L'alarme n'a été déclenchée que sur la ligne de secours MIC.

L'influence des signaux MIC sur l'alimentation de la télédiffusion à haute fréquence des centraux, que l'on craignait, se maintient dans des limites tolérables. A Sarnen, l'écart suivant entre signal et bruit a été mesuré sur le canal 6 (340 kHz), le plus sensible:

sans systèmes MIC	$A_G = 74,2$ dB
tous les systèmes MIC en service	$A_G = 63,4$ dB
valeur minimale selon cahier des charges	$A_G = 63,4$ dB

Ce résultat doit, à n'en pas douter, être attribué à

- la séparation totale par couches des conducteurs MIC et des conducteurs de télédiffusion à haute fréquence dans le câble rural,
 - la précorrection, côté émission, des impulsions MIC dans les équipements terminaux et les amplificateurs intermédiaires.
- Le fournisseur doit encore exécuter des travaux supplémentaires à quelques unités enfichables, qui portent sur
- la protection mécanique des boutons de déclenchement de coupe-circuit automatiques contre tout déclenchement involontaire,
 - la modification des organes de commande de l'unité de téléalimentation en vue d'améliorer la protection contre les fausses manipulations,
 - le remplacement du circuit de blocage et de libération pour les canaux dont le principe n'est pas satisfaisant,
 - la modification du codeur en vue d'améliorer la diaphonie non linéaire des canaux.

Bibliographie

- [1] *Neu W.* Some techniques of pulse modulation. Bull. SEV 51 (1960), S. 978...987.
- [2] Hasler-Mitteilungen 29 (1970) Nr. 2.
- [3] *Maurer H.* Methode zur Messung des verständlichen Nebensprechens bei PCM-Endausrüstungen. Techn. Mitt. PTT, 1969, Nr. 7, S. 295...297.
- [4] *Bachmann A. E.* Eigenschaften eines integrierten PCM-Fernmeldenetzes. Techn. Mitt. PTT, 1969, Nr. 10, S. 416...426.
- [5] *Merz P.-A.* Expandierender Digital-Analog-Wandler mit einem Leiternetzwerk für die PCM-Technik. Techn. Mitt. PTT, 1970, Nr. 3, S. 96...102.
- [6] *Ritschard R.* Der Einsatz von PCM-Anlagen im Bezirksnetz. Techn. Mitt. PTT, 1970, Nr. 4, S. 136...148.
- [7] *Fluhr J., und Molnar N.* PCM-Wägecodierer mit digitaler Dynamik-Kompression. Techn. Mitt. PTT, 1970, Nr. 5, S. 197...204.
- [8] *Gfeller M.* Die Wirtschaftlichkeit von PCM-Systemen und ihr Einsatz im schweizerischen Leitungsnetz. Techn. Mitt. PTT, 1971, Nr. 8, S. 474...484.

Bibliographie

- [1] *Neu W.* Some techniques of pulse modulation. Bull. ASE 51 (1960), p. 978...987.
- [2] Communications Hasler 29 (1970), N° 2.
- [3] *Maurer H.* Methode zur Messung des verständlichen Nebensprechens bei PCM-Endausrüstungen. Bulletin Technique PTT, 1969, N° 7, p. 295...297.
- [4] *Bachmann A. E.* Caractéristiques d'un réseau de télécommunications MIC intégré. Bulletin Technique PTT, 1969, N° 10, p. 416...426.
- [5] *Merz P.-A.* Expandierender Digital-Analog-Wandler mit einem Leiternetzwerk für die PCM-Technik. Bulletin Technique PTT, 1970, N° 3, p. 96...102.
- [6] *Ritschard R.* Emploi d'installations à modulation par impulsions et codage (MIC) dans le réseau rural. Bulletin Technique PTT, 1970, N° 4, p. 136...148.
- [7] *Fluhr J. et Molnar N.* PCM-Wägecodierer mit digitaler Dynamik-Kompression. Bulletin Technique PTT, 1970, N° 5, p. 197...204.
- [8] *Gfeller M.* L'aspect économique des systèmes à modulation par impulsions et codage (MIC) et leur utilisation dans le réseau suisse des lignes. Bulletin Technique PTT, 1971, N° 8, p. 474...484.

Adresse des Auteurs: Max Grimm, Kreistelephondirektion Luzern, CH - 6000 Luzern

Literatur – Bibliographie – Recensionen

Pélissier R. Les réseaux d'énergie électrique. Tome 1: Les Aspects techniques du service. Paris, Dunod Editeur, 1971. 356 S., verschiedene Tabellen, 68 Abb. Preis FF 64.—

Tome 2: Calcul et réglage des réseaux. 316 S., verschiedene Tabellen, 70 Abb. Preis FF 76.—

Der Autor, Professor an der Ecole supérieure d'électricité und an massgebender Stelle in der Studiendirektion der Electricité de France tätig, hat seine Vorlesungen in vier Bänden zusammengefasst, von denen bisher zwei vorliegen. Der erste Band enthält eine Menge von Informationen über die wirtschaftlichen Aspekte der elektrischen Energieversorgung, die Gestaltung der Netze und ihre Anpassung an den rasch steigenden Verbrauch. Man findet in ihm die typischen Belastungskurven und eine Umschreibung der Anforderungen, die für die Qualität der Energieversorgung entscheidend sind, wie Spannungs- und Frequenzkonstanz, Häufigkeit und Dauer der Unterbrüche in der Energieversorgung und

Oberwellengehalt. Dieser Band wird durch eine Betrachtung über die Gefährdung durch Berührungsspannungen, Erdungsprobleme und ein längeres Kapitel über Radiostörungen abgeschlossen; die Beeinflussung von Fernmeldeanlagen hingegen ist nur kurz erwähnt.

Im zweiten Band findet man die Unterlagen für die Berechnung der Verhältnisse in komplizierten Netzen mit Hilfe von Digitalrechnern und Netzmodellen. Der Autor behandelt neben dem Normalbetrieb der Netze auch den Fehlerfall, einschliesslich der Stabilität, das heisst des synchronen Laufes der Maschinen in kritischen Situationen. Ein weiteres Kapitel behandelt die Automatisierung des Netzbetriebes, einschliesslich der Probleme der zentralen Netzregelung.

Der Stoff ist sehr übersichtlich präsentiert, die beiden Bände bieten dem Ingenieur, der sich mit Netzproblemen befasst, viele nützliche Hinweise für die Lösung seiner Probleme. Sie enthalten aber praktisch keine Daten über Leitungsimpedanzen usw. und auch nur sehr wenige Zahlenbeispiele.

H. Meister

Schweigert H. Regelungstechnik für Radio- und Fernsehtechniker und Elektroniker. = Radio-Praktiker-Bücherei, Band 163/165c. München, Franzis-Verlag, 1971. 571 S., 134 Abb. Preis: DM 15.80.

Wer sich mit Steuerungs- und Regelungstechnik befasst, findet in diesem Bändchen ein reichhaltiges Wissen vermittelt. Die leichtfassliche Einführung in das Grundlagenproblem der Steuer- und Regelungstechnik ist umfassend: Allgemeine Grundlagen der Regelungstechnik, Regelstrecke, Regeleinrichtung, Regelkreis, unetstetige Regelungsvorgänge. Diese Grundkenntnisse leiten über zu praxisnahen Anwendungen, wie Regelschaltungen im Rundfunk-, Fernseh- und Tonbandgerät, den elektronischen Schaltungen und Regelgeräten.

Für den jungen Fachmann oder Techniker stellt das Buch den Kontakt her, ältere Jahrgänge polieren damit ihre Lücken auf. Besonders hervorzuheben sind die zahlreichen Diagramme und Schemata. Ein immer willkommenes Stichwortverzeichnis rundet den Inhalt ab.

O. Spycher