

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: 51 (1973)

Heft: 12

Artikel: Das integrierte PCM-Fernmeldesystem IFS-1 = Le système de télécommunication intégré MIC IFS-1

Autor: Wuhrmann, Karl E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875317>

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: 02.05.2026

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

Das integrierte PCM-Fernmeldesystem IFS-1

Le système de télécommunication intégré MIC IFS-1

Karl E. WUHRMANN, Bern

621.395.491 :621.376.56:681.327.8

Zusammenfassung. Das integrierte Fernmeldesystem IFS-1 soll dem Kunden neben Telephonieverkehr auch ein weites Spektrum von Datendiensten in einem einheitlichen Fernmeldenetz anbieten. Das System verwendet zentralisierte Software-Steuerungen für grosse Fernmeldebereiche. Diese Bereiche sind aus Gründen der Sicherheit und Wartung in gleichwertige, überlagerte Netze oder Ebenen unterteilt. Über Konzentratoren haben die Abonnenten im Einzugsgebiet eines Bereiches normalerweise Zugang zu allen Ebenen der Mehrebenen-Netzstruktur. Das einzelne Netz ist modular aufgebaut; es besteht aus ferngesteuerten, an beliebigen Orten aufstellbaren Einheiten, die untereinander mit normalisierten PCM-Multiplexleitungen verbunden sind. Der Beitrag beschreibt die Schalt- und Steuerwerkkonfiguration, die Unterteilung in mehrere Ebenen, die Prinzipien des Austausches von Steuerinformation und das Herstellen von Verbindungen.

Résumé. Outre la correspondance téléphonique, le système intégré de télécommunications IFS-1 doit aussi offrir à la clientèle tout un éventail de services de données dans un réseau homogène de télécommunications. Le système utilise des commandes software centralisées pour de grands secteurs de télécommunications. Pour des raisons de sécurité et d'entretien, ces zones sont subdivisées en réseaux ou plans équivalents superposés. Dans la circonscription d'une zone, les abonnés ont normalement accès à chaque plan de la structure multiplan grâce à des concentrateurs. Le réseau unique est modulaire; il comprend des unités télécommandées, qu'on peut monter aux endroits désirés, reliées entre elles par des circuits multiplex MIC normalisés. L'exposé décrit la configuration du réseau de commutation et de celui de commande, la subdivision en plusieurs plans, les principes de l'échange de l'information de commande et l'établissement des communications.

IFS-1, il sistema integrato di telecomunicazione PCM

Riassunto. Il sistema integrato di telecomunicazioni IFS-1 ha per scopo di offrire all'utente, oltre alla possibilità di svolgere il traffico telefonico, anche un ampio spettro di servizi per la trasmissione di dati in una rete interurbana uniforme delle telecomunicazioni. Esso s'avvale di comandi programmati centralizzati per importanti zone delle telecomunicazioni. Queste zone, per ragioni di sicurezza e della manutenzione, sono suddivise in reti o piani equivalenti che si sovrappongono. Per il tramite di concentratori gli utenti della stessa area di una zona, hanno normalmente accesso a tutti i piani della struttura della rete a piani multipli. La singola rete ha una struttura a costruzione modulare; è costituita di unità telecomandate che possono essere ubicate ovunque e che sono collegate tra di loro con linee multiplex PCM normalizzate. Nella relazione si descrive la configurazione a rete dei circuiti e dei complessi di comando, la suddivisione in diversi piani, i principi della possibilità di sostituire le informazioni di comando e lo stabilimento di comunicazioni.

1. Einleitung

Integrierte PCM-Systeme haben bestechende Eigenschaften; sie erlauben die Übermittlung von Signalen verschiedenster Quellen und besitzen Übertragungseigenschaften, die praktisch unabhängig von der Distanz und der Anzahl Schaltstellen innerhalb des Übertragungsweges sind, sie erlauben flexible und wirtschaftliche Netzgestaltung und eröffnen neuartige Möglichkeiten, die Kommunikationsprobleme der nächsten Jahrzehnte zu lösen [1, 2]. Es ist dies keine neue Erkenntnis, nur fehlten bis vor wenigen Jahren die technologischen Voraussetzungen, die eine Realisierung derartiger Systeme erst ermöglichen. In den frühen 60er Jahren konzentrierte sich das Interesse vorerst auf die digitale Übertragung unter Verwendung der Puls-Code-Modulation (PCM). Bald erkannte man jedoch, dass die zweiwertige Natur der PCM-Signale für die Schaltung mit Hilfe elektronischer Koppelpunkte, die in Form der digitalen Mikroelektronik den Markt zu erobern begannen, ideal ist. Damit waren die Voraussetzungen für eine sehr rasche Entwicklung gegeben.

So wurden in der Schweiz, ausgehend von den Studienresultaten der *Abteilung Forschung und Entwicklung der PTT*, PCM-Übertragungssysteme und Koppelfelder durch die Industrie realisiert und Steuerungs- und Netzprobleme studiert [3 ... 5]. Diese ersten Arbeiten fanden 1970 ihren

1. Introduction

Les systèmes intégrés MIC possèdent des propriétés remarquables; ils permettent la transmission de signaux provenant de sources les plus diverses et leurs caractéristiques de transmission sont pratiquement indépendantes du nombre des points de connexion d'un tronçon donné et de la distance à couvrir. Grâce à ces systèmes, la structure des réseaux peut être conçue de manière souple et rationnelle, ce qui ouvre de nouvelles perspectives concernant les solutions possibles aux problèmes de communication des décennies à venir [1, 2]. Ces faits ne sont pas nouveaux, mais les moyens technologiques nécessaires à la réalisation de tels systèmes manquaient encore il n'y a pas si longtemps. Dans les années 1960, on s'intéressa avant tout à la transmission numérique, rendue possible grâce à l'emploi de la modulation par impulsions et codage (MIC). Toutefois, on se rendit bientôt compte que le caractère binaire des signaux MIC permettait de réaliser de manière idéale des connexions à l'aide de points de couplage électroniques, composants intégrés dont la gamme toujours plus étendue était en voie de conquérir le marché. Les conditions nécessaires à un développement très rapide étaient créées.

En partant de résultats d'études de la *Division des recherches et du développement* des PTT, l'industrie suisse réalisa des systèmes de transmission MIC, des systèmes de

Abschluss in einem betriebsfähigen Labormodell einer PCM-Vermittlungsanlage [7]. Mit diesem Modell konnten bereits einige wichtige Grundprinzipien bestätigt werden. So erwies sich die Durchschaltung nach der Methode der Speicherung eines ganzen Rahmens als gut brauchbar [6, 8]. Ebenfalls zeigte sich, dass der Grundsatz des modularen Aufbaus-Systemeinheiten werden über einheitliche Trennstellen zu ganzen Netzen zusammengebaut — realistisch und flexibel ist. Die Trennstelle einer PCM-Multiplexleitung erlaubt die Fernsteuerung der Systemeinheiten. Die Anwendung eines Echtzeit-Prozessors für die Steuerung ermöglicht die Anpassung an verschiedenste Betriebsfälle. Auf der anderen Seite zeigten gerade die Erfahrungen mit dem Labormodell, dass noch grosse Anstrengungen unternommen werden müssen, um das hochgesteckte Ziel eines integrierten digitalen Fernmeldenetzes erreichen zu können.

In der Zwischenzeit entwickelten die Lieferanten die PCM-Übertragungssysteme auf den technischen Stand, der ihren Einsatz im öffentlichen Netz erlaubt [9, 10].

Die gezielte Weiterverfolgung des Problems erforderte eine Konzentration der Kräfte. Dazu wurde Anfang 1970 die Arbeitsgemeinschaft PCM gegründet, wobei durch die Unterzeichnung eines Vertrages der allseitige Wille zur Zusammenarbeit bekundet wurde. Diese Arbeitsgemeinschaft umfasst die drei Firmen *Hasler AG*, Bern, *Siemens-Albis AG*, Zürich und *Standard Telephon und Radio AG*, Zürich und die PTT-Betriebe. Die Projektleitung liegt bei der Abteilung Forschung und Entwicklung PTT [11, 12].

Zweck dieses Artikels ist, eine erste Einführung in die bisher erarbeiteten Systemgrundlagen und technischen Lösungen zu geben, wobei naturgemäss nicht auf alle Aspekte und detaillierten Verwirklichungsmöglichkeiten eingegangen werden kann. Der Beitrag basiert auf zwei Vorträgen, die 1972 an internationalen Konferenzen gehalten wurden [13, 14].

2. Das IFS-1-Fernmeldenetz

Das IFS-1-Netzkonzept umfasst die Gesamtheit aller für die Herstellung, Übertragung und Überwachung einer Fernmeldeverbindung notwendigen Organe. Als Fernmeldeverbindung kommen normale Telephon- oder ähnliche analoge Verbindungen, Telex oder Fernschreibverbindungen, mittlere bis schnellere Datenverbindungen und viele andere Verbindungen digitalisierter Informationsarten in Frage. Das IFS-1-Netz erstreckt sich damit von der Teilnehmerstation mit ihrer Leitung über die Wahlstufen mit ihren Steuermechanismen bis zu den Fernleitungen. Durch die digitale und vierdrähtige Übertragung und Vermittlung in PCM-Technik gelingt es, ein einheitliches Netz hoher Güte zu schaffen. Die Digitalisierung der niederfrequenten Analogsignale wird so nahe als möglich beim Abonnement vor-

couplage et se pencha sur l'étude des problèmes de commande et de réseaux [3...5]. Ces travaux permirent la réalisation, en 1970, du modèle de laboratoire d'un dispositif de commutation MIC utilisable [7]. Cet ensemble permit de confirmer quelques principes de base importants. Ainsi, il s'avéra que la commutation selon la méthode de mémorisation d'une trame entière donnait de bons résultats [6, 8]. On s'aperçut aussi que le principe de construction modulaire, à savoir la constitution de réseaux entiers en réunissant des unités de système par des interfaces uniformes, représentait une solution réaliste susceptible d'être adaptée aux besoins les plus divers. L'interface d'un circuit multiplex MIC permet de télécommander les unités du système. A cette fin, l'emploi d'un processeur en temps réel autorise l'adaptation à des cas d'utilisation variés. Par ailleurs, les expériences faites avec le modèle de laboratoire ont montré que des efforts considérables devaient encore être entrepris avant que ne soit atteint l'objectif de haute visée d'un réseau de télécommunication numérique intégré.

Entre-temps, les fournisseurs portèrent le niveau technique des systèmes de transmission MIC à un point tel que leur emploi dans le réseau public devint possible [9, 10].

L'étude systématique du problème requérait une concentration des forces. A cet effet, la communauté de travail MIC fut créée au début de 1970, et la volonté de coopération de tous les milieux intéressés se manifesta par la signature d'un contrat. Cette communauté de travail comprend les trois maisons *Hasler SA* à Berne, *Siemens-Albis SA* à Zurich, *Standard Téléphone et Radio SA* à Zurich, ainsi que l'Entreprise des PTT. La direction du projet incombe à la Division des recherches et du développement des PTT [11, 12].

Le but de cet article est d'exposer les bases du système élaboré jusqu'ici et d'en expliquer les solutions techniques, sans toutefois traiter tous les aspects et les détails de réalisation. Cette étude se fonde sur deux exposés présentés lors de conférences internationales en 1972 [13, 14].

2. Le réseau de télécommunication IFS-1

La conception du réseau IFS-1 englobe tous les organes nécessaires à l'établissement, à la transmission et à la surveillance d'une liaison de télécommunication. Sont considérées comme liaisons de télécommunication les communications téléphoniques normales ou d'autres liaisons semblables de nature analogique, les communications par télex ou par téléimprimeur, les transmissions de données à vitesse moyenne ou rapide et l'acheminement de nombreuses autres informations transmises sous forme numérique. Le réseau IFS-1 s'étend donc du poste d'abonné avec sa ligne de raccordement aux circuits interurbains en passant par les étages de sélection et leurs mécanismes de commande. Grâce à la transmission numérique à quatre fils et à la com-

genommen. In einer späteren Phase werden Sprechstationen mit eingebauten Codern/Decodern und Datenendgeräte zu digitalen Anschlussnetzen führen. Zusammen mit PCM-Übertragung auf den Fernleitungen ergibt dies ein vollständig homogenes digitales Netz. IFS-1 wäre deshalb in zweierlei Hinsicht als integriert zu bezeichnen: im einen Fall wird in Zeitmultiplex- und PCM-Technik vermittelt und übertragen, im andern sind mehrere Dienste in einem einzigen, einheitlichen Wählnetz vereinigt [15].

Das Bedürfnis nach

- Flexibilität in der Netzgestaltung,
- vereinfachter Installation neuer Ausrüstungen für Netzerweiterungen,
- erleichtertem Ersatz ausgedienten Materials,
- verringerten Wartungszeiten und -kosten und
- vermehrter Standardisierung in Entwicklung und Fabrikation

führt zu Lösungen, die eine beschränkte Anzahl von Funktionseinheiten oder Blöcken vorsieht, die über wenige einheitliche Schnittstellen untereinander verbunden sind. Rechnersteuerung und Zeitmultiplexechniken ermöglichen und fordern eine weitgehende Zentralisierung der Schalt- und Steuerfunktionen. Die räumliche Konzentration der Steuerungs- und Überwachungsfunktionen bedingen ein wirksames und zuverlässiges System für die Übertragung der Steuerinformation. Dazu steht als Übertragungsmittel der im integrierten System überall vorhandene universelle PCM-Einheitskanal zur Verfügung.

Das IFS-1-Netz ist daher modular aufgebaut und besteht aus ferngesteuerten, an beliebigen Orten aufstellbaren Systemblöcken oder Einheiten, die durchwegs mit CEPT'-konformen PCM-Multiplexleitungen untereinander verbunden sind. Eine PCM-Multiplexleitung überträgt 32 Zeitschlitze oder Kanäle zu je 8 bit und 8 kHz Abtastfrequenz [16]. Jede Einheit im Netz wird über mindestens einen normalen, ihr allein durch semi-permanente Durchschaltung zugeordneten PCM-Kanal gesteuert.

2.1 Der Aufbau des IFS-1-Netzes

Funktionell kann das Netz in vier Bereiche unterteilt werden, nämlich in

- den Anschlussbereich,
- den Konzentrationsbereich,
- das Durchschaltenetzwerk,
- den Prozessorbereich (Fig. 1).

2.1.1. Der Anschlussbereich

Er besteht aus allen Teilnehmerendgeräten für analoge und digitale Dienste und den ihnen zugeordneten Anschlussleitungen (Teilnehmerleitungen). Interzentrale NF- und Trägerfrequenzleitungen, die das IFS-1-System mit den vorhandenen Netzen verbinden, können ebenfalls als Teil dieses Bereiches betrachtet werden, da Anpassungen an

mutation in technique MIC, il est possible de créer un réseau uniforme de haute qualité. Les signaux analogiques à basse fréquence sont digitalisés en un point situé aussi près que possible de l'abonné. Dans une phase ultérieure, l'introduction de postes téléphoniques à codeurs-décodeurs et de terminaux de données conduiront à l'établissement de réseaux de raccordement numériques. Si l'on considère encore la transmission en technique MIC sur les circuits interurbains il est possible de parler d'un réseau numérique entièrement homogène. Dès lors, le système IFS-1 pourrait être admis comme intégré à deux égards: d'une part, il transmet et commute les communications par multiplexage dans le temps et en technique MIC, d'autre part, il réunit divers services en un seul réseau commuté uniforme [15].

La nécessité de

- donner au réseau une structure souple,
- simplifier l'installation de nouveaux équipements en vue de l'extension des réseaux,
- faciliter le remplacement de matériel usagé,
- réduire la durée de maintenance et les frais qui en découlent,
- pousser la standardisation en matière de développement et de fabrication,

conduit à des solutions prévoyant un nombre limité d'ensembles ou de blocs, réunis entre eux par un faible nombre d'interfaces uniformes. Les commandes par processeur et les techniques de multiplexage dans le temps permettent et exigent de centraliser dans une large mesure les fonctions de commutation et de commande. La concentration spatiale des fonctions de commande et de surveillance nécessite un système efficace et fiable pour la transmission des informations de commande. On dispose à cet effet du canal universel MIC utilisé dans l'ensemble du système intégré.

Le réseau IFS-1 est constitué, pour cette raison, de modules télécommandés disposés en des points quelconques du système. Ils portent le nom d'unités de système ou d'unités et sont réunis par des circuits multiplex MIC entièrement conformes aux spécifications de la CEPT¹. Un tel circuit multiplex MIC transmet 32 échantillons ou canaux à 8 bits chacun, ainsi qu'une fréquence d'échantillonnage de 8 kHz [16]. Chaque unité du réseau est commandée au moins par un canal MIC à connexion semi-permanente qui lui est attribué.

2.1 Structure du réseau IFS-1

Fonctionnellement, il est possible de subdiviser le réseau en quatre secteurs

- le secteur de raccordement,
- le secteur de concentration,
- le réseau de connexion,
- le secteur de traitement par processeur (fig. 1).

¹ Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications

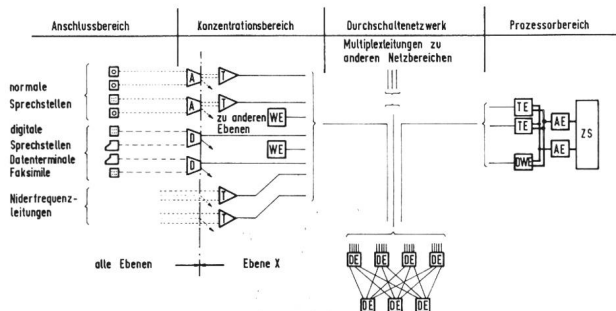


Fig. 1
Allgemeiner Aufbau des Netzes mit System IFS-1 – Structure générale du réseau conçu selon le système IFS-1

- Anschlussbereich – Secteur de raccordement
 Konzentrationsbereich – Secteur de concentration
 Durchschaltetzwerk – Réseau de couplage
 Multiplexleitungen zu anderen Netzbereichen – Lignes multiplex vers d'autres secteurs de réseau
 Alle Ebenen – Tous les plans
 Ebene X – Plan X
 A Analog-Konzentrator – Concentrateur analogique
 D Digital-Konzentrator – Concentrateur numérique
 T Terminal – Terminal
 WE Wahleinheit – Unité d'enregistreurs
 DE Durchschalteeinheit – Unité de connexion
 TE Telegrammeinheit – Unité de télégrammes
 DWE Digitale Wahleinheit – Unité d'enregistreurs numériques
 AE Anpassungseinheit – Unité d'adaptation
 ZS Zentrale Steuerung – Commande centralisée
- PCM-Multiplexleitung – Ligne multiplex MIC
 Niederfrequenzleitung – Ligne basse fréquence
 - - - - - Digitale Teilnehmerleitung – Ligne d'abonné numérique

den einheitlichen PCM-Kanal sowohl für den Sprechweg wie für die Signaliersysteme notwendig sind.

Das analoge Teilnehmernetz kann den heutigen Anschlussnetzen für Telephonabonnenten weitgehend gleichgestellt werden. Alle heute bekannten Teilnehmergeräte sind anschliessbar, die bestehenden Ortskabelnetze sind weiterhin verwendbar.

Das künftige digitale Teilnehmernetz umfasst digitale Teilnehmerleitungen und -apparate, einschliesslich Sprechstationen mit lokalen Codern/Decodern und Datengeräte für verschiedenste Anwendungen. Die digitale Teilnehmerleitung arbeitet mit einem 10-bit-Code und hat folgende Funktionen und Eigenschaften [17]:

- volltransparente Übertragung von 8-bit-PCM-Worten;
- zusätzliche Code-Kombinationen für die Signalisierung;
- eine einfache Synchronisationsart;
- gute Übertragungseigenschaften (geringer Gleichstromanteil, usw.).

2.1.2 Der Konzentrationsbereich

Die zweite Stufe in der funktionellen Hierarchie des Systems erfüllt sowohl Vermittlungs- als auch Übertragungsaufgaben:

2.1.1 Le secteur de raccordement

Il comprend tous les équipements terminaux d'abonnés pour services analogiques et numériques ainsi que les lignes de raccordement afférentes (circuits d'abonnés).

Les circuits BF et à courants porteurs intercentraux reliant le système IFS-1 aux autres réseaux peuvent aussi être considérés comme faisant partie du secteur de raccordement, vu qu'une adaptation au canal MIC unitaire est nécessaire, tant pour le circuit de conversation que pour la signalisation.

Le réseau analogique d'abonnés peut être assimilé dans une large mesure aux réseaux actuels de raccordement des abonnés au téléphone. Il est possible de brancher tous les postes d'abonnés connus à ce jour et le réseau des câbles locaux peut continuer à être utilisé.

Le futur réseau numérique d'abonnés comprend des lignes d'abonnés et des postes conçus en technique numérique ainsi que des postes de conversation à codeurs-décodeurs et dispositifs de traitement de données locaux pour les applications les plus diverses. La ligne d'abonné numérique travaille avec un code de 10 bits et se distingue par les fonctions et les propriétés suivantes [17]:

- transmission entièrement transparente de mots de 8 bits en MIC;
- combinaisons supplémentaires de codes aux fins de signalisation;
- genre de synchronisation simple;
- bonnes propriétés de transmission (faible composante en courant continu, etc.).

2.1.2 Le secteur de concentration

Le second secteur de la hiérarchie fonctionnelle assure à la fois des tâches de commutation et de transmission, à savoir:

- concentration du trafic provenant des lignes d'abonnés de façon à permettre sa transmission économique à distance moyenne et sa commutation selon des critères de direction;
- surveillance et commande des lignes d'abonnés et des circuits de jonction intercentraux;
- transposition des divers codes de signalisation en une forme normalisée;
- concentration au sens physique du terme en un multiplex MIC d'un nombre de circuits pouvant s'élever jusqu'à 30.
- commutation 2 fils – 4 fils, où cela est nécessaire;
- transposition, au besoin, des signaux analogiques en signaux numériques.

Le secteur de concentration comprend des concentrateurs analogiques et numériques ainsi que des terminaux et des unités d'enregistreurs.

- Konzentration des Verkehrs von der Teilnehmerleitung auf ein Mass, das eine wirtschaftliche Übertragung über mittlere Distanzen und Richtungsdurchschaltung erlaubt;
- Überwachung und Steuerung der Teilnehmerleitungen und Verbindungsleitungen zwischen den Zentralen;
- Umwandlung der verschiedenen Signalisierungscode in eine normierte Form;
- Physikalische Konzentration von bis zu 30 Leitungen in ein PCM-Multiplex;
- Zweidraht-Vierdrahtumwandlung, wo nötig;
- Analog-Digitalumwandlung, wo nötig.

Der Konzentrationsbereich besteht aus analogen und digitalen Konzentratoren sowie Terminalen und Wahleinheiten.

2.1.3 Das Durchschaltenetzwerk

Das Zeitmultiplex-Durchschaltenetzwerk verbindet alle Multiplexleitungen vom Konzentrationsbereich untereinander, dient als Registerkoppler, indem es den Zugang zu den Wahleinheiten öffnet und wirkt als Koppelfeld für die Steuerkanäle. Es übt dabei alle richtungsabhängigen Schaltfunktionen aus. Das Netzwerk ist modular aufgebaut und setzt sich aus einer Anzahl normalisierter *Durchschalteinheiten* zusammen. Das Steuersystem ermöglicht es, diese Einheiten auch dezentral aufzustellen und so verteilte Durchschaltenetze zu bilden, was den Aufbau von Satellitenzentralen erlaubt [18].

Die Durchschalteinheiten sind in ungerichtete drei- oder fünfstufige gefaltete Netzwerke gruppiert, die eine hohe Erreichbarkeit und sehr kleine Blockierung zwischen den Multiplexleitungen gewährleisten. Das dreistufige symmetrische Netzwerk — zusammengesetzt aus A- und B-Stufen — bietet eine maximale verarbeitbare Verkehrsleistung von etwa 4000 Erlang ankommendem Verkehr (Fig. 2).

Kleine Netzwerke können aufgebaut werden, indem man weniger Durchschalteinheiten in den A- und B-Stufen verwendet und bei Bedarf die A-Schalter miteinander direkt verbindet. Netze mit 6...8 A-Schaltern verarbeiten immerhin noch rund 1000 Erlang. Da alle je Multiplexleitung notwendigen Schaltungen in einer Durchschalteinheit modular und steckbar ausgelegt sind, ist eine wirtschaftliche Unterbestückung möglich.

Der Konzentrationsbereich erlaubt keine direkte Schaltung zwischen zwei Teilnehmerleitungen oder zwischen einer Teilnehmerleitung und einer interzentralen Leitung, vielmehr führt er nur eine Verkehrskonzentration durch. Um die Übertragungskosten im Bezirksnetz in wirtschaftlichen Grenzen zu halten, werden Durchschalteinheiten in Satellitenzentralen eingesetzt. Diese A-Schalter sind direkt an die zentralisierten B-Schalter angeschlossen, wobei ein Symmetrieverlust im Netzwerk entsteht (Fig. 3). Angepasste Wegesuchmethoden gewährleisten trotz der Asymmetrie

2.1.3 Le réseau de connexion

Le réseau de connexion réunit toutes les lignes multiplex du secteur de concentration; il sert de coupleur d'enregistreur, du fait qu'il permet l'accès aux unités d'enregistreurs, et joue le rôle de champ de couplage pour les canaux de commande. De ce fait, ce réseau opère toutes les commutations qui doivent être faites selon un critère de direction. Il est constitué de modules et se compose d'un certain nombre d'unités de connexion normalisées. De par sa conception, le système de commande permet la décentralisation de ces unités et autorise la constitution de réseaux de connexion répartis, rendant ainsi possible l'implantation de centraux satellites [18].

Les unités de connexion sont groupées en réseaux semi-maillés non directionnels à 3 ou 5 niveaux assurant une haute accessibilité et une très faible tendance au blocage entre les circuits multiplex. Le réseau symétrique à trois niveaux comprenant des étages A et B offre une capacité d'écoulement du trafic entrant jusqu'à 4000 erlangs environ au maximum (fig. 2).

Il est possible de constituer des petits réseaux en utilisant moins d'unités de connexion dans les étages A et B et en reliant directement, au besoin, les unités de connexion de l'étage A. Les réseaux comprenant de 6 à 8 unités formant un seul étage A sont néanmoins capables de traiter environ 1000 erlangs. Vu que les circuits afférents à chaque ligne multiplex se présentent sous forme de modules enfichés dans une unité de connexion, il est possible de sous-doter cette dernière pour des impératifs de rentabilité. Le secteur de concentration ne permet pas l'interconnexion directe de deux circuits d'abonnés ou d'un circuit d'abonné et d'une ligne intercentrale, il est réservé uniquement à la concentration du trafic. Afin de maintenir les frais de transmission dans le réseau rural dans des limites économiquement raisonnables, il y a lieu d'équiper les centraux satellites d'unités de connexion. Ces unités d'étage A sont reliées

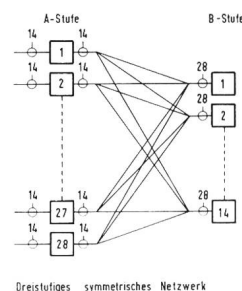


Fig. 2
Dreistufiges symmetrisches Durchschaltenetzwerk – Réseau de connexion symétrique à trois étages

A-Stufe – Etage A
B-Stufe – Etage B

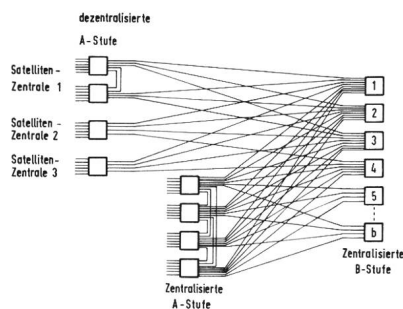


Fig. 3
Durchschaltenetzwerk mit Satellitenzentralen – Réseau de connexion avec des centraux satellites

Satellitenzentrale 1, 2, 3 – Central satellite 1, 2, 3
Zentralisierte A-Stufe – Etage A centralisé
Zentralisierte B-Stufe – Etage B centralisé
Dezentralisierte A-Stufe – Etage A décentralisé

und der beschränkten Erreichbarkeit die Erzielung sehr kleiner Blockierungsverluste.

Alle Multiplexleitungen zu Einheiten des Konzentrationsbereiches (Analog- und Digitalkonzentratoren, Terminals und Wahleinheiten) sowie die Multiplexleitungen zu den Einheiten des Prozessorbereiches, mit direktem Zugang zum PCM-Netz (Telegrammeinheiten, digitale Wahleinheiten) und die PCM-Verbindungsleitungen zu andern Netzbereichen, sind ausnahmslos aussen an die Durchschalteinheiten der A-Stufe angeschlossen. Da ebenfalls die Verbindungen zwischen allen Durchschalteinheiten aus PCM-Multiplexleitungen bestehen, wird im ganzen IFS-1-Netzwerk ein einziger Schnittstellentyp verwendet.

2.1.4 Der Prozessorbereich

Der Prozessorbereich (Fig. 1) übt alle für den Betrieb des Netzes nötigen Steuer- und Überwachungsfunktionen mit Hilfe eines programmierbaren Rechners aus. Er besteht damit aus der *zentralen Steuerung*, welche alle Vermittlungs- und Überwachungsprogramme enthält, und ihren peripheren Ein- und Ausgabegeräten. Spezielle IFS-1-bezogene Systemblöcke (Anpassungseinheit, digitale Wahleinheit und Telegrammeinheit), die man als Hilfsrechner bezeichnen kann, entlasten die zentrale Steuerung von Routineaufgaben.

2.2 Die IFS-1-Systemblöcke

Neben der zentralen Steuerung werden in der Hardware acht standardisierte Systemblöcke unterschieden:

- a) Die *Durchschalteinheit* (DE) ist das eigentliche PCM-Schaltorgan und besteht aus einem kombinierten Raum-Zeit-Durchschalter. Dieser verbindet die Zeitschlitz der Multiplexleitungen wortweise, wobei die beiden Übertragungsrichtungen unabhängig voneinander behandelt werden [6, 8]. Er führt die drei bei der PCM-Vermittlung auftretenden Grundoperationen — Synchronisierung,

direkt zu den Einheiten der zentralisierten B-Stufe, was sich durch eine Asymmetrie im Netzwerk (Fig. 3) zeigt. Dennoch, trotz dieser Asymmetrie und der reduzierten Zugänglichkeit, ist es möglich, die Blockierungsverluste auf ein Minimum zu senken, durch ein System zur Suche nach Routen.

Alle Multiplexleitungen zu den Einheiten des Konzentrationsbereiches (Analog- und Digitalmultiplexer, Terminals und Einheiten der Aufzeichnungsgeräte), die den Einheiten des Prozessorbereiches dienen, sind ebenfalls direkt an das PCM-Netz (Einheiten der Telegrammeinheiten, digitale Wahleinheiten), ebenso wie die Multiplexleitungen, die zu anderen Netzbereichen führen, angeschlossen. Da ebenfalls die Verbindungen zwischen allen Durchschalteinheiten aus PCM-Multiplexleitungen bestehen, wird im gesamten IFS-1-Netzwerk ein einziger Schnittstellentyp verwendet.

2.1.4 Le secteur de traitement par processeur

Le secteur de traitement par processeur (fig. 1) assure toutes les fonctions de commande et de surveillance nécessaires à l'exploitation du réseau à l'aide d'un ordinateur programmable. Il comprend le dispositif de commande centralisé où sont enregistrés tous les programmes de commutation et de surveillance et les équipements périphériques d'introduction et d'extraction des données. Des organes spécialement conçus pour le système IFS-1 (unité d'adaptation, unité d'enregistreurs numériques et unité de télégrammes), que l'on pourrait qualifier de processeurs auxiliaires, déchargent le dispositif de commande centralisé des travaux de routine.

2.2 Les unités du système IFS-1

En plus du dispositif de commande centralisé, huit unités de système normalisées font partie de l'équipement du réseau IFS-1:

- a) *L'unité de connexion* (DE), l'organe de connexion MIC proprement dit, opère selon des critères spatiaux et temporels combinés. Il réunit mot à mot les échantillons d'information des circuits multiplex, tout en traitant séparément les deux sens de transmission [6, 8]. Cette unité assure les trois opérations de base propres à la commutation en technique MIC, à savoir la synchronisation et la connexion spatiale et temporelle. Une unité de connexion offre une capacité de raccordement jusqu'à 28 lignes multiplex, une accessibilité parfaite, sans phénomènes de blocage. Au besoin, chaque ligne en multiplex peut être exploitée en régime asynchrone par rapport à l'horloge interne, tant sur le plan de la phase que de la fréquence. Toutefois, une exploitation synchronisée en fréquence est également possible, en particulier, lorsqu'il s'agit de transmettre des données avec un faible taux d'erreurs.

räumliche und zeitliche Durchschaltung — durch. Eine Durchschalteinheit hat eine Anschlusskapazität von bis zu 28 Multiplexleitungen, sie weist volle Erreichbarkeit auf und ist blockierungsfrei. Jede Vielfachleitung kann gegenüber dem internen Taktgeber phasen- und frequenzunabhängig arbeiten, sofern dies erwünscht ist. Andererseits ist auch ein frequenzsynchroner Betrieb möglich, dies insbesondere für einen fehlerarmen Datenverkehr.

- b) Der *Analogkonzentrator* (AKT) bildet das Bindeglied zwischen konventionellem Teilnehmerleitungsnetz und PCM-Netz. Er schafft Zugang für jeden Teilnehmer zu mehreren Kanälen verschiedener Multiplexleitungen und umgekehrt. Er stellt einen Ebenenverknüpfungspunkt dar (siehe 3). Der Analogkonzentrator bündelt den Verkehr von analogen Teilnehmerleitungen (Verkehrskonzentration). Um einen umfangreichen Informationsaustausch zwischen den Subebenen, wie auch deren gegenseitige Beeinflussung zu vermeiden, führt er einige Operationen autonom durch, wie Anreizerkennung, Wegesuche im eigenen Koppelnetz und Ebenenzugriffsausscheidung. Er ist modular aufgebaut und besteht aus einer Anzahl elektromechanischer Norm-Teilkoppelnetze (TKN) und einer Steuerung. Gewisse Organe der Steuerung sind ebenenindividuell. Die Anschaltung an das PCM-Netz geschieht immer über Terminale. Norm-Teilkoppelnetze können räumlich von der Konzentrationsteuerung abgesetzt und ferngesteuert werden. Dies ermöglicht den Aufbau von aussenliegenden Konzentratoren.
- c) Der *Digitalkonzentrator* (DKT) erfüllt mit einem elektronischen Zeitmultiplexkoppelfeld ähnliche Funktionen für das digitale Teilnehmerleitungsnetz. Die digitalen Teilnehmerschaltungen und Leitungssätze wirken als Schnittstelle zwischen den Übertragungssystemen auf Teilnehmer- und Multiplexleitung.
- d) Das *Terminal* (T) fasst 30 Sprech- und/oder Datenkanäle in das PCM-Leitungsformat zusammen und wirkt damit als Multiplexer-Demultiplexer. Es enthält den Coder/Decoder für die Umwandlung der analogen in digitale Signale und umgekehrt. Jedem der 30 Kanäle der PCM-Multiplexleitung ist ein *Leitungssatz* fest zugeordnet. Diese Leitungssätze arbeiten, je nach Art der Anschlussleitung, ähnlich wie Schnurstromkreise im Falle von Teilnehmerleitungen oder Eingangs- beziehungsweise Ausgangssätze bei interzentraler Leitung. Für jedes Signalsystem sind besondere Leitungssätze vorgesehen, diese bilden damit die eigentliche Schnittstelle zum Anschlussbereich. Jeder Leitungssatz ist über eine normalisierte Trennstelle zum Terminal steckbar ausgeführt, so dass verschiedene Typen beliebig gemischt werden können. Spezielle Leitungssätze für digitale Signale erlauben die Umgehung des Coders und ermöglichen zum Beispiel den Anschluss von Digitalkonzentratoren (Fig. 4).
- b) *Le concentrateur analogique* (AKT) constitue le maillon réunissant le réseau conventionnel et le réseau MIC. Il permet à chaque abonné d'accéder à plusieurs voies de diverses lignes multiplex et vice versa. Il constitue un point de jonction des plans (voir 3). Il concentre le trafic transitant sur les lignes d'abonnés selon le mode analogique. Pour éviter un échange intense d'informations entre les sous-plans et empêcher qu'ils ne s'influencent mutuellement, le concentrateur réalise certaines opérations de manière autonome, telles la reconnaissance de sollicitation, la recherche d'itinéraires dans son propre réseau de couplage et les discriminations d'accès aux plans. Cet organe est réalisé en technique modulaire et se compose d'un certain nombre de réseaux de couplage partiels normalisés électromécaniques et d'un dispositif de commande. Certains dispositifs de commande sont propres à un plan déterminé. La connexion au réseau MIC se fait toujours par le biais de terminaux. Il est possible de séparer spatialement des réseaux de couplage partiels normalisés de la commande du concentrateur et de les télécommander, ce qui permet de décentraliser les concentrateurs.
- c) *Le concentrateur numérique* (DKT) assure des fonctions analogues dans le secteur du réseau numérique des abonnés par le truchement d'un champ de couplage électronique multiplexé dans le temps. Les circuits numériques d'abonnés et les circuits de lignes jouent le rôle d'interfaces entre les systèmes de transmission empruntant les lignes d'abonnés et les lignes multiplex.
- d) Le *terminal* (T) réunit 30 voies de conversation et/ou de transmission de données et leur donne la structure de trame propre aux lignes MIC. Il assure de ce fait la fonction d'un multiplexeur-démultiplexeur. Le terminal est doté d'un codeur-décodeur pour la transformation des signaux analogiques en signaux numériques et inversement. Chacun des 30 canaux de la ligne multiplex MIC possède un *équipement terminal de ligne* attribué à demeure. Ces équipements fonctionnent, suivant le genre du circuit de raccordement, de manière analogue à des circuits de cordon dans le cas de lignes d'abonnés, ou comme des circuits de lignes d'entrée ou de sortie, s'il s'agit d'un circuit intercentral. Des équipements terminaux de ligne spéciaux sont prévus pour chaque système de signalisation et constituent ainsi les interfaces avec le secteur de raccordement. Chaque circuit de ligne peut être enfiché dans le terminal par l'intermédiaire d'un interface normalisé, si bien qu'il est possible de mélanger divers types à volonté. Des équipements terminaux de ligne particulièrement conçus pour les signaux numériques permettent d'éviter le codeur et autorisent, par exemple, le raccordement de concentrateurs numériques (fig. 4).

- e) Die *Wahleinheit* (WE) fasst 30 Register in einer Zeitmultiplexeinheit zusammen. Jedes dieser Register ist in der Lage, Registersignale aus dem Anschlussbereich zu empfangen und auf ein normalisiertes Format umzusetzen oder auf entsprechende Anweisung der zentralen Steuerung Signale auszusenden. Die Register sind für die Verarbeitung von Impulssignalen aller Signalsysteme wie auch für Tonsignale von Tastenwahlstation oder Mehrfrequenzcode (MFC) auf Fernleitungen ausgelegt.
- f) Die *digitale Wahleinheit* (DWE) besteht ebenfalls aus 30 Registern. Sie wird für die Verarbeitung der Signalverfahren von digitalen Teilnehmern sowie Signalsystemen mit gemeinsamem Datenkanal (z.B. CCITT Nr. 6) eingesetzt. Wegen des zu erwartenden hohen Informationsflusses — bis einige hundert Zeichen je Sekunde — hat sie über die Anpassungseinheit direkten Zugang zur zentralen Steuerung.
- g) Die *Telegrammeinheit* (TE) bedient in Zeitmultiplex 31 Steuerkanalregister. Diese Register verwalten den Informationsaustausch für die Steuerung der Einheiten ausserhalb des Prozessorbereiches und überwachen damit unter anderem den Datenfluss. Sie passen die Formate zwischen dem azyklischen Datentransfer, Telegrammeinheit, zentrale Steuerung und jenen, die auf den zyklisch organisierten PCM-Steuerkanälen verwendet werden, an. Sie entlasten den Rechner auch von Routineaufgaben, wie dem Abtasten von Überwachungspunkten, dem Erkennen von Leitungszustandsänderungen und der regelmässigen Kontrolle der Steuermeldungen, die innerhalb des PCM-Systems ausgetauscht werden.
- h) Die *Anpassungseinheit* (AE) verbindet insgesamt bis zu 16 digitale Wahleinheiten und Telegrammeinheiten mit der zentralen Steuerung. Die AE steuert den Informationsaustausch zwischen Rechner und den erwähnten Einheiten. Sie wird ebenfalls zugezogen für die Taxierung der Gespräche und erzeugt die Impulse für den Betrieb von Gebührenmeldern oder bei Rückwärtstaxierung. Sie bildet Bestandteil der zentralen Steuerung und kann als Hilfsprozessor bezeichnet werden.
- i) Während der Entwicklungsphase wird als Steuerprozessor das Rechnersystem Hasler Dataflex T-200 verwendet. Dieser leistungsfähige Echtzeitrechner, der auf den Einsatz in Fernmeldesystemen zugeschnitten ist, besitzt eine Wortlänge von 32 bit und eine bis 512 kByte erweiterungsfähige Speicherkapazität [19].
Die Telegramm- und digitalen Wahleinheiten sowie das Durchschaltenetzwerk werden über die einheitliche PCM-Multiplexschnittstelle zusammengeschaltet. Die Schnittstelle zwischen Anpassungseinheit und Rechner ist durch die verwendete Computertechnik gegeben. Zwischen den Anpassungs-, Telegramm- und digitalen Wahleinheiten wird eine genormte, schnelle Parallelschnittstelle benützt.

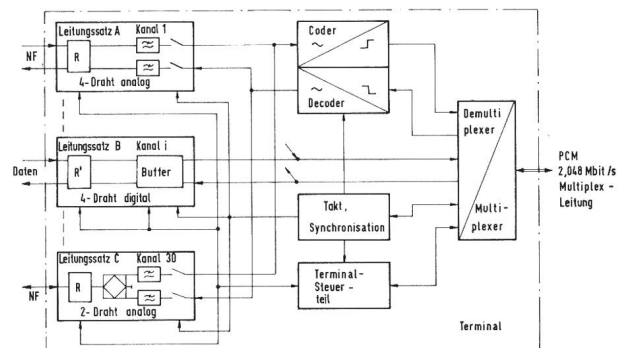


Fig. 4
Blockschema des Terminals – Schéma bloc du terminal

Terminal – Terminal
 R Relaisatz – Circuit de relais
 R' Elektronischer «Relais»-Satz – Circuit électronique de «relais»
 Leitungssatz A, B, C – Equipement terminal de ligne A, B, C
 Kanal 1, i, 30 – Canal 1, i, 30
 4-Draht analog – 4 fils analogique
 4-Draht digital – 4 fils numérique
 2-Draht analog – 2 fils analogique
 Buffer – Pufferstufe – Etage tampon
 Coder – Codeur
 Decoder – Décodeur
 Takt, Synchronisation – Cadence, synchronisation
 Terminal-Steuer-teil – Circuit de commande du terminal
 Demultiplexer – Démultiplexeur
 Multiplexer – Multiplexeur
 NF Niederfrequente Leitung – Ligne basse fréquence
 Daten – Données
 PCM 2,048 Mbit/s Multiplexleitung – Ligne multiplex MIC 2,048 Mbits/s

- e) L'*unité d'enregistreurs* (WE) réunit 30 enregistreurs en une unité de multiplexage dans le temps. Chacun de ces enregistreurs est capable de recevoir des signaux d'enregistreurs provenant du secteur de raccordement et de les transposer en une structure de trame normalisée, ou de transmettre des signaux, lorsqu'il en reçoit l'ordre de la commande centralisée. Les enregistreurs sont prévus pour traiter les impulsions de tous les systèmes de signalisation ainsi que les signaux acoustiques des postes à sélection par clavier ou le code multifréquences (MFC) des circuits interurbains.
- f) L'*unité d'enregistreurs numérique* (DWE) consiste également en 30 enregistreurs. Elle sert à traiter la signalisation en provenance d'abonnés disposant d'un raccordement opérant en technique numérique, ainsi que les systèmes de signalisation avec canal de données commun (par exemple CCITT N° 6). Compte tenu du flux d'information intense – il y a lieu de s'attendre à un débit de plusieurs centaines de bits par seconde – l'unité d'adaptation accède directement au dispositif de commande centralisé.
- g) L'*unité de télégrammes* (TE) dessert 31 enregistreurs de canal de commande en multiplex dans le temps. Ces enregistreurs gèrent l'échange d'informations servant à la commande des unités situées en dehors du secteur de traite-

3. Das Mehrebenensystem

Netzwerke, wie in Abschnitt 2 beschrieben, wären in der Lage den gesamten Verkehr von bis zu 60 000 Teilnehmern zu verarbeiten. Die hohe Zentralisierung der Steuer- und Schaltfunktionen verlangt jedoch ein Überdenken der Grundzüge des Sicherheitskonzeptes, um die hohen Anforderungen bezüglich Dienstqualität und Sicherheit gegen totale Systemausfälle zu erfüllen [20]. Vereinfacht ausgedrückt lassen sich folgende grundsätzliche Forderungen stellen:

- Das System und seine Benutzer sind gegen alle Arten von einfachen Fehlern in der Hardware wie in der Software zu schützen. Der Betrieb des Netzes darf durch die unvermeidbaren Störungen oder systemeigenen Fehlerquellen nicht wesentlich beeinträchtigt werden.
- Der Ausfall von ganzen Systemeinheiten ist zuzulassen. Eine angemessene Dienstqualität darf in solchen Fällen nicht unterschritten werden. Die Sicherheitsanforderungen an Systemblöcke müssen in vernünftigen, wirtschaftlich realisierbaren Grenzen bleiben.
- Auch in Katastrophenfällen (gleichzeitiger Ausfall eines oder mehrerer für das System lebensnotwendiger Organe) ist ein beschränkter, minimaler Betrieb aufrechtzuerhalten.

Zur Erreichung dieser Forderungen bezüglich Betriebssicherheit, insbesondere die Absicherung gegen totale Systemausfälle, wird ein PCM-Netzbereich in zwei oder vier voneinander weitgehend unabhängige Ebenen aufgeteilt. Der zu verarbeitende Verkehr wird im normalen Betriebsfall gleichmäßig von diesen Ebenen übernommen. Dabei wird vom Prinzip ausgegangen, dass es tragbarer ist, vielen Teilnehmern während einer beschränkten Zeit einen kleinen Verlust an Dienstqualität, als wenigen Teilnehmern — zum Beispiel einer ganzen Quartierzentrale — während derselben Zeit einen vollständigen Verlust jeder Verbindungsmöglichkeit zuzumuten.

3.1 Die Aufteilung eines Netzbereiches in Paar- und Subebenen

Jeder Netzbereich wird in eine oder zwei Paarebenen (Paarebene 1 und 2) aufgeteilt (Fig. 5). Jede dieser Paarebenen ist ein von der andern Paarebene vollständig unabhängiges oder autonomes Netz und damit in der Lage, jede gewünschte Verbindung von allen am Netzbereich angeschlossenen Teilnehmern aufzubauen, zu überwachen, zu taxieren und wieder abzubauen. Jede Paarebene wird ihrerseits in zwei Subebenen (Subebene $n/1$ und $n/2$) eingeteilt. Jede Subebene hat ihr eigenes Durchschaltenetzwerk, ihre eigenen Terminale, Wahleinheiten, Telegrammeinheiten, digitalen Wahleinheiten und Anpassungseinheiten. Die Autonomie einer Subebene erstreckt sich auf Steuerungs-, Überwachungs-, Fehlersuche-, Rekonfigurations-, Initialisierungs- und Unterhaltungsfunktionen für alle Systemeinheiten und Organe, die ihr fest zugeordnet sind.

ment par processeur et surveillent de ce fait, entre autres, le flux des données. Les enregistreurs adaptent la structure des messages échangés dans les circuits de transfert de données acycliques, l'unité de télégrammes et le dispositif de commande centralisé, à la structure cyclique caractérisant le débit binaire de canaux de commande MIC. Ils déchargent aussi le processeur des tâches de routine, telles que l'exploration de points de surveillance, la reconnaissance d'états de lignes et le contrôle régulier des messages de commande échangés à l'intérieur du système MIC.

- h) L'unité d'adaptation (AE) relie en tout jusqu'à 16 unités du système (unités d'enregistreurs numériques et unités de télégrammes) au dispositif de commande centralisé. L'unité d'adaptation commande l'échange d'informations entre le calculateur et les unités précitées. Elle sert également à taxer les conversations et produit les impulsions requises pour le fonctionnement des indicateurs de taxe ou pour la rétrotaxation. Elle constitue une partie du dispositif de commande centralisé et peut être qualifiée de processeur auxiliaire.
- i) Durant la phase de développement, il sera fait usage d'un calculateur Hasler Dataflex T-200, en tant que dispositif de commande centralisé. Ce calculateur puissant, spécialement conçu pour les télécommunications, peut traiter des mots d'une longueur de 32 bits et dispose d'une capacité de mémoire jusqu'à 512 Kbytes [19]. Les unités de télégrammes et les unités d'enregistreurs numériques ainsi que le réseau de connexion sont reliés par des interfaces multiplex MIC normaux. L'interface unité d'adaptation – calculateur découle de la technique des ordinateurs utilisés. Un interface parallèle rapide normalisé réunit les unités d'adaptation, de télégrammes et d'enregistreurs numériques.

3. Le système des plans multiples

Les réseaux décrits au paragraphe 2 seraient capables de traiter l'ensemble du trafic échangé par 60 000 abonnés au maximum. Vu la forte centralisation des systèmes de commande et de commutation, il est cependant nécessaire de revoir les principes de base touchant à la sécurité de fonctionnement, afin de faire face aux hautes exigences en matière de qualité du service et de parer aux pannes totales pouvant affecter un système donné [20]. Dans les grandes lignes, il est possible d'énoncer les exigences fondamentales suivantes:

- Le système et ses utilisateurs doivent être protégés contre tous les genres d'erreurs simples pouvant se produire dans le hardware et le software. Le fonctionnement du réseau ne doit pas pâtir des dérangements inévitables ou des sources d'erreurs propres au système.

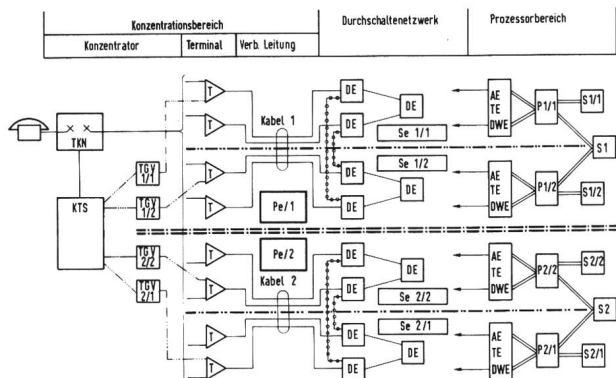


Fig. 5
Konzept des Paarebenensystems – Conception du système des paires de plans

- Konzentrationsbereich – Secteur de concentration
 Konzentrador – Concentrateur
 Terminal – Terminal
 Verb(indungs)-Leitung – Ligne de raccordement
 Durchschaltensnetzwerk – Réseau de couplage
 Prozessorbereich – Secteur de commande par processeur
 Pe/1, Pe/2 Paarebene 1, 2 – Paires de plans 1, 2
 Kabel 1, 2 – Câble 1, 2
 TKN Teilkoppelnetz – Réseau de couplage partiel
 KTS Konzentradorsteuerung – Commande de concentrateur
 TGV Telegrammverarbeitung – Circuit de traitement des télégrammes
 T Terminal – Terminal
 DE Durchschalteinheit – Unité de connexion
 Se Subebene – Sous-plan
 AE Anpassungseinheit – Unité d'adaptation
 TE Telegrammeinheit – Unité de télégrammes
 DWE Digitale Wahlleinheit – Unité d'enregistreurs numériques
 P Prozessorsystem – Système de processeur
 Sn Paarebenen-Datenbasis – Centre de données d'une paire de plans
 Sn/k Individuelle Subebenen-Datenbasis – Centre de données autonome d'un sous-plan
 - - - - - Verbindungen zu Konzentrador – Liaisons au concentrateur
 ● - - - - - Überlaufverbindungen (Beispiel) – Liaisons de débordement (exemple)

Alle Teilnehmeranschlüsse eines Netzgebietes haben über Konzentratoren die Möglichkeit, an jede Subebene angeschaltet zu werden. Die teilnehmerbezogene Information, wie Rufnummer, Lagenummer, Anschlussklasse und Behandlungsmerkmale usw., und die mit dem Konzentrador zusammenhängenden Daten, werden in einem der beiden Subebenen jeder Paarebene gemeinsamen Speicher (Sn) abgelegt. Dadurch wird die Selbständigkeit einer Subebene insofern eingeschränkt, als dieser Datenblock und die damit zusammenhängenden Funktionen einer Paarebene als gesamtes zugänglich gemacht werden.

Das aus Subebenen aufgebaute Paarebenensystem erscheint nach aussen zunächst wie eine Anordnung mit vier Ebenen. Normalerweise soll jedes Ziel (zum Beispiel Teilnehmer) über jede Subebene erreichbar sein, damit möglichst jede ankommende Verbindung in der gleichen Subebene weitervermittelt werden kann. So sind in der Regel Konzentradoranschlüsse sowie Leitungen zu konventionellen Zentralen oder grossen Nebenstellenanlagen gleichmässig über alle vier Subebenen zu verteilen.

– Il faut admettre l'hypothèse d'une panne affectant un ensemble complet d'unités du système. En tel cas, la qualité du service doit néanmoins rester convenable. Les exigences quant à la sécurité de fonctionnement des unités du système doivent rester dans des limites admissibles du point de vue économique.

– Même dans des cas extrêmes (défection simultanée et catastrophique d'un ou de plusieurs organes vitaux du système), un service limité doit pouvoir être maintenu.

En vue d'atteindre les objectifs fixés et surtout d'assurer le réseau contre les défaillances totales, on subdivise un réseau partiel MIC en deux ou quatre plans opérant dans une large mesure de manière autonome. En cas de fonctionnement normal, le trafic à traiter est réparti à parts égales entre les différents plans. Pour cela, on est parti du principe qu'il est préférable d'imposer une légère diminution de la qualité du service à de nombreux abonnés plutôt que de mettre un faible nombre d'entre eux – par exemple tous les abonnés d'un central de quartier – dans l'impossibilité totale d'établir des communications durant la même période.

3.1 Répartition d'un réseau partiel en paires de plans et en sous-plans

Chaque réseau partiel est réparti en une ou deux paires de plans (paire de plans 1 et 2, fig. 5). Chaque paire de plans constitue un réseau absolument autonome et indépendant de l'autre paire de plans, capable d'établir, de surveiller, de taxer puis de supprimer n'importe quelle communication que tout abonné raccordé au réseau partiel pourrait désirer. De son côté, chaque paire de plans est subdivisée en deux sous-plans (sous-plans n/1 et n/2). Chaque sous-plan possède son propre réseau de connexion, ses terminaux, ses unités d'enregistreurs, ses unités de télégrammes, ses unités d'enregistreurs numériques et ses unités d'adaptation. L'autonomie d'un sous-plan porte sur les fonctions de commande, de surveillance, de recherche d'erreurs, de reconfiguration, d'initialisation et de maintenance pour tous les organes et unités du système qui lui sont rattachés à demeure.

Par le biais de concentrateurs, tous les raccordements d'abonnés d'un réseau partiel peuvent être connectés à chaque sous-plan. Les informations concernant l'abonné, telles que son numéro d'appel, son numéro de positionnement, sa classe de raccordement, ses caractéristiques de traitement, etc., ainsi que des données en corrélation avec le concentrateur sont enregistrées dans une mémoire (Sn) commune aux deux sous-plans de chaque paire de plans. De ce fait, l'autonomie d'un sous-plan ne se trouve limitée que dans la mesure où ce bloc de données et les fonctions ainsi associées à la paire de plans ne sont accessibles que globalement.

Bei der Wegesuche wird immer darauf geachtet, eine Verbindung vollständig innerhalb derselben Subebene aufzubauen, ausser wenn kein freier Abnehmerkanal auf den der Subebene zugeordneten Multiplexleitungen, die zur gerufenen Seite führen, gefunden wird. Der verbleibende Verkehr ist über Überlaufverbindungen zwischen den zwei Subebenen einer Paarebene abzuwickeln. Damit wird angestrebt, de facto nur eine Aufteilung in zwei Teilbündel wirksam werden zu lassen, was den Blockierungsverlust für den Verkehr aus einer Paarebene auf terminierende Bündel vermindert.

Überlaufverbindungen zwischen zwei Subebenen verschiedener Paarebenen desselben Netzbereiches sind nur in Ausnahme- beziehungsweise Fehlerfällen zugelassen.

Querverbindungen zwischen Paarebenen in verschiedenen Netzbereichen sind ohne Einschränkungen anwendbar. Sie sind erforderlich für alle Fernverbindungen.

3.2 Die IFS-1-Netzstruktur und das heutige Netz

Nimmt man die heutige Struktur des Telephonnetzes und zieht weiter betriebliche und administrative Gegebenheiten in Betracht, findet man, dass eine jetzige Netzgruppe einem Mehrebenen-Netzbereich des IFS-1 gleichzustellen ist. Demnach sind in der Regel bestehende Netzgruppen durch IFS-1-Netzbereiche zu zwei oder vier Subebenen ersetzbar. Kleinste Netzgruppen können innerhalb desselben Kreises mit benachbarten Netzgruppen zusammen einen Netzbe- reich bilden, ganz grosse Netzgruppen (Zürich) können bei Bedarf in mehrere Netzbereiche aufgeteilt werden.

Innerhalb eines IFS-Netzbereiches werden drei Zentralen- typen vorkommen: PCM-Orts-, PCM-Knoten- und PCM- Hauptzentralen.

Die *PCM-Ortszentrale* ist aus Systemeinheiten des Kon- zentrationsbereiches aufgebaut und besteht damit aus Konzentratoren des analogen wie digitalen Typs und aus Terminalen. Der grösste Teil der heutigen End- und Quartier- zentralen wird PCM-Ortszentralen sein. Kleine heutige End- ämter können auch durch aussenliegende Konzentratoren ersetzt werden.

Von einer *PCM-Knotenzentrale* spricht man, wenn eine PCM-Ortszentrale noch mindestens eine abgesetzte Durch- schalteinheit je Subebene als Satellitenzentrale aufweist. Viele grosse Knotenämter werden in PCM-Knotenzentralen umgewandelt werden können, zusätzliche sind dort zu er- richten, wo sie verkehrstechnisch notwendig sind.

Das Zentrum einer Paarebene bildet die *PCM-Haupt- zentrale*. Sie besteht aus den Hauptteilen des Durchschalte- netzwerkes der beiden Subebenen und aus den Prozessor- bereichen. Wahleinheiten und Terminalen ergänzen die Hauptzentrale. PCM-Hauptzentralen ersetzen die jetzigen Netzgruppenhauptämter. Sie sind immer einer bestimmten Paarebene fest zugeordnet. Weist eine Netzgruppe zwei

Vu de l'extérieur, le système de paires de plans constitué de sous-plans apparaît tout d'abord comme une structure à quatre niveaux. Normalement, chaque objectif (par exemple un abonné) doit pouvoir être atteint par l'intermédiaire de chaque sous-plan afin que chaque communication entrante puisse être acheminée par une chaîne de commutation établie dans les mêmes sous-plans. Pour cela, il y a générale- ment lieu de répartir régulièrement sur l'ensemble des quatre sous-plans les raccordements de concentrateurs ainsi que les lignes desservant des centraux convention- nels ou des ensembles importants de postes secondaires. Dans la recherche d'itinéraire, on s'efforce toujours d'é- tablir une liaison complète dans un sous-plan donné, sauf s'il n'y a pas de jonction possible à la ligne multiplex attri- buée au sous-plan considéré. Le trafic restant est acheminé entre les deux sous-plans d'une paire de plans par le biais de liaisons de débordement. En fait, on force ainsi le trafic à ne se répartir qu'en deux faisceaux partiels, ce qui dimi- nue la perte par blocage du trafic transitant entre une paire de plans et des faisceaux terminaux.

Les liaisons de débordement entre deux sous-plans de différentes paires de plans du même réseau partiel ne sont admises qu'exceptionnellement ou en cas de pannes.

En revanche, sont applicables sans restriction les liaisons transversales entre les paires de plans des divers réseaux partiels. Elles sont nécessaires pour établir toutes les liai- sons interurbaines.

3.2 La structure du réseau IFS-1 comparée à celle du réseau actuel

Si l'on considère la structure actuelle du réseau télé- phonique, compte tenu de tous les facteurs administratifs et d'exploitation, on s'aperçoit qu'un groupe de réseaux, tel qu'il est constitué aujourd'hui, peut être comparé à un réseau partiel à plusieurs plans du système IFS-1. De ce fait, il est en règle générale possible de remplacer des groupes de réseaux existants par des réseaux partiels IFS-1 compre- nant deux ou quatre sous-plans. Des groupes de réseaux très petits situés à l'intérieur du même arrondissement peuvent former un réseau partiel par association à des groupes de réseaux voisins; les groupes de réseaux très vastes (Zurich) peuvent, au besoin, être scindés en plu- sieurs réseaux partiels.

Trois types de centraux seront mis en œuvre à l'intérieur d'un réseau partiel IFS-1: des centraux locaux MIC, des centraux nodaux MIC et des centraux principaux MIC.

Le *central local MIC* est constitué d'unités de système du secteur de concentration et comprend des concentrateurs du type analogique et numérique ainsi que des terminaux. La plus grande partie des centraux terminus et des cen- traux de quartier actuels seront remplacés par des centraux locaux MIC. Les petits centraux terminus actuels pourront aussi faire place à des concentrateurs décentralisés.

Paarebenen auf, dann sind demzufolge zwei PCM-Hauptzentralen aufzubauen. Diese sind aus Sicherheitsgründen in verschiedenen Gebäuden unterzubringen.

4. Aufbau und Funktionen des Fernsteuersystems

Während die Intelligenz von IFS-1 stark zentralisiert ist, müssen die verschiedenen Systemblöcke gemäss ihren Funktionen den geographischen Verhältnissen entsprechend angeordnet werden. Man benötigt deshalb ein Fernsteuersystem, das die folgenden Eigenschaften aufweist:

1. Einen schnellen und zuverlässigen Datentransfer zwischen zentralen und ferngesteuerten Einheiten.
2. Überwachung der ferngesteuerten Einheiten und aller Steuerwege.
3. Informationsaustausch auf der Grundlage eines stark vereinheitlichten aber flexiblen Systems, das von den Funktionen der ferngesteuerten Einheiten weitgehend unabhängig ist.

4.1 Der Steuerkanal

Die im PCM-Netz durchwegs verfügbaren 64-kbit/s-Datenkanäle sind ein ideales Mittel für die Übertragung der Steuer-signale aller Systemblöcke. Indem man von der Möglichkeit Gebrauch macht, die Steuer- und Nachrichtennetze zu integrieren, muss man keine neuen Übertragungsschnittstellen definieren; der hohe Datenfluss ermöglicht einen schnellen Nachrichtenaustausch, zudem ergeben sich schaltbare Steuerkanäle.

Jede ferngesteuerte Einheit besitzt mindestens einen Steuerkanal je Übertragungsrichtung. Einheiten, die mehrere Multiplexleitungen bedienen (Konzentratoren und Durchschalteinheiten), weisen zwei oder mehr Steuerkanäle auf. Jeder Kanal durchläuft mindestens eine Durchschaltstufe, wo er auf jeden gewünschten Kanal einer andern Multiplexleitung geschaltet werden kann (Fig. 6). Das Durchschaltetz ist folglich in der Lage, bis zu 31 Steuerkanäle auf die an die Telegrammeinheiten angeschlossenen Multiplexleitungen zu konzentrieren.

Zusätzlich werden die nachstehenden Grundsätze angewendet:

- Jede Telegrammeinheit kann über zwei verschiedene Anpassungseinheiten und somit zwei völlig unabhängige Wege mit der zentralen Steuerung verkehren.
- Verfügt eine Einheit über zwei Steuerkanäle, sind diese mit verschiedenen Multiplexleitungen verbunden, die ihrerseits an verschiedene Durchschalteinheiten angeschlossen sind.
- Solche Einheiten überwachen die ankommenden Daten dauernd auf beiden Steuerkanälen und entscheiden selbst, welcher von ihnen aktiv ist.

On parle d'un *central nodal MIC*, lorsqu'un central local MIC possède au moins encore une unité de connexion décentralisée par sous-plan, en tant que central satellite. Beaucoup de grands centraux nodaux seront transformés en centraux nodaux MIC et il y aura lieu d'en bâtir de nouveaux aux endroits où le trafic le rend nécessaire.

Le *central principal MIC* se trouve au centre d'une paire de plans et comprend les parties essentielles du réseau de connexion des deux sous-plans et le secteur de traitement par processeur. Les centraux principaux MIC remplaceront les centraux principaux des groupes de réseaux actuels et comporteront des unités d'enregistreurs et de terminaux pour compléter leur équipement. Ces centraux sont toujours attribués à demeure à une paire de plans déterminée. Si un groupe de réseaux consiste en deux paires de plans, il y a donc lieu d'aménager deux centraux principaux MIC. Pour des raisons de sécurité, il importe de loger ces installations dans des bâtiments différents.

4. Structure et fonctions du système de télécommande

Alors que les fonctions logiques du système IFS-1 sont fortement centralisées, il est nécessaire de répartir les diverses unités dont il se compose selon leurs fonctions et conformément aux conditions géographiques. Dès lors, il y a lieu de faire appel à un système de télécommande qui doit répondre aux spécifications suivantes:

1. Assurer un transfert de données rapide et fiable entre les centraux et les unités télécommandées,
2. Surveiller les unités télécommandées et toutes les voies de commande.
3. Garantir l'échange d'informations sur la base d'un système souple mais fortement uniformisé, dépendant étroitement des fonctions des unités télécommandées.

4.1 Le canal de commande

Les canaux de données à 64 Kbits/s, disponibles en tous points du réseau MIC, constituent un moyen idéal pour transmettre les signaux de commande à toutes les unités du système.

En faisant usage de la possibilité d'intégrer les réseaux de commande et de communication, on s'affranchit du problème de définir de nouvelles jonctions de transmission: le flux intense de données permet un échange d'informations rapide; de plus, on dispose ainsi de canaux de commande commutables.

Chaque unité télécommandée possède au moins un canal de commande par direction de transmission. Les unités desservant plusieurs lignes multiplex (concentrateurs ou unités de connexion) en disposent de deux ou plus. Chaque canal traverse au moins un étage de connexion, point à

- Die Anzahl der Telegrammeinheiten wird so dimensioniert, dass die Steuerwege auch bei Ausfall einer solchen durch Umlegen auf die Reserveausrüstungen aufrechterhalten werden können.

Diese Grundsätze ermöglichen es, bei irgendeinem Einzelfehler im Netz jede Einheit mit zwei Steuerkanälen immer über einen neuen Weg zu erreichen. Auch bei vielen Doppelfehlern können neue Wege gefunden werden. Jede Einheit mit nur einem Steuerkanal kann mindestens über einen neuen Weg bis zu der Durchschalteinheit der A-Stufe erreicht werden, an die sie angeschlossen ist (Fig. 6).

Bei der Einschaltung des Netzes baut die Steuerung mit Hilfe eines Wegesuchprogrammes eine Verbindung über das Durchschaltenetzwerk zu jeder Einheit auf. Diese Verbindungen bleiben semi-permanent durchgeschaltet, bis infolge eines Fehlers Ersatzwege aufgebaut werden müssen.

4.2 Datenübertragung auf den Steuerkanälen

Die zwischen der zentralen Steuerung und den Systemblöcken ausgetauschten Daten lassen sich grob in vier Arten unterteilen:

- **Befehle** der zentralen Steuerung an eine ferngesteuerte Einheit,
- **Antworten** oder **Quittungen** als Reaktion der gesteuerten Einheit auf einen Befehl,
- **Berichte** ausgelöst durch externe Ereignisse oder Fehler und
- **Meldungen** zwischen zwei zentralen Steuerungen.

Dieser Datenverkehr wird mit einem System adressierter Meldungen oder Telegrammen abgewickelt [21]. Zwei Stufen sind zu unterscheiden: das zentrale Telegrammsystem zwischen Rechner und Telegrammeinheit, das periphere Telegrammsystem zwischen Telegrammeinheit und den ferngesteuerten Einheiten des Netzes.

Das periphere Telegrammsystem arbeitet nach folgenden Grundprinzipien:

- **Quittungsprinzip:** die Telegrammeinheit erwartet immer eine Antwort auf jedes Telegramm, das sie gesendet hat.
- **Abfrageprinzip:** eine ferngesteuerte Einheit darf nie selbstständig ein Telegramm senden, sondern nur als Antwort auf eine Abfrage oder Befehl.
- **«Eines auf einmal Prinzip»:** Die Telegrammeinheit sendet kein weiteres Telegramm, solange sie nicht eine Antwort auf das letzte von ihr gesendete erhalten hat. Kommt im Störfall innerhalb einer Überwachungszeit doch keine Antwort zurück, so wiederholt die Telegrammeinheit das letzte Telegramm.
- **Fehlerüberwachungsprinzip:** Jede Einheit prüft die empfangenen Telegramme auf Richtigkeit, soweit sie daran direkt interessiert und zur Prüfung in der Lage ist. Fehlerhafte Telegramme werden nicht weitergeleitet, die fern-

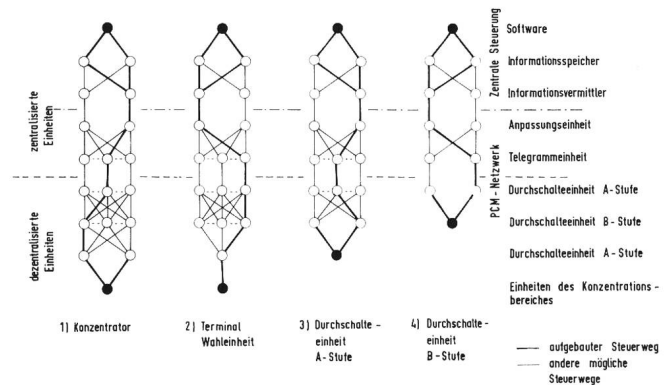


Fig. 6

Steuerwegeführung – Acheminement des ordres de commande

- 1 Konzentratoren – Concentrateur
- 2 Terminal, Wahleinheit – Terminal, unité d'enregistreurs
- 3 Durchschalteeinheit A-Stufe – Unité de connexion étage A
- 4 Durchschalteeinheit B-Stufe – Unité de connexion étage B

Zentralisierte Einheiten – Unités centralisées
 Dezentralisierte Einheiten – Unités décentralisées

Zentrale Steuerung – Commande centralisée

PCM-Netzwerk – Réseau de couplage MIC

Software – Software

Informationsspeicher – Mémoire d'information

Informationsvermittler – Distributeur d'information

Anpassungseinheit – Unité d'adaptation

Telegrammeinheit – Unité de télégrammes

Durchschalteeinheit A-Stufe – Unité de connexion étage A

Durchschalteeinheit B-Stufe – Unité de connexion étage B

Einheiten des Konzentrationsbereiches – Unités du secteur de concentration

Aufgebauter Steuerweg – Itinéraire de commande établi

Andere mögliche Steuerwege – Autres itinéraires de commande possibles

partir duquel il peut être commuté sur chaque canal voulu d'un autre circuit multiplex (fig. 6). Par conséquent, le réseau de connexion peut concentrer jusqu'à 31 canaux de commande sur les lignes multiplex reliées aux unités de télégrammes.

Les principes suivants sont en outre appliqués:

- Chaque unité de télégrammes peut communiquer avec le dispositif de commande centralisé par le biais de deux unités d'adaptation différentes, c'est-à-dire par deux voies absolument autonomes.
- Si une unité dispose de deux canaux de commande, ces derniers sont reliés à des lignes multiplex différentes qui, à leur tour, sont connectées à des unités de connexion différentes.
- Ces unités surveillent continuellement les données introduites à l'entrée sur les deux canaux de commande et discernent automatiquement lequel des deux débite.
- Le nombre des unités de télégrammes est choisi de manière à pouvoir maintenir en service toutes les voies de commande, par commutation sur des équipements de réserve, même si l'une des unités de télégrammes tombe en panne.

gesteuerten Einheiten beantworten sie mit einer Fehlermeldung.

Die Anwendung dieser Grundprinzipien führt zu einem Zwangslaufverfahren, wobei abwechselnd Telegramme in beiden Übertragungsrichtungen ausgetauscht werden (Fig. 7).

Ein Telegramm besteht aus einem Kopf und einem Datenfeld (Fig. 8). Für die Übertragung wird das Dipulsverfahren angewendet. Der Kopf enthält eine 12-bit-Adresse (Label *L*), welche die Zieladresse des Befehlstelegrammes beziehungsweise die Ursprungsadresse bei Antworten und Berichten angibt. Die *Laufnummer K* unterscheidet zwischen neuen und wiederholten Telegrammen. Aus dem *Modus M* lässt sich die Art des Telegramms und die Länge des Datenfeldes ableiten. Das Datenfeld ist Träger der eigentlichen Steuer- oder Signalisierinformation, wobei die Länge wie auch die Organisation von der gesteuerten Einheit abhängig ist. Ein Befehl an eine Durchschalteeinheit weist beispielsweise ein Datenfeld von 32 bit auf, worin 20 bit die miteinander zu verbindenden «Kreuzpunkte» (10 bit für jede der Koordinaten) und 12 bit die Art des Befehls festhalten. Dieses Telegramm wird durch den Modus 4 charakterisiert.

Gewisse Telegramme, wie «Sammelfrage», «kein Bericht» und «Warten», haben keinen Datenteil. Sie sind eindeutig durch ihren Modus gekennzeichnet.

Der kontinuierliche Telegrammfluss im peripheren Telegrammsystem nach dem Zwangslaufverfahren wird dadurch erzielt, dass jeder von der Telegrammeinheit gesendete Befehl von jener Einheit an die er gerichtet ist, durch eine

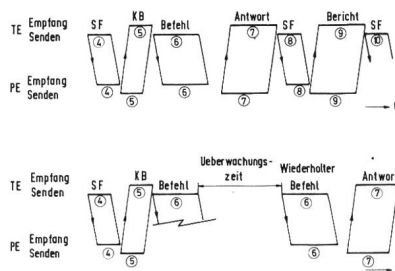


Fig. 7

Telegrammaustausch nach dem Zwangslaufverfahren, fehlerfreier Fall und Unterbruchsfall – Echange de télégrammes selon le mode de transmission asservi, cas d'un message exempt d'erreurs et d'une transmission interrompue

- TE Telegrammeinheit – Unité de télégrammes
- PE Ferngesteuerte Einheit – Unité télécommandée
- SF Sammelfragetelegramm – Télégramme de demande globale
- KB «Kein Bericht»-Telegramm – Télégramme «Rien à signaler»
- Befehl – Ordre
- Antwort – Réponse
- Bericht – Rapport
- Empfang – Réception
- Senden – Emission
- Überwachungszeit – Temps de surveillance
- Wiederholter Befehl – Ordre répété
- (X) Laufnummer der Telegramme – Numéro d'ordre des télégrammes

Grâce à l'observation de ces principes, il est toujours possible d'atteindre chaque unité par le biais de deux canaux de commande, par une voie nouvelle, en cas d'un défaut unique quelconque dans le réseau. De nouveaux itinéraires peuvent aussi être trouvés dans de nombreux cas de défauts affectant deux points du système.

Chaque unité ne disposant que d'un canal de commande peut au moins être atteinte par le biais d'un nouvel itinéraire, jusqu'au niveau de l'unité de connexion de l'étage A, à laquelle elle est reliée (fig. 6).

Lors de la mise en service du réseau, la commande centralisée établit une liaison en direction de chaque unité, par le truchement du réseau de connexion et le biais d'un programme de recherche d'itinéraire. Ces liaisons ont un caractère semi-permanent et subsistent jusqu'au moment où un itinéraire de rechange doit être trouvé, en raison d'un défaut.

4.2 Transmission de données sur les canaux de commande

Il est possible de répartir sommairement en quatre catégories les données échangées entre le dispositif de commande centralisé et les unités du système. Ce sont:

- *Les ordres* que le dispositif de commande centralisé transmet aux unités télécommandées.
- *Les réponses* ou quittances émises par l'unité visée en tant que réaction à l'ordre reçu.
- *Les rapports* qui sont émis à la suite d'événements extérieurs ou de défauts.
- *Les messages* échangés entre deux dispositifs de commande centralisés.

Ce trafic de données se déroule selon un système de messages pourvus d'adresses appelés «télégrammes» [21].

Il convient de discerner deux niveaux: le système de télégrammes centralisé reliant le calculateur et l'unité de télégrammes, et le système de télégrammes périphérique reliant l'unité de télégrammes et les unités télécommandées du réseau. Le système de télégrammes périphérique fonctionne d'après les principes fondamentaux suivants:

- *Le principe de la quittance:* l'unité de télégrammes attend toujours une réponse à chaque télégramme qu'elle transmet.
- *Le principe de l'interrogation:* une unité télécommandée ne doit jamais transmettre un télégramme sans en avoir été sollicitée, mais uniquement en réponse à une question ou à un ordre.
- *Le principe «un message à la fois»:* L'unité de télégrammes n'émet pas de nouveau télégramme avant d'avoir reçu une réponse au dernier envoyé. Si, en cas de dérangement, la réponse n'est pas reçue pendant la durée d'un cycle de surveillance, l'unité de télégrammes répète le dernier message transmis.
- *Le principe de la surveillance des erreurs:* chaque unité contrôle l'exactitude des télégrammes reçus dans la

Antwort quittiert werden muss. Wenn die Telegrammeinheit keinen Befehl aus der zentralen Steuerung an eine bestimmte gesteuerte Einheit weiterzugeben hat, sendet sie selbständig eine Sammelfrage an diese Einheit, die damit Gelegenheit hat, gegebenenfalls mit einem Bericht zu antworten. Hat sie kein Berichtsbedürfnis, dann antwortet sie mit «kein Bericht».

Die Verbindung zwischen dem Steuerkanalregister in der Telegrammeinheit und der ferngesteuerten Einheit ist auf diese Weise ständig überwacht, auch wenn keine signifikante Information zu übertragen ist.

4.3 Die Rolle des Fernsteuersystems in der Überwachung

Bei Multiplexleitungen, in denen Steuerkanäle verlaufen, werden alle nicht kanalbezogenen Fehler, wie Verstärkerstörungen, aufgrund des Unterbruches im erzwungenen Telegrammaustausch automatisch erkannt. Daraus kann eine Methode abgeleitet werden, die es gestattet, jede Multiplexleitung im System zu überwachen, indem man ihr mindestens einen Steuerkanal zuordnet. Somit fällt ein besonderes Überwachungssystem dahin.

Jede Einheit des Systems verfügt über einen Speicher. Sein Inhalt bestimmt die je Zeittakt auszuübende Funktion, die Adresse entspricht der Kanalnummer.

In Systemen mit solchen Speichern enthält die Hardware im Netz selbst eine vollständige Aufzeichnung ihres Zustandes. Dabei stellt sich unmittelbar die Frage, auf welche Weise sichergestellt werden kann, dass die Speicherabbilder in der zentralen Steuerung mit dem tatsächlichen Netzzustand übereinstimmen. Dieses Problem ist im System IFS-1 mit folgenden Prinzipien gelöst:

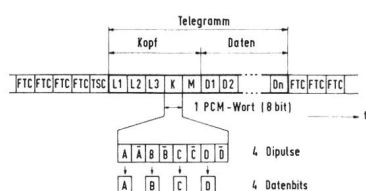


Fig. 8
Telegrammformat im peripheren Telegrammsystem – Format du télégramme dans les systèmes périphériques

- Telegramm – Télégramme
- Kopf – En-tête
- Daten – Données
- 1 PCM-Wort (8 bit) – 1 mot MIC (8 bits)
- 4 Dipulse – 4 impulsions doubles
- 4 Datenbits – 4 bits de données
- L Label – Label
- K Telegrammnummer – Numéro du télégramme
- M Modus – Mode
- D Daten – Données
- FTC Frei Telegramm Code 11110000 – Code de télégramme «Libre» 11110000
- TSC Telegramm Start Code 11001100 – Code de télégramme «Start» 11001100

messung, die sie betreffen und die sie durchführen kann. Die Telegramme, die Fehler enthalten, werden nicht weiter übertragen und die ferngesteuerten Einheiten antworten mit einem Fehlerbericht.

Die Anwendung dieser Prinzipien führt zu einem Modus der Übertragung, bei dem es sich um einen alternierenden Telegrammverkehr in beide Richtungen handelt (Fig. 7).

Ein Telegramm besteht aus einem Kopf und einem Datenfeld (Fig. 8). Diese Nachrichten werden durch einen zweipulsigen Übertragungsverfahren übertragen. Der Kopf enthält eine 12-Bit-Adresse (Label L), die die Zieladresse für die Befehls-Telegramme und die Ursprungsadresse für die Antworten und Berichte angibt. Die Reihennummer K ermöglicht die Unterscheidung zwischen neuen Telegrammen und Wiederholungen. Der Modus M gibt den Telegrammtyp und die Länge des Datenfeldes an. Dieses Feld enthält die Steuerinformationen und die Signalisierung; seine Länge und Struktur hängen von der Einheit, der die Nachricht zugeordnet ist. Ein Befehl, der an eine Einheit übertragen wird, enthält zum Beispiel ein Datenfeld von 32 Bits, von denen 20 Bits die Koordinaten der Kreuzungspunkte (10 für jede Koordinate) und 12 Bits den Befehlstyp definieren. Dieser Befehlstyp wird durch den Modus 4 bezeichnet.

Einige Telegramme wie «globale Anfrage», «nichts signalisieren» und «warten» haben kein Datenfeld; ihr Modus charakterisiert sie eindeutig.

Der kontinuierliche Telegrammverkehr, der im peripheren System durch den Übertragungsmodus sichergestellt wird, wird durch die Tatsache sichergestellt, dass jede Einheit, die einen Befehl erhält, diesen durch eine Antwort bestätigt, die an die Befehlseinheit übertragen wird. Wenn die Einheit keinen Befehl erhält, sendet sie spontan eine globale Anfrage an diese Einheit, die auf die Einheit, der sie antworten muss, gerichtet ist. Wenn dies nicht erforderlich ist, antwortet sie mit: «nichts signalisieren».

Auf diese Weise wird die Verbindung zwischen dem Kanalregister der Befehlseinheit und der Telegrammeinheit und der ferngesteuerten Einheit kontinuierlich überwacht, selbst wenn keine signifikante Information zu übertragen ist.

4.3 Rôle joué par le système de télécommande quant à la surveillance

In den Multiplexleitungen, die Steuerkanäle enthalten, werden alle nicht kanalbezogenen Fehler, wie Verstärkerstörungen, aufgrund des Unterbruches im erzwungenen Telegrammaustausch automatisch erkannt. Daraus kann eine Methode abgeleitet werden, die es gestattet, jede Multiplexleitung im System zu überwachen, indem man ihr mindestens einen Steuerkanal zuordnet. Somit fällt ein besonderes Überwachungssystem dahin.

1. Nur die zentrale Steuerung allein kann Änderungen in den peripheren Speichern vornehmen.
2. Die zentrale Steuerung kann die Befehle nur einzeln in diese Speicher eingeben; sie werden immer quittiert, und solange die Empfangsbestätigung nicht eingetroffen ist, wird der betreffenden Einheit kein weiterer Befehl übermittelt.
3. Der Inhalt des Quittungstelegramms entspricht dem neuesten Speicherzustand und bestätigt also nicht nur den Empfang des Befehls, sondern zeigt gleichzeitig auch an, ob er richtig ausgeführt worden ist.

Auf diese Weise kann die zentrale Steuerung jeden Eingriff prüfen und auf Unstimmigkeiten sofort reagieren. Diese einfache Art der zwangsläufigen Überwachung genügt für Terminale und Wahleinheiten. Eine zusätzliche Sicherung ist jedoch für Durchschalteinheiten vorzusehen.

Im Laufe eines Verbindungsaufbaus sind drei Arten von Schaltungen notwendig: Durchschalten, Auslösen und Umlegen einer Verbindung. Die dritte Schaltungsart ist aus dem Befehlssystem ausgeschlossen worden; eine Verbindung wird daher immer durch zwei Befehle – Auslösen und neu Durchschalten – umgelegt. Die Durchschalteinheit führt einen Befehl für eine Durchschaltung nur dann aus, wenn der aufgerufene kanallasoziierte Speicher als Inhalt das Freikriterium enthält, andernfalls beschränkt sie sich darauf, den effektiven Speicherinhalt an die zentrale Steuerung zurückzumelden. Ebenso wird ein Auslösebefehl nur dann ausgeführt, wenn der von der zentralen Steuerung diesem Befehl mitgegebene Sollinhalt mit dem effektiven Inhalt des adressierten Speichers übereinstimmt. Trifft dies nicht zu, beschränkt sich die Durchschalteinheit auch hier auf die Rückmeldung der gespeicherten Information. Auf diese Weise kann die zentrale Steuerung prüfen, ob der Zustand des Durchschaltenetzes mit dem von ihr selbst gespeicherten übereinstimmt, andernfalls werden Unstimmigkeiten spätestens beim nächsten Durchschalte- beziehungsweise Auslösebefehl erkannt.

4.4 Verkehrsabweisung

Treten irgendwo im Netzwerk Fehler auf, dann ist es erwünscht, die betroffenen Einheiten oder Übertragungswege aus dem Netz zu isolieren. Darunter wird ein Vorgang verstanden, der es erlaubt, die fehlerhaften Organe vor Neubelegerungen zu schützen – allenfalls bestehende Verbindungen umzuleiten – um schliesslich Teile des Netzwerkes verkehrsfrei zu machen. Dieser Vorgang ist durch entsprechende programmtechnische Mittel in der zentralen Steuerung für alle Einheiten, ausser Terminalen und Konzentratoren, realisierbar. Die beiden genannten Einheiten stehen jedoch nur beschränkt unter der Gewalt der zentralen Steuerung, indem zum Beispiel Teilnehmer nicht daran gehindert werden können, Anrufe zu veranlassen.

au moins un canal de commande. Dès lors, un système de surveillance particulier devient superflu.

Chaque unité du système dispose d'une mémoire. Son contenu est déterminé par la fonction à accomplir durant une cadence de temps donnée; l'adresse correspond au numéro du canal.

Dans les systèmes ayant des mémoires de ce genre, le hardware du réseau lui-même contient un enregistrement complet de son état. Par conséquent, la question qui se pose d'emblée est de savoir comment on peut s'assurer que l'état des mémoires du dispositif de commande centralisé coïncide avec l'état réel du réseau. Les principes suivants, appliqués dans le système IFS-1, ont permis de résoudre ce problème.

1. Seul le dispositif de commande centralisé peut modifier l'état des mémoires périphériques.
2. Le dispositif de commande centralisé ne peut introduire les ordres dans la mémoire qu'isolément; l'unité à laquelle le message est destiné doit toujours le quitter, et elle ne reçoit aucun nouvel ordre avant que la confirmation de réception ne soit arrivée au dispositif central.
3. La teneur du télégramme de quittance correspond à l'état de mémoire le plus récent et ne sert, de ce fait, pas seulement à confirmer la réception de l'ordre, mais aussi à indiquer s'il a été exécuté correctement.

Cela étant, le dispositif de commande centralisé peut contrôler chaque opération et réagir immédiatement en cas d'erreur. Ce moyen simple de surveillance par asservissement suffit pour les terminaux et les unités d'enregistreurs. Il y a cependant lieu de prévoir un système de sécurité supplémentaire pour les unités de connexion.

Au cours de l'établissement d'une liaison, il est nécessaire de recourir à trois sortes d'opérations: la connexion, la déconnexion et la commutation. La dernière opération a été exclue du système de commande; par conséquent, une liaison est toujours commutée par la combinaison de deux ordres: déconnexion et nouvelle connexion. L'unité de connexion n'exécute un ordre de connexion que si la mémoire choisie, tributaire du canal, contient le critère de ligne libre; dans le cas contraire, elle se limite à annoncer au dispositif de commande centralisé le contenu effectif de la mémoire. De même, un ordre de déconnexion n'est exécuté que si la teneur de référence de l'information mémorisée, renseignement codé transmis parallèlement à l'ordre, correspond au contenu réel de la mémoire munie d'adresses. Si tel n'est pas le cas, l'unité de connexion se borne également à répéter l'information mémorisée. De cette manière, le dispositif de commande centralisé peut contrôler si l'état du réseau de connexion correspond à celui qu'il a en mémoire; si tel n'est pas le cas, les différences sont reconnues au plus tard lors de la transmission du prochain ordre de connexion ou de déconnexion.

Angesichts der Tatsache, dass jeder Teilnehmer über den Konzentrador, und jedes ankommende Bündel durch entsprechende Überführungen, Zugang zu mehreren Eingängen (Terminalen usw.), verteilt über alle Subebenen, hat, ist auch hier eine Abweisung des Verkehrs an den Eingängen sinnvoll. Der abgewiesene Verkehr wird dann vom Konzentrador oder der abgehenden Zentrale nach andern Eingängen (andern Subebenen) des Netzes umgeleitet, wobei jede Ebene so viel Verkehr übernimmt als sie verarbeiten kann.

Um die Verkehrsabweisung in allen möglichen Betriebsfällen zu veranlassen, sind im Steuersystem die notwendigen Massnahmen getroffen (Fig. 9):

- a) Durch Zeitglieder T 1 und T 2 wird der Telegrammfluss zwischen Terminal und Telegrammeinheit dauernd überwacht. Ein kurzzeitiger Unterbruch des Telegrammsystems (kein korrekter Label) verursacht vorerst ein Vorsperren aller ankommenden Leitungen, um bei einem längeren Unterbruch selbständig alle Leitungssätze zwangsweise auszulösen beziehungsweise zu sperren. Derartige Unterbrüche treten auf, wenn der Übertragungsweg zwischen Terminal und Durchschaltenetzwerk oder der Steuerkanal zur Telegrammeinheit (er verläuft auch über das Durchschaltenetzwerk) gestört ist. Die Telegrammeinheit selbst sperrt jedoch auch sämtlichen Telegrammverkehr, wenn ein Überwachungsstromkreis der zentralen Steuerung deren totalen Ausfall feststellt.
- b) Jedes periphere Telegramm trägt ein Vorsperrzeichen (Bestandteil des Modus), das — sofern es nicht durch

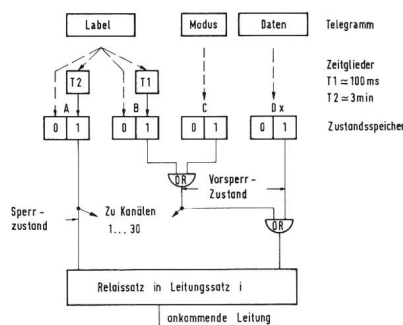


Fig. 9 Systematik der Verkehrsabweisung im Terminal – Systeme de rejet du trafic dans le terminal

- Telegramm – Télégramme
- Label – Label
- Modus – Mode
- Daten – Données
- Zeitglieder – Circuits temporisés
- Zustandsspeicher – Mémoires d'état
- Vorsperrzustand – Etat de préblocage
- Sperrzustand – Etat de blocage
- Zu Kanälen 1...30 – Aux canaux 1...30
- Relaisatz in Leitungssatz i – Equipement de relais dans l'équipement terminal de ligne i
- Ankommende Leitung – Ligne entrante

4.4 Rejet du trafic

Si des défauts apparaissent en un point quelconque du réseau, il est souhaitable d'en isoler les unités ou les circuits affectés. Il s'agit en l'occurrence d'un procédé permettant de protéger les organes défectueux contre de nouvelles occupations, de dévier le cas échéant des communications existantes, et, finalement, de libérer du trafic certaines parties du réseau. Il est possible de réaliser ces opérations pour toutes les unités, à l'aide d'un programme opérant au niveau du dispositif de commande centralisé; les seules unités ne pouvant être atteintes sont les terminaux et les concentrateurs. En effet, le dispositif de commande centralisé n'a que peu de prise sur ces dernières, car on ne peut, par exemple, empêcher les abonnés de sélectionner de nouvelles communications.

Etant donné que chaque abonné, par l'intermédiaire du concentrateur, et chaque faisceau entrant, par le truchement des renvois établis, ont accès à plusieurs entrées (terminaux, etc.) réparties sur tous les sous-plans, il est judicieux de prévoir un rejet du trafic aux entrées. Le concentrateur ou le central de départ dévie alors le trafic rejeté vers d'autres entrées (autres sous-plans) du réseau; en tel cas, chaque plan se charge d'autant de trafic qu'il en peut traiter.

Toutes les mesures nécessaires ont été prises dans le système de commande, en vue d'assurer le rejet du trafic dans tous les cas pratiques de l'exploitation (fig. 9):

- a) Des circuits temporisés T 1 et T 2 surveillent continuellement le flux des télégrammes transitant entre le terminal et l'unité de télégrammes. Une brève interruption dans leur transmission (Label incorrect) provoque tout d'abord un préblocage de toutes les lignes entrantes, et, lorsqu'elle dure plus longtemps, la déconnexion ou le préblocage en mode asservi de tous les équipements terminaux de ligne. De telles interruptions se produisent lorsqu'un dérangement affecte les voies de transmission reliant le terminal au réseau de connexion ou le canal de commande à l'unité de télégramme (cette voie passe aussi par le réseau de connexion). Toutefois, l'unité de télégrammes elle-même bloque aussi tout trafic de télégrammes, lorsqu'un circuit de surveillance rattaché au dispositif de commande centralisé constate que cette unité est affectée d'une panne totale.
- b) Chaque télégramme périphérique est porteur d'un signal de préblocage (faisant partie du mode), signal qui, dans la mesure où il n'est pas supprimé par un ordre spécial transmis par le dispositif de commande centralisé à l'unité de télégrammes, bloque aussi toutes les lignes libres à l'entrée. Cette suppression n'est possible que si la voie de transmission reliant le dispositif de commande centralisé et l'unité de télégrammes fonctionnent normalement. Le programme peut traiter individuellement ce signal de préblocage pour chaque canal de

einen besondern Befehl von der zentralen Steuerung an die Telegrammeinheit unterdrückt wird — ebenfalls alle freien Eingangsleitungen vorsperrt. Diese Unterdrückung ist also nur möglich, wenn der Übertragungsweg zwischen zentraler Steuerung und Telegrammeinheit normal arbeitet. Die Software kann dieses Zeichen individuell für jeden Steuerkanal — also jedes einzelne Terminal — aber auch für eine ganze Telegrammeinheit gemeinsam steuern.

- c) Zusätzlich hat die Software die Möglichkeit, jeden einzelnen Leitungssatz durch einen entsprechenden Befehl in den Vorsperr- beziehungsweise Sperrzustand zu überführen.

Dadurch wird es möglich, Störungen in einzelnen Einheiten zu umgehen. Auch in Fällen, in denen die zentrale Steuerung keinen weiteren Verkehr mehr verarbeiten kann (System «ausser Betrieb» für Ausbau, Umbau, Erweiterung, Überlast und allenfalls Systemzusammenbruch), wird der Verkehr automatisch den normal arbeitenden Subebenen angeboten.

5. Signalisierung

Zwischen den Einheiten des Konzentrations- und des Prozessorbereiches werden drei verschiedene Arten von Informationen ausgetauscht:

- Steuerinformation für die Fernsteuerung von Terminalen, Wahleinheiten und Konzentratoren.
- Leitungssignale, die den Zustand einer Verbindung anzeigen.
- Registersignale (zum Beispiel Wahlinformation).

Alle Steuerinformationen werden vom Telegrammsystem in Form von Befehlen und Antworten auf Kanal 16 der Multiplexleitung zwischen Terminal und Durchschalteinheit Stufe A übertragen (siehe 4.). Die jedem Kanal des Terminals zugeordneten Leitungssätze überwachen und steuern die Leitungssignale. Für den Informationsaustausch zwischen den Leitungssätzen und der zentralen Steuerung wird der gleiche Weg über das Telegrammsystem benützt wie für die Steuersignale. Die Empfänger und Sender für Registersignale sind in den Wahleinheiten zusammengefasst. Zwischen den Leitungssätzen und den Registern werden die Signale über einen Sprachkanal, zwischen der Wahleinheit und der zentralen Steuerung hingegen über das Telegrammsystem ausgetauscht. Alle Signalarten werden von der zentralen Steuerung verarbeitet. *Figur 10* zeigt die verschiedenen Übertragungswege.

Das System IFS-1 muss mit einer Vielzahl von Apparaturen und konventionellen Zentralentypen, die sehr unterschiedliche Signalisierungsarten benützen, zusammenarbeiten. Es ist vorgesehen, die leitungsbezogenen Signalsysteme auf eine gemeinsame Grundlage so weit als möglich hard-

kommande — partant, pour chaque terminal — mais aussi globalement pour une unité de télégrammes entière.

- c) De plus, le software peut, par un ordre déterminé, amener chaque circuit de lignes à l'état de préblocage ou de blocage.

De ce fait, il est possible d'éviter les parties perturbées de certaines unités. Mais dans les cas où le dispositif de commande centralisé ne peut plus faire face à un trafic supplémentaire (système hors service en raison d'extension, de transformation, de surcharge ou même de défection totale), le trafic est automatiquement dévié en direction des sous-plans fonctionnant normalement.

5. Signalisation

Trois sortes différentes d'informations sont échangées entre les unités du secteur de concentration et celles du secteur de traitement par processeur:

- Les informations de commande servant à télécommander les terminaux et les concentrateurs.
- Les signaux de ligne indiquant l'état d'une liaison.
- Les signaux d'enregistreurs (consistant par exemple en une information de sélection).

Toutes les informations de commande sont transmises par l'unité de télégrammes sous forme d'ordres ou de réponses sur le canal 16 du circuit multiplex reliant le terminal et l'unité de connexion de l'étage A (voir 4). Les équipements terminaux de ligne attribués à chaque canal du terminal surveillent et commandent les signaux de ligne. L'échange d'informations entre ces circuits et le dispositif de commande centralisé emprunte la même voie que les signaux de commande, c'est-à-dire qu'il passe par l'unité de télégrammes. Les émetteurs et les récepteurs de signaux d'enregistreurs sont groupés dans les unités d'enregistreurs. Un canal de conversation sert à véhiculer les signaux transitant entre les circuits de lignes et les enregistreurs, alors que le système de télégrammes sert à l'échange d'informations entre l'unité d'enregistreurs et le dispositif de commande centralisé. Ce dernier traite tous les genres de signaux. La *figure 10* montre les diverses voies de transmission.

Il est nécessaire que le système IFS-1 puisse travailler avec un grand nombre d'appareils et de centraux du type conventionnel recourant à des méthodes de signalisation très diverses. En se fondant sur un principe commun, on a prévu d'uniformiser autant que possible le hardware des systèmes de signalisation concernant les lignes, pour décharger le software des tâches devant être réalisées en temps réel. Suivant le genre des signaux et l'état de la liaison, cette tâche incombe soit aux équipements terminaux de lignes, en collaboration avec l'unité de télégrammes, soit à l'unité d'enregistreurs.

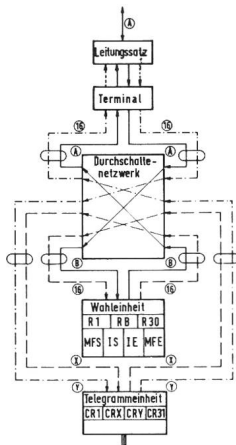


Fig. 10
Signalisierungswege im System IFS-1 – Itinéraires de signalisation dans le système IFS-1

- Leitungssatz – Equipement terminal de ligne
- Terminal – Terminal
- Durchschaltensetzwerk – Réseau de couplage
- Wahleinheit – Unité d'enregistreurs
- R 1...R 30 Kanalassoziierte Register in der Wahleinheit – Enregistreurs associés à un canal de l'unité d'enregistreurs
- MFS Mehrfrequenzsignal-Sender – Emetteur de signaux multifréquences
- MFE Mehrfrequenzsignal-Empfänger – Récepteur de signaux multifréquences
- IS Impulssignal-Sender – Générateur d'impulsions
- IE Impulssignal-Empfänger – Récepteur d'impulsions
- Telegrammeinheit – Unité de télégrammes
- CR 1...CR 31 Kanalassoziierte Register in der Telegrammeinheit – Enregistreurs associés à un canal dans l'unité de télégrammes
- PCM-Multiplexleitung (für jede Übertragungsrichtung gezeichnet) – Ligne multiplex MIC (dessinée pour chaque sens de transmission)
- ⊗ Belegter Kanal auf der Multiplexleitung – Canal occupé d'une ligne multiplex
- — — Semi-permanent geschalteter Steuerweg für die Telegrammübertragung von und zur Wahleinheit – Itinéraire de commande semi-permanent pour la transmission des télégrammes à destination et en provenance de l'unité d'enregistreurs
- — — Semi-permanent geschalteter Steuerweg für die Telegrammübertragung von und zum Terminal – Itinéraire de commande semi-permanent pour la transmission des télégrammes à destination et en provenance du terminal
- — — Sprechpfad während der Registerphase – Itinéraire de la conversation pendant la sélection
- ==== Sammelschienensystem für die Ein/Ausgabe zur Anpassungseinheit – Système collecteur pour l'introduction et l'extraction des signaux de l'unité d'adaptation

waremässig zu vereinheitlichen, um die Software von Echtzeit beanspruchenden Aufgaben zu entlasten. Je nach Signalart und Verbindungszustand fällt diese Aufgabe entweder dem Leitungssatz — in Zusammenarbeit mit der Telegrammeinheit — oder der Wahleinheit zu.

5.1 Leitungssignale

Für jede Art peripherer Leitungen steht ein besonderer Leitungssatz zur Verfügung.

Mit reinen Lesebefehlen kann die zentrale Steuerung jederzeit den Zustand des Satzes überwachen. Ein bestimmter Leitungszustand wird durch einen Schreibbefehl an den Leitungssatz hergestellt. Die Telegrammeinheit er-

5.1 Signaux de ligne

Chaque genre de lignes périphériques dispose d'un équipement terminal de ligne particulier, dont l'état peut être contrôlé en tout temps par le dispositif de commande centralisé, à l'aide d'ordres de lecture purs. Un état de ligne déterminé est réalisé au moyen d'un ordre d'enregistrement transmis au circuit de lignes. Du fait qu'elle explore périodiquement tous les équipements terminaux de ligne par le biais de télégrammes de demande globale, l'unité de télégrammes reconnaît les modifications d'état des lignes d'entrée. Au cours de ce processus, chaque équipement terminal de ligne signale les états momentanés de deux points d'exploration sous forme d'un rapport. Dans l'unité de télégrammes, la valeur prise aux points d'exploration est comparée avec la dernière information mémorisée, et, si une modification s'est produite, le dispositif de commande centralisé en est informé.

5.2 Signaux d'enregistreurs

Les signaux d'enregistreurs sont toujours transmis à un enregistreur de l'unité d'enregistreurs par l'intermédiaire du canal de conversation en fonction. Dans la phase correspondante de l'établissement de la liaison, le dispositif de commande centralisé constitue à cet effet un itinéraire reliant l'équipement terminal de ligne à un enregistreur libre, par l'entremise du réseau de connexion. Le trafic de signalisation est donc concentré par le réseau de connexion.

Suivant le genre de signalisation à traiter, le dispositif de commande centralisé choisit un des deux modes de transmission possibles. De ce fait, s'il s'agit d'informations de sélection provenant de postes d'abonnés d'un modèle conventionnel, l'unité centralisée peut commander au terminal de travailler avec le circuit correspondant selon un code de 7 bits+1. La voie de conversation est établie en code à 7 bits, le 8^e bit servant à indiquer l'état de la ligne. Les impulsions d'interruption de boucle sont retransmises au moyen du 8^e bit, en revanche, les signaux à deux fréquences des postes à sélection par clavier sont compris dans le bloc de bits 1...7. Après la phase de sélection, le terminal commute sur le mode de transmission normal à 8 bits. Le code à 8 bits est aussi utilisé pour la signalisation multifréquences entre les centraux utilisant les codes MFC, R 2 et CCITT N° 5.

L'enregistreur analyse les informations de sélection et les transmet, chiffre après chiffre, sous forme d'un rapport, au dispositif de commande centralisé.

6. Etablissement de la liaison

Le fonctionnement du système IFS-1 au cours des diverses phases d'établissement d'une liaison est expliqué à l'aide d'un exemple. Nous admettons que les raccordements de l'abonné appelant et de l'abonné appelé appar-

kennt die Zustandsänderungen der Eingangsleitungen, indem sie alle Leitungssätze mit Sammelfragetelegrammen periodisch abtastet. Dabei werden je Leitungssatz die momentanen Zustände zweier Abtastpunkte in Form eines Berichtes zurückgemeldet. Der Wert der Abtastpunkte wird in der Telegrammeinheit mit den gespeicherten letzten Informationen verglichen und, sofern eine Änderung eingetreten ist, an die zentrale Steuerung weitergegeben.

5.2 Registersignale

Registersignale werden immer über den jeweiligen Sprachkanal an ein Register der Wahlinheit übermittelt. In der entsprechenden Phase des Verbindungsaufbaus stellt die zentrale Steuerung zu diesem Zweck über das Durchschaltenetzwerk einen Weg zwischen dem Leitungssatz und einem freien Register her. Der Signalisierverkehr wird also vom Durchschaltenetzwerk konzentriert.

Die zentrale Steuerung wählt je nach dem zu verarbeitenden Signalisierungstyp eine von zwei Übertragungsarten. So kann sie bei Wahlinformationen von konventionellen Teilnehmerapparaten dem Terminal befehlen, mit dem betreffenden Leitungssatz in einem 7+1-bit-Code zusammenzuarbeiten. Der Sprechweg wird dann mit 7-bit-Codierung durchgeschaltet, wobei das 8. Bit den Leitungszustand anzeigt. Schleifenunterbruchimpulse werden daher mit dem 8. Bit übertragen, Zweifrequenzsignale von Tastenwahlstationen hingegen mit Bit 1...7. Nach der Wahlphase schaltet das Terminal auf normale 8-bit-Übertragung um. Der 8-bit-Code wird auch für die Mehrfrequenzsignalisierung zwischen den Zentralen wie MFC, R2 und CCITT Nr. 5 benutzt.

Das Register analysiert die Wahlinformation und leitet sie Ziffer für Ziffer in Berichten an die zentrale Steuerung weiter.

6. Verbindungsaufbau

Anhand eines Beispiels soll gezeigt werden, wie das System IFS-1 in den verschiedenen Phasen des Verbindungsaufbaus arbeitet. Dabei nehmen wir an, dass beide Teilnehmeranschlüsse, der rufende und der angerufene, an den gleichen Netzbereich angeschlossen sind, normalen Kategorien angehören und über konventionelle Apparate verfügen. Die Verbindung wickelt sich in diesem Fall normalerweise innerhalb einer Ebene ab, und die Anschlüsse können über Analogkonzentratoren erreicht werden.

6.1 Anruferkennung und Durchschaltung zum Register

Der Anreiz des Teilnehmeranschlusses TN-A wird durch periodisches Abtasten seiner vom Analogkonzentrator gesteuerten Teilnehmerschaltung erkannt. Der Konzentratoren wählt die Ebene, der die neue Verbindung angeboten werden soll, indem er prüft, welche Ebenen Sammelfrage-

tiennent au même réseau partiel, à une catégorie normale, et qu'ils disposent d'équipements conventionnels. En tel cas, la liaison s'établit, en règle générale, à l'intérieur d'un seul plan et les raccordements peuvent être atteints par le biais de concentrateurs analogiques.

6.1 Reconnaissance d'appel et connexion à l'enregistreur

La reconnaissance de sollicitation du raccordement d'abonné TN-A se fait par exploration périodique de son équipement terminal commandé par le concentrateur analogique. Le concentrateur choisit le sous-plan par lequel la nouvelle communication doit s'établir, en examinant quels plans émettent des télégrammes de demande globale et si ces messages sont accompagnés d'un signal de préblocage. Une recherche d'itinéraire à l'intérieur du concentrateur conduit à la constitution d'une voie passant par le réseau de couplage et aboutissant à une sortie libre connectée à un équipement terminal de ligne. Le concentrateur accomplit toutes les fonctions précitées, sans l'intervention du dispositif de commande centralisé. Ensuite, le concentrateur annonce au dispositif de commande centralisé le numéro de positionnement de la ligne d'abonné ainsi que le numéro de l'équipement terminal de ligne occupé. De ce fait, un sous-plan donné reçoit l'ordre de traiter le nouvel appel. Tout ce qui se passe par la suite se déroule exclusivement dans ce sous-plan.

Après que le concentrateur a connecté la liaison, l'équipement terminal de ligne LS-A reconnaît l'état de boucle de la ligne d'abonné. Étant donné l'exploration périodique de l'état de chaque équipement terminal de ligne et son annonce à l'aide de rapports, l'unité de télégrammes constate l'occupation du circuit considéré et en informe le dispositif de commande centralisé. De cette manière, ce dernier réalise que le concentrateur analogique a effectué correctement les opérations de connexion.

La connexion d'enregistreur comprend la recherche d'un enregistreur R-C libre dans une unité d'enregistreurs, la recherche d'itinéraire et l'établissement de la liaison entre le terminal T-A et l'enregistreur R-C. Avant que l'enregistreur ne transmette la tonalité de sélection, il est examiné si la voie connectée est continue (*fig. 11*). Ce test est très utile au sens d'une surveillance des opérations de commutation inhérentes à l'établissement de chaque communication. Pour ce faire, le circuit à quatre fils numérique est bouclé à un point de réflexion et le train d'impulsions de code reçu est comparé à celui émis. Ce test est réalisé soit par l'enregistreur de l'unité d'enregistreurs, soit par l'unité d'enregistreurs numérique. Le point de réflexion se trouve soit dans l'unité de connexion (par le biais d'une semi-liaison, on connecte un canal sur sa propre adresse), soit dans le terminal (pour les canaux à l'état «libre», le côté numérique est bouclé automatiquement), soit dans le concentrateur numérique.

Fällt der Test positiv aus, wird die Schleife unterbrochen, indem die zentrale Steuerung den Kanal in T-A durchschaltet und damit der Zustand des Leitungssatzes LS-A von «Frei» auf «Inband» ändert. Dadurch ist der Sprechweg mit einer 7-bit-Codierung durchgeschaltet, wobei das 8. Bit den Zustand der Teilnehmerschleife überträgt. Das Register R-C meldet nun eine Diskontinuität und kann jetzt das Amtszeichen aussenden (Fig. 12).

6.2 Wahlphase

Sobald das Register angeschaltet ist, überwacht es auch die Teilnehmerleitung, indem es das 8. Bit prüft und so eine vorzeitige Auslösung erkennt. Wählt der Teilnehmer mit einer konventionellen Nummernscheibe, zeigt das 8. Bit die Schleifenunterbruchsimpulse an; benutzt er Tastenwahl, werden die Mehrfrequenzzeichen durch Bit 1. . . 7 übertragen, Bit 8 überträgt die Stromabsenkung. Da das Register diese beiden Signalisierungen selbst unterscheiden kann, ist es möglich, Wählscheiben- und Tastenapparate an die gleiche Leitung anzuschließen.

Das Register analysiert die Wahlinformation und leitet sie Ziffer für Ziffer in Berichten an die zentrale Steuerung weiter.

6.3 Kontinuitätsprüfung nach Bestimmung des Zielkanals

Nachdem die zentrale Steuerung eine Anzahl Ziffern empfangen hat, kann sie das Ziel des Anrufes innerhalb ihres Netzes feststellen. Dieses Ziel besteht immer aus einem Kanal (K-B) einer Multiplexleitung, der an eine bestimmte Durchschalteeinheit angeschlossen ist. Bevor die Verbindung durchgeschaltet wird, muss ihr zweiter Teil überprüft werden. Da der Weg auf der rufenden Seite bereits bis zur Durchschalteeinheit DE-Ai kontrolliert ist, beschränkt sich die zweite Prüfung auf den Weg zwischen dieser Einheit und einem weiteren Schlaufepunkt. Sie umfasst folgende Operationen:

- Nachdem der Zielkanal bestimmt ist, wird zwischen ihm und DE-Ai ein Weg gesucht und durchgeschaltet; dieser bildet eine Teilstrecke des späteren Sprechweges.
- Ein weiteres freies Register (R-D) wird gewählt und über einen zweiten Weg mit der Durchschalteeinheit DE-Ai verbunden.
- Die Prüfschleife wird mit Befehlen an DE-Ai hergestellt, welche so den Registerweg mit dem zweiten Teil des Sprechweges verbindet.
- Die Kontinuitätsprüfung wird durchgeführt (Fig. 13).

Im allgemeinen verläuft diese Verbindung bei Dreistufen-Durchschaltensystemen über fünf Schalter und sechs Multiplexleitungen; in gewissen Fällen jedoch können es auch weniger Durchschalteeinheiten sein.

6.4 Durchschalten der Verbindung und Ruf

Nach Empfang der vollständigen Wahl identifiziert die zentrale Steuerung den gerufenen Teilnehmer und stellt

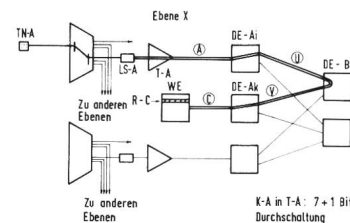


Fig. 12

Geschaltete Wege während der Wahlphase – Itinéraires établis pendant la phase de sélection

Zu anderen Ebenen – Vers d'autres plans

K(anal) A in T(terminal) A 7+1 bit Durchschaltung – Canal A dans le terminal A connexion 7+1 bits

Übrige Erläuterungen, vgl. Fig. 11 – Autres explications, voir fig. 11

tandis que le bit 8 caractérise l'abaissement du courant. Vu que l'enregistreur est capable de reconnaître automatiquement les deux sortes de signalisation, il est possible de relier des postes à disque d'appel et des postes à clavier à la même ligne.

6.3 Test de continuité après détermination du canal de destination

Lorsque le dispositif de commande centralisé a reçu un certain nombre de chiffres, il peut déterminer l'adresse de destination d'un appel à l'intérieur de son réseau. Cette adresse de destination consiste toujours en un canal (K-B) d'une ligne multiplex aboutissant à une unité de connexion donnée. Avant qu'une liaison ne soit entièrement établie, il est nécessaire que la deuxième partie en soit contrôlée. Vu que la section commençant à l'appelant et aboutissant à l'unité de connexion DE-Ai est déjà contrôlée, le deuxième test ne porte plus que sur le trajet allant de l'unité précitée à un nouveau point de la boucle. Il comprend les opérations suivantes:

- après détermination du canal de destination, recherche d'itinéraire et interconnexion entre ce canal et DE-Ai, le tronçon décrit formant une partie du circuit de conversation à constituer,
- choix d'un nouvel enregistreur libre (R-D) et commutation de celui-ci sur l'unité de connexion DE-Ai par le biais d'un deuxième itinéraire,
- constitution de la boucle de test à la suite d'ordres donnés à DE-Ai, unité qui relie ainsi le circuit d'enregistreurs à la deuxième partie du circuit de conversation,
- réalisation du test de continuité (fig. 13).

Dans les réseaux d'interconnexion à trois étages, cette liaison passe en général par cinq points de jonction et six lignes multiplex; dans certains cas, le nombre d'unités de connexion entrant en jeu peut toutefois être inférieur.

6.4 Commutation de la liaison et appel

Après réception complète de la sélection, le dispositif de commande centralisé identifie l'abonné appelé et

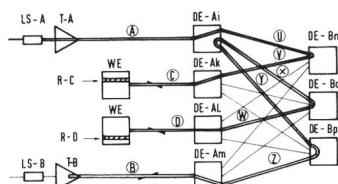


Fig. 13

Geschaltete Wege für die zweite Kontinuitätsprüfung während der Wahlphase – Itinéraires établis pour le second test de continuité

- LS-A Leitungssatz A – Equipement terminal de ligne A
- T-A Terminal A – Terminal A
- DE-Ai... Am Durchschalteeinheiten Ai...Am – Unités de connexion Ai...Am
- DE-Bn...Bp Durchschalteeinheiten Bn...Bp – Unités de connexion Bn...Bp
- WE Wahleinheit – Unité d'enregistreurs
- R-C Register C – Enregistreur C
- R-D Register D – Enregistreur D
- LS-B Leitungssatz B – Equipement terminal de ligne B
- T-B Terminal B – Terminal B
- (X) Nummer des belegten Zeitschlitzes – Numéro du bloc d'information occupé

gleichzeitig seine Anschlussnummer, und damit die Nummer des Konzentratoren, an welchen er angeschlossen ist, fest. Sie sendet einen Befehl an den betreffenden Konzentratoren, um ihn zu einem Verbindungsaufbau zwischen dem gerufenen Teilnehmer und einem freien Leitungssatz, zu der den Anruf behandelnden Ebene, zu veranlassen. Ist der Teilnehmer belegt, so meldet dies der Konzentratoren, worauf die zentrale Steuerung die Anschaltung von Besetztton in LS-A veranlasst. Ist der gerufene Teilnehmer frei, sucht der Konzentratoren selbständig einen freien Leitungssatz, führt die Schaltung in seinem Koppelnetz aus und meldet der zentralen Steuerung die Nummer des belegten Leitungssatzes LS-B. Der Bericht des Leitungssatzes LS-B, er sei belegt worden, bestätigt der zentralen Steuerung die korrekte Verbindeoperation.

Nun läuft die Kontinuitätsprüfung des zweiten Teils der Verbindung, wie in Abschnitt 6.3 beschrieben, ab.

Nachdem die Kontinuität bestätigt ist, schaltet die zentrale Steuerung mit einem Befehl Ruf und Ruftton in LS-B an. Indem die Teilnehmerkanäle in T-A und T-B beide in den Zustand «Belegt», das heisst auf 8-bit-Codierung geschaltet werden, entsteht eine transparente Verbindung zum Durchschaltenetzwerk. Schliesslich werden die rufende und die angerufene Seite in DE-Ai miteinander verbunden.

Die Register R-C und R-D können nun freigegeben und ihre Verbindungen zu DE-Ai ausgelöst werden.

Beide Teilnehmer werden jetzt von den Leitungssätzen LS-A und LS-B überwacht. Wenn der rufende Abonnent einhängt, löst die ganze Verbindung aus; wenn die Gegenstelle antwortet, schaltet LS-B den Ruf sofort ab und erstattet Meldung. Die Teilnehmer können nun sprechen (Fig. 14).

determiniert in demselben Augenblick sein Rufnummer und, abgehend, die Nummer des Konzentratoren, an dem er angeschlossen ist. Er sendet einen Befehl an den betreffenden Konzentratoren, um eine Verbindung zwischen dem abgerufenen Teilnehmer und einem freien Leitungssatz, der dem Anruf behandelnden Ebene, herzustellen. Wenn der Teilnehmer belegt ist, meldet dies dem Konzentratoren, worauf die zentrale Steuerung die Anschaltung von Besetztton in LS-A veranlasst. Wenn der abgerufene Teilnehmer frei ist, sucht der Konzentratoren selbständig einen freien Leitungssatz, führt die Schaltung in seinem Koppelnetz aus und meldet der zentralen Steuerung die Nummer des belegten Leitungssatzes LS-B. Der Bericht des Leitungssatzes LS-B, er sei belegt worden, bestätigt der zentralen Steuerung die korrekte Verbindeoperation.

Ensuite, le test de continuité de la deuxième partie de la liaison s'accomplit comme décrit à l'alinéa 6.3.

La continuité étant confirmée, le dispositif de commande centralisé connecte l'appel et le signal d'appel au point LS-B, au moyen d'un ordre. Dès que les canaux d'abonnés sont tous deux commutés à l'état «occupé» aux points T-A et T-B, c'est-à-dire en position de codage à 8 bits, une liaison transparente en direction du réseau de connexion s'établit. Finalement, l'appelant et l'appelé sont reliés par le biais de l'unité DE-Ai.

Les enregistreurs R-C et R-D peuvent être libérés et leurs liaisons avec DE-Ai déconnectées.

Dès cet instant, les équipements terminaux de ligne LS-A et LS-B surveillent les raccordements des deux abonnés. Si l'appelant raccroche, il provoque la déconnexion de la liaison entière; si l'appelé répond, LS-B interrompt immédiatement l'appel et le signale par un rapport: les abonnés peuvent converser (fig. 14).

7. Conclusions

Les réseaux MIC entièrement intégrés permettent de transmettre et de commuter tous les types d'informations connus à ce jour, tels que la téléphonie, les données, les fac-similés, les messages télex, etc., par le truchement d'un système de communication uniforme.

Vu que la conception fondamentale du nouveau système diffère considérablement des méthodes de commutation utilisées de nos jours en Suisse, il y a lieu de se demander s'il est en principe possible de l'intégrer dans le réseau actuel. Les études de réseau faites jusqu'ici montrent que l'introduction du système IFS-1 dans le réseau de communication existant et l'extension de réseaux dudit système ne présentent pas de difficultés techniques, compte tenu de la structure actuelle [22]. Il a été établi qu'il n'était pas nécessaire de toucher aux centraux existants, ni de les modifier. De plus, les travaux d'introduction du système ne

7. Schlussbemerkungen

Vollintegrierte PCM-Netze erlauben alle heute bekannten und in Schaltstellen vermittelten Nachrichtenarten, wie Sprache, Daten, Faksimile, Telex usw., in einem einheitlichen Nachrichtensystem zu übertragen und zu vermitteln.

Da die Grundkonzeption des neuen Systems von allen heute in der Schweiz eingesetzten Vermittlungssystemen stark abweicht, muss die Frage beantwortet werden, ob dieses System überhaupt in das bestehende Netz eingefügt werden kann. Die bis heute unternommenen Netzstudien zeigen, dass die Einführung des IFS-1 in das bestehende Fernmeldenetz und der Ausbau von IFS-1-Netzen aufgrund der heutigen Netzstruktur technisch keine Schwierigkeiten bietet [22]. Es konnte gezeigt werden, dass Eingriffe oder Änderungen in bestehenden Zentralen nicht notwendig sind. Es ist ebenfalls nicht nötig, bei der Einführung immer im Netzgruppenhauptamt zu beginnen, auch wenn dies sicher Vorteile bietet.

Beim Systementwurf wurde insbesondere auch auf folgende Punkte geachtet:

- Kompatibilität mit existierenden Zentralensystemen, das heisst eine Zusammenarbeit muss möglich sein, ohne Eingriffe in bestehende Zentralen.
- Definition der Funktion und Trennstellen derart, dass sie nicht direkt technologieabhängig sind. Dies bedeutet unter anderem, dass Einheiten in einer neuen Technik ersetzt werden können, oder dass der Ausbau des Netzes in verschiedenen technologischen Generationen erfolgen kann, ohne dass bereits bestehende Anlagenteile geändert werden müssen.
- Vereinfachter Unterhalt durch weitgehende Normalisierung der Einheiten.

Bibliographie

- [1] Neu W. Entwicklungsmöglichkeiten der elektronischen Fernmeldetechnik. Techn. Rundschau 1969, Nr. 7, p. 1 f.
- [2] Bachmann A.E. Eigenschaften eines integrierten PCM-Fernmeldenetzes. Techn. Mitt. PTT 1969, Nr. 10, p. 416 ff.
- [3] Neu W. Some techniques of pulse code modulation. Bull. Schweiz. Elektrotechn. Verein (SEV) Vol. 51, Nr. 20, Okt. 1960.
- [4] Ammann Ed. PCM-Endausrüstungen für Telephonie. Hasler Mitt. 1966, Nr. 2, p. 43 ff.
- [5] Neu W., Kündig A. Project for a digital telephone network. IEEE Trans. on Comm. Technology. Vol. COM 16 (1966), p. 633 ff.
- [6] Neu W., Kündig A. Switching, Synchronising and Signalling in PCM exchanges. Proc. Colloque Int. de Commutation Electronique, Paris 1966, p. 513 ff.

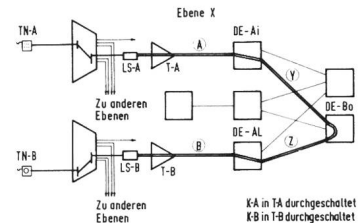


Fig. 14
Geschaltete Wege während der Sprechphase – Itinéraires durant la phase de conversation

Ebene X – Plan X

Zu anderen Ebenen – Vers d'autres plans

(X) Nummer des belegten Kanals – Numéro du canal occupé

K(anal) A in T(terminal) A durchgeschaltet – Canal A connecté dans le terminal A

K(anal) B in T(terminal) B durchgeschaltet – Canal B connecté dans le terminal B

Übrige Abkürzungen vergl. Fig. 11 – Autres abréviations voir fig. 11

doivent pas débiter obligatoirement au central principal d'un groupe de réseaux, bien que cela puisse présenter des avantages certains.

Au stade des projets, on a surtout attaché de l'importance aux points suivants:

- le système devait être compatible avec les types de centraux existants, c'est-à-dire qu'une interconnexion devait être possible, sans qu'il soit nécessaire de modifier lesdits centraux;
- les fonctions et les interfaces devaient être définies de manière qu'elles ne soient pas directement dépendantes de la technologie. Cela signifiait, notamment, que les unités devaient pouvoir être remplacées en technique nouvelle, ou que l'extension du réseau pouvait avoir lieu au cours de différentes générations technologiques, sans que des parties d'installations existantes doivent être modifiées,
- l'entretien devait être simplifié, par la normalisation poussée des unités.

- [7] Lorétan R.P., Röthlisberger J. Laboratoriumsmodell einer PCM-Vermittlungseinrichtung mit Programmsteuerung. Techn. Mitt. PTT 1971, Nr. 6, p. 393 ff.
- [8] Kündig A. A switching unit for integrated PCM communication. Proc. Conf. on switching techniques for telecommunications, London 1969, p. 157 ff.
- [9] Ritschard R. Der Einsatz von PCM-Anlagen im Bezirksnetz. Techn. Mitt. PTT 1970, Nr. 4, p. 136 ff.
- [10] Grimm M. Die ersten schweizerischen PCM-Systeme im Einsatz. Techn. Mitt. PTT 1972, Nr. 2, p. 46 ff.
- [11] Locher F. Einige Aspekte unseres Fernmeldewesens im Rückblick und Ausblick. Techn. Mitt. PTT 1971, Nr. 1, p. 38 f.
- [12] Klein W. Aufgabe und Wirken der Abteilung Forschung und Entwicklung. Techn. Mitt. PTT 1971, Nr. 9, p. 534 ff.

- [13] *Wuhrmann K.E.* System IFS-1, an Integrated PCM Telecommunications System, 1972 International Zürich Seminar on Integrated Systems, March 1972, paper No. B3.
- [14] *Wuhrmann K.E.* System IFS-1, The Network Configuration, 1972 International Switching Symposium, Boston, June 1972, p. 65 ff.
- [15] *Bachmann A.E., Lorétan R.* Integrated Digital Telecommunications System IFS-1, EUROCON 71, paper No. B 8-3, October 1971.
- [16] CCITT Com. Sp. D. No. 103, Draft Recommendations Concerning PCM Primary Multiplexes, April 1971.
- [17] CCITT GM/NRD No. 64, Envelope structure and digital subscriber line, September 1971.
- [18] *Beesley J.H.* Practical Multi-Stage S-T Switching Network, 1972 International Zürich Seminar on Integrated Systems, March 1972, paper No. B4 — IEEE Trans. on Communications, Vol. COM-21, No. 8, Aug. 1973, p. 919...922.
- [19] *Selby G.R.* Software structure of the T200 series of SPC telex exchanges, Conf. on Software engineering for telecommunication switching systems, April. IEE Conf. Publ. No. 97.
- [20] *Beesley J.H.* The Foundations of System IFS-1, 1972 International Switching Symposium Boston, June 1972, p. 55 ff.
- [21] *Fontolliet P.G.* Transmission of Control Information in IFS-1, 1972 International Zürich Seminar on Integrated Systems, March 1972, paper No. B5.
- [22] *Lagadec R.* The Introduction of IFS-1 into a Conventional System: A Preliminary Study, 1972 International Zürich Seminar on Integrated Systems, March 1972, paper No. C2.

**Die nächste Nummer bringt unter anderem
Vous pourrez lire dans le prochain numéro**

- B. Nuoffer Die Tastenwahl beim Telephonapparat Modell 70
F. Ryter/F. Zbinden Eigenschaften moderner Vermittlungssysteme