

Laboratoriumsmodelle einer PCM-Vermittlungseinrichtung mit Programmsteuerung = Modèle de laboratoire d'un dispositif de commutation à commande programmée

Autor(en): **Lorétan, René-Peter / Röthlisberger, Jörg**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **49 (1971)**

Heft 6

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874285>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Laboratoriumsmodell einer PCM-Vermittlungseinrichtung mit Programmsteuerung

Modèle de laboratoire d'un dispositif de commutation à commande programmée

René-Peter LORÉTAN und Jürg RÖTHLISBERGER, Bern

621.376.56: 621.395
621.395.345: 621.376.56

Zusammenfassung. Aus verschiedenen vorhandenen PCM-Systemblöcken wurde in den Laboratorien der Abteilung Forschung und Entwicklung PTT ein einfaches Modell einer PCM-Vermittlungseinrichtung gebaut, das entweder als automatische Tandem- oder als Teilnehmerzentrale betrieben werden kann. Ein kleiner speicherprogrammierbarer Prozessrechner besorgt die Steuerung.

Résumé. Le modèle simplifié d'une installation de transmission MIC a été construit dans les laboratoires de la Division des recherches et du développement de la Direction générale des PTT, à partir de différentes unités d'un système MIC. Le dispositif réalisé peut être exploité en tant que central automatique tandem ou central d'abonné. La commande en est assurée par un petit processeur à mémoire programmable.

Modello sperimentale di un impianto di commutazione PCM con comandi programmati

Riassunto. Nei laboratori della divisione ricerche e sviluppi PTT diversi elementi adoperati nell'attuale sistema PCM sono stati riuniti sperimentalmente a formare un nuovo impianto semplice di commutazione PCM. Lo si può impiegare sia come centrale tandem, sia come centrale d'abbonati. Un piccolo calcolatore a memoria programmabile ne assicura il comando.

1. Einleitung

Mit der in der *Abteilung Forschung und Entwicklung PTT* entworfenen und von der Firma *Standard Telephon und Radio AG* aufgebauten PCM-Durchschalteeinheit 65 war die Möglichkeit gegeben, eine Verbindung zwischen zwei PCM-Kanälen manuell aufzubauen und wieder zu trennen. Dies geschah mit Hilfe eines Steuerpultes.

Es lag nahe, das System durch den Bau einer Steuerung zu einer kleinen automatischen PCM-Zentrale zu vervollständigen. Dabei fiel die Wahl aus den folgenden zwei Gründen auf eine programmgesteuerte Ausführung:

- Die moderne Vermittlungstechnik entwickelt sich in Richtung prozessorgesteuerter Systeme. Es sollte daher die Gelegenheit ergriffen werden, um erste Erfahrungen auf diesem Gebiet zu sammeln und allfällige Schwierigkeiten frühzeitig zu erkennen.
- Die Programmsteuerung bietet die Möglichkeit, verschiedene Vermittlungsfälle durch separate Programme zu verwirklichen, ohne dass an den Steuerausrüstungen Änderungen vorgenommen werden müssen.

Die nachfolgend erwähnte programmierbare Steuerung wurde durch die Firma *Telettra Télécommunications SA* in Gümligen/Bern unter Verwendung des Prozessrechners PDP-8/I der *Digital Equipment Corporation* aufgebaut und programmiert.

2. Die einzelnen Systemblöcke

Bei den verwendeten Systemblöcken handelt es sich durchwegs um Prototypausführungen, deren Entwicklung nun schon einige Jahre zurückliegt. Dies bedeutet, dass sie nicht mehr dem letzten Stand entsprechen und dass auch die Kenngrößen in vielen Punkten von den heute vorgesehenen PCM-Spezifikationen abweichen.

1. Introduction

Avec l'unité de connexion MIC 65 développée par la *Division des recherches et du développement* de la Direction générale des PTT et construite par la maison *Standard Téléphone et Radio SA*, il devenait possible d'établir ou d'interrompre manuellement une liaison entre deux canaux MIC. La commutation se faisait alors à l'aide d'un pupitre de commande.

Il était tentant de compléter le système par la construction d'un dispositif de commande et d'en faire un petit central automatique MIC. Le choix d'un système de commande programmée se fit pour les deux raisons suivantes:

- La technique moderne de commutation se développe dans le sens des systèmes commandés par processeur. Il fallait donc saisir l'occasion de faire des expériences dans ce domaine et de découvrir suffisamment tôt les difficultés éventuelles qui pourraient se présenter.
- La commande programmée offre la possibilité de réaliser différents cas de commutation à l'aide de programmes séparés sans qu'il soit nécessaire de modifier les équipements de commande.

Le dispositif de commande programmée cité par la suite a été construit par la maison *Telettra Télécommunications SA* à Gümligen/Berne, qui a utilisé un processeur de calcul PDP-8/I de la *Digital Equipment Corporation*. La programmation du système a également été réalisée par Telettra.

2. Les différentes unités du système

Les unités du système utilisés sont avant tout des exécutions prototypes dont le développement remonte déjà à quelques années. Cela signifie qu'elles ne correspondent plus à l'état actuel de la technique et que leurs caractéristiques diffèrent sous bien des points des spécifications MIC prévues aujourd'hui.

Tabelle I. Daten der Endausrüstung HAG

Anzahl Kanäle	30 Telefonkanäle, 2 Kanäle für Synchronisierung und Signalisierung
Abtastfrequenz für die Sprache	8 kHz
Abtastfrequenz für die Signalisation	1 kHz
Code	Binärverschlüsselter Ternär-code (B Code)
Anzahl Bits pro Abtastwert	10
Bitfolgefrequenz	2,56 Mbaud

2.1 Die PCM-Endausrüstungen

Die im Modell eingesetzten zwei Geräte wurden bei der Firma *Hasler AG* als Prototypen gebaut. Ihre wichtigsten Daten sind in *Tabelle I* zusammengestellt [1].

Für die Steuerung ist es sehr wichtig zu wissen, wie über diese Ausrüstungen signalisiert werden kann. In der vorliegenden Ausführung ist jedem Sprachkanal ein Signalisierpfad zugeordnet, entsprechend der auf Fernleitungen üblichen Impulssignalisierung mit den Drähten SZ1 und SZ2. Da es nicht notwendig ist, die verhältnismässig langsamen Signalisierimpulse gleich häufig abzutasten wie die Sprache, wird das sogenannte *Überrahmenprinzip* angewendet. Darunter versteht man:

Ein Rahmen ist eine digitale Signalfolge, in welcher jeder Kanal des Zeitmultiplexsystems einmal vorkommt (*Fig. 1*).

Durch die Festlegung der Abtastfrequenz für die Sprache ergibt sich die zeitliche Ausdehnung zu $125 \mu\text{s}$. In jedem Rahmen sind die Kanäle 31 und 32 für Signalisationszwecke reserviert. Um mit den dadurch bereitgestellten 20 Bit 30 Kanäle bedienen zu können, wird nun nochmals ein Zeitmultiplexsystem auf diesen Kanälen aufgebaut, indem 16 aufeinanderfolgende Rahmen zu einem *Überrahmen* zusammengefasst werden. Im 1. Rahmen dieser Struktur erscheint ein Synchronwort, das sowohl den Rahmen- wie den *Überrahmen*-synchronismus herstellt. Der nächstfolgende Rahmen enthält in codierter Form die Signalisierinformation der Tele-

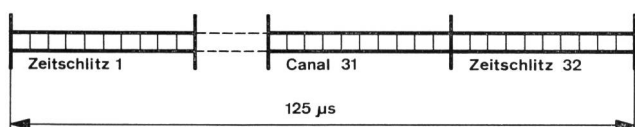


Fig. 1
Definition des Rahmens
Définition de la trame

Tableau I. Caractéristiques des équipements terminaux HAG

Nombre de canaux	30 canaux pour la téléphonie, 2 canaux pour la synchronisation et la signalisation
Fréquence d'exploration pour la parole	8 kHz
Fréquence d'exploration pour la signalisation	1 kHz
Code	Code binaire équilibré à base ternaire
Nombre de bits par valeur explorée	10
Fréquence de succession des bits	2,56 Mbits

2.1 Les équipements terminaux MIC

Les deux appareils utilisés dans l'installation ont été construits, en tant que prototypes, par la maison *Hasler SA*. Leurs caractéristiques principales sont reportées dans le *tableau I* [1].

Pour la commande il est très important de savoir de quelle façon a lieu la signalisation. Dans l'exécution réalisée, chaque canal de conversation est doté d'une voie de signalisation correspondant aux conducteurs SZ1 et SZ2 utilisés sur les lignes interurbaines faisant appel à la méthode de signalisation courante par impulsions. Etant donné qu'il n'est pas nécessaire d'explorer les impulsions de signalisation relativement lentes aussi souvent que la conversation, on utilise le principe des multi-trames, exposé brièvement ci-après:

Une trame est une suite de signaux digitaux dans laquelle chaque canal du système multiplexé dans le temps est présent une fois (*figure 1*).

La longueur d'une trame est déterminée par la fréquence d'exploration des canaux de conversation. Pour une fréquence de 8 kHz, elle est de $125 \mu\text{s}$. Les canaux 31 et 32 de chaque trame sont réservés pour la signalisation. Afin de pouvoir transmettre les informations nécessaires pour 30 canaux, à l'aide des 20 bits à disposition, le multiplexage de ces canaux dans le temps est réalisé, en ce sens que 16 trames se suivant sont groupées en une multi-trame. Un mot de synchronisation apparaît dans la première trame de cette structure, qui permet d'assurer à la fois la synchronisation des trames et des multi-trames. La trame suivante contient, sous forme codée, l'information de signalisation des canaux téléphoniques 1...8, la trame qui lui succède celle des canaux téléphoniques 9...11, etc. La structure complète est représentée au *tableau II*.

2.2 L'unité de connexion MIC

L'unité de connexion représente la partie la plus importante du modèle. Elle a déjà été décrite à plusieurs reprises

Tabelle II. Signalisationsschema der PCM-Endausrüstung HAG

Tableau II. Schéma de signalisation des équipements terminaux MIC HAG

Rahmen Nr. Cadre n°	Zeitschlitz Nr. Canal n°	31					32					1 (Sprachkanal) (Voie de conversation)
		01	01	01	01	01	01	01	01	01	10	
0		(-Rahmensynchronwort) (-Mot de synchronisation du cadre)										
1		F2	1	2	3	4	F2	5	6	7	8	
2		F2	9	10	11	12	F2	13	14	15	16	
3		F2	17	18	19	20	F2	21	22	23	24	
4		F2	25	26	27	28	F2	29	30			
5		F2					F2					
6		F2					F2					
7		F2		PK			F2		PK			
8												
9		F2	1	2	3	4	F2	5	6	7	8	
10		F2	9	10	11	12	F2	13	14	15	16	
11		F2	17	18	19	20	F2	21	22	23	24	
12		F2	25	26	27	28	F2	29	30			
13		F2					F2					
14		F2		PK			F2		PK			
15		F2					F2					

Bemerkungen - Remarques:

a) .. = Nummer des Sprachkanals, dem das Signalisierdoppelbit (01 oder 10) an dieser Stelle zugeordnet ist - Numéro du canal de conversation, auquel le double-bit de signalisation est attribué en cet endroit

b) F2 = Füllsignal in der Form von 00 oder 11 abwechselungsweise - Signal de remplissage sous forme alternée de 00 ou 11

c) PK = Pseudokanal - Pseudo-canal

phonkanäle 1...8, der übernächste jene der Kanäle 9...11 usw. Die ganze Struktur ist aus *Tabelle II* ersichtlich.

2.2 Die PCM-Durchschalteinheit

Die Durchschalteinheit bildet das Kernstück des Modells. Sie wurde bereits verschiedentlich in der Literatur beschrieben [2], [3]. Die Funktion soll hier anhand von *Figur 2* und *Tabelle III* kurz erläutert werden.

An eine Durchschalteinheit (DE) werden verschiedene Vielfachleitungen angeschlossen. Für die Vermittlung sind zwei Probleme zu lösen [5],

- die räumliche Durchschaltung zwischen den verschiedenen Vielfachleitungen
- die zeitliche Durchschaltung zwischen den verschiedenen Zeitschlitten.

Bei der zeitlichen Durchschaltung handelt es sich praktisch um eine Verzögerung. Das Problem wird im vorliegenden Fall so gelöst, dass die ganze binäre Information jeder Vielfachleitung während der Dauer eines Rahmens in der Durchschalteinheit kanalweise gespeichert wird. Das Einlesen in diesen Speicher, den Sprachspeicher, wird dabei im wesentlichen durch die betreffende Vielfachleitung gesteuert. Die Vermittlung wird nun dadurch bewerkstelligt, dass im richtigen Zeitpunkt Tore zwischen den Sprachspeichern und den abgehenden Vielfachleitungen geöffnet werden. Dieser Vorgang wiederholt sich alle 125 μ s periodisch, solange der gleiche Vermittlungszustand besteht. Er wird durch einen sogenannten Zuordnungsspeicher in der Durchschalteinheit DE 65 gesteuert. Befehle

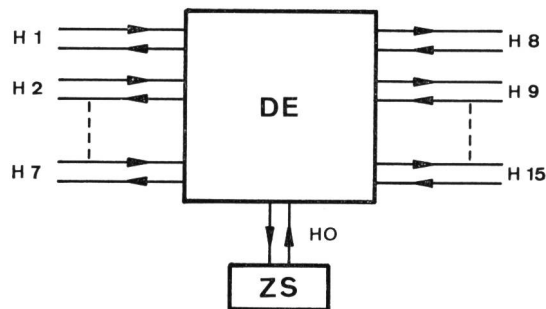


Fig. 2

Blockschema der Durchschalteinheit
Schéma de principe de l'unité de connexion

DE Durchschalteinheit - Unité de connexion
ZS Zentrale Steuerung - Commande centralisée
H PCM-System, Vielfachleitung - Système MIC, lignes en multiple

dans les ouvrages spécialisés [2], [3]. La fonction de cette unité est décrite brièvement à l'aide de la *figure 2* et du *tableau III*.

Différents conducteurs en multiple sont raccordés à l'unité de connexion (DE). Pour permettre la commutation, il y a lieu de résoudre deux problèmes [5]:

- Connexion dans l'espace des différents conducteurs en multiple
- Etablissement dans le temps d'une liaison entre les différents blocs d'information.

Tabelle III. Daten der PCM-Durchschalteinheit

Anzahl Vielfachleitungen	H ₁ -H ₁₅ für den Anschluss von PCM-Systemen, H ₀ für die Steuerung
Vermittlungsmöglichkeiten	Jeweils 15 Kanäle eines PCM-Systems können auf die übrigen 15 Kanäle eines beliebigen PCM-Systems vermittelt werden.
Max. Anzahl gleichzeitiger Verbindungen	15 (PCM-Systeme) × 15 (Kanäle) = 225 (Verbindungen)
Signalisierung	Die Signalisierkanäle 31 und 32 jedes PCM-Systems werden permanent auf 2 Kanäle im H ₀ vermittelt, wodurch 30 Kanäle besetzt werden. Die restlichen 2 Kanäle werden zur Rückmeldung vom Steuerteil der DE zur Steuerung verwendet.
Synchronisierung	Die verschiedenen PCM-Systeme arbeiten unter sich vollständig asynchron. Die Taktversorgung der DE selbst erfolgt über die Vielfachleitung H ₀ .

Tableau III. Caractéristiques de l'unité de connexion MIC

Nombre des lignes en multiple	H ₁ -H ₁₅ pour raccordements de systèmes MIC, H ₀ pour la commande
Possibilités de transmission	15 canaux d'un système MIC transmissibles sur les 15 autres canaux d'un système MIC quelconque.
Nombre maximum de liaisons simultanées	15 (systèmes MIC) × 15 (canaux) = 225 (liaisons)
Signalisation	Les canaux de signalisation 31 et 32 de chaque système MIC sont transmis en permanence sur deux canaux dans le réseau H ₀ , ce qui correspond à l'occupation de 30 canaux. Les deux canaux restants sont utilisés pour des transmissions en retour du dispositif de commande de l'unité de connexion à l'équipement de commande proprement dit.
Synchronisation	Les différents systèmes MIC travaillent entre eux de façon complètement asynchrone. L'horloge pour l'unité de connexion est transmise par le multiple H ₀ .

von der Steuerung sind nur nötig, wenn der Vermittlungszustand ändert. Es sind drei Befehle vorgesehen:

- Beschriften des Zuordnungsspeichers (Aufbau einer Verbindung)
- Löschen des Zuordnungsspeichers (Abbau einer Verbindung)
- Auslesen des Zuordnungsspeichers (Kontrolle des Vermittlungszustandes)

Die verwendete Labordurchschalteinheit (DE 65) ist nur teilweise ausgerüstet, indem lediglich die Vielfachleitungen H_0 , H_1 und H_2 praktisch ausgeführt sind. Somit können ausser der Steuerung zwei Endausrüstungen angeschlossen werden.

2.3 Die Steuerung

Aus *Figur 3* ist ersichtlich, wie die Steuerung grundsätzlich angeschaltet wird. Die Verbindung zur Durchschalteinheit erfolgt über eine normale PCM-Vielfachleitung H_0 .

Beim vorliegenden Modell stellte man sich auf den Standpunkt, möglichst viel Arbeit durch den Prozessor PDP-8/I, das heisst programmgesteuert zu erledigen.

Es werden nur die absolut notwendigen Operationen und Signalwandlungen durch eine fest verdrahtete Schaltung, die sogenannte Anpassungseinheit, ausgeführt. Diese hat im wesentlichen folgende Aufgaben:

- Empfang des H_{0s} -Signales (Rückmeldung des Signalisationszustandes aller über Endausrüstungen an die Durchschalteinheit angeschlossenen Leitungen)
- Ausblendung der signifikanten Anteile aus dem H_{0s} -Signal und Übermittlung an den Rechner (durch direkten Zugriff zum Kernspeicher des Rechners ohne Beizug des Programmes)

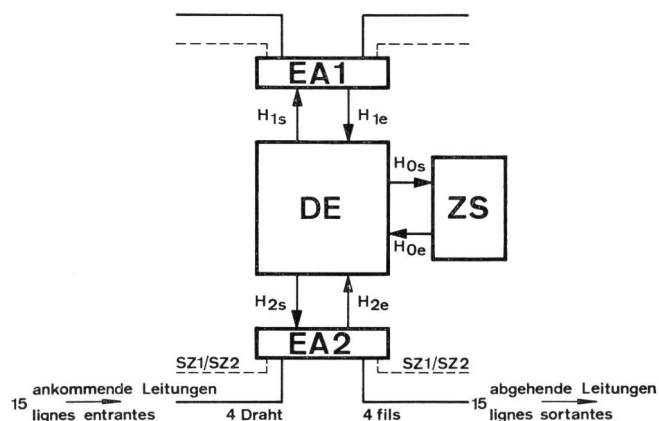


Fig. 3
Zusammenschaltung des PCM-Laboratoriumsmodells
Connexion du modèle de laboratoire

EA Endausrüstung - Equipements terminaux
SZ Signalisationsdraht - Conducteurs de signalisation

La connexion dans le temps entre les différents blocs revient pratiquement à introduire un certain retard dans la transmission de ceux-ci. Dans le cas qui nous préoccupe, le problème a été résolu de la façon suivante: toute l'information binaire en provenance de chaque ligne en multiple est emmagasinée dans l'unité de connexion, pour chacun des canaux, pendant la durée d'une trame. L'inscription dans ces mémoires, mémoires de conversation, est commandée en principe par la ligne en multiple considérée. La transmission de l'information est obtenue par le fait que, au moment opportun, des portes sont ouvertes entre les mémoires de conversation et les lignes en multiple de départ. Ce processus se répète périodiquement toutes les $125 \mu s$, tant que l'état de commutation ne s'est pas modifié. Il est commandé, dans l'unité de connexion DE 65, par une mémoire appelée mémoire de commutation. Des ordres en provenance du dispositif de commande ne sont nécessaires que si l'état de la transmission s'est modifié. Trois ordres différents sont prévus:

- Enregistrement dans la mémoire de commutation (établissement d'une communication)
- Effacement de la mémoire de commutation (suppression d'une communication)
- Lecture de la mémoire de commutation (contrôle de l'état de commutation)

L'unité de connexion de laboratoire (DE 65) n'est équipée que partiellement, en ce sens que seules les lignes en multiple H_0 , H_1 et H_2 ont été réalisées. Il est ainsi possible d'y raccorder, en plus du dispositif de commande, deux équipements terminaux.

2.3 Dispositif de commande

La *figure 3* illustre de quelle façon le dispositif de commande est connecté. La liaison avec l'unité de connexion se fait à l'aide d'une ligne en multiple MIC normale H_0 .

Le point de vue des constructeurs du modèle était que la plus grande partie des opérations devaient être réalisées à l'aide du processeur PDP-8/I, c'est-à-dire selon une commande programmée.

Seules les opérations absolument nécessaires et la transformation des signaux sont réalisées à l'aide d'un circuit câblé à demeure, appelé unité d'adaptation. Cette unité doit remplir en principe les fonctions suivantes:

- Réception du signal H_{0s} (envoi en retour de l'état de signalisation de toutes les lignes en provenance des équipements terminaux et raccordées à l'unité de connexion).
- Extraction des parties significatives du signal H_{0s} et transmission de celles-ci à l'ordinateur (par accès direct à la mémoire à tores magnétiques de l'ordinateur, sans recours au programme).

- Auslesung der auszusendenden Information aus dem Rechner (Schreib-, Lösch- und Lesebefehle zur Durchschalteinheit, abgehende Signalisierinformation für die Leitung)
- Erzeugung des H_{oe} -Leitungssignales für die Durchschalteinheit
- Erzeugung von Alarmen auf Grund von Programmbefehlen.

Stark vereinfacht lässt sich sagen, dass die Anpassungseinheit den Übergang zwischen der seriellen Arbeitsweise des PCM-Netzes und der parallelen des Rechners ermöglicht.

Die hauptsächlichen Daten des Prozessors sind in *Tabelle IV* zusammengestellt. Für nähere Angaben sei auf [4] verwiesen.

Als Grundlage für die *Programmierung* ergibt sich folgende Situation:

- Der Zustand der Signaldrähte aller Leitungen wird alle 10 ms abgetastet und steht auf vorbestimmten Plätzen im Rechnergedächtnis zur Verfügung.
- Unmittelbar nachher wird dem Rechner über eine sogenannte Interrupt-Schaltung, die einen Unterbruch des gerade in Ausführung befindlichen Programmes bewirkt, mitgeteilt, dass neue Information bereitsteht.

Somit erhält der Rechner die ganze Information, die bei bestehenden Systemen durch die jeder Leitung zugeordneten Übertrager in Empfang genommen und bereits nach gewissen Gesichtspunkten ausgewertet wird. Im gesamten Signalisationsweg befinden sich keine speichernden oder zeitbestimmenden Elemente. Die Erkennung oder Bildung aller Impulse muss daher durch das Programm vorgenommen werden.

Es ist klar, dass bei dieser Aufteilung der Aufgaben das Programm verhältnismässig aufwendig wird.

Tabelle IV. Prozessrechner PDP 8/I

Hauptdaten	
Wortlänge	12 Bit
Anzahl Worte im Kernspeicher	4096
Zykluszeit:	1,5 μ s
Arbeitsweise:	Parallel
Ein- und Ausgabe:	Standardausführung: Fernschreiber mit Lochstreifenleser und -stanzer Zusatzgeräte: Schnelleser, Schnellstanzer, Magnetband, Magnetplatten, Display etc.
Aufbau:	TTL-Logik

- Lecture de l'information à envoyer à partir du processeur (ordres d'enregistrement, d'effacement ou de lecture à destination de l'unité de connexion, information de signalisation de départ pour la ligne).
- Production du signal de ligne H_{oe} pour l'unité de connexion.
- Emissions d'alarmes sur la base d'ordres en provenance du programme.

En bref, l'unité d'adaptation permet de passer de la transmission en série des bits réalisée par le réseau MIC au traitement en parallèle de l'information par le processeur.

Les caractéristiques principales du processeur sont reportées dans le *tableau IV*. Pour de plus amples renseignements, nous prions le lecteur de bien vouloir consulter l'ouvrage cité sous [4] dans la bibliographie.

La programmation a été établie en tenant compte des critères suivants:

- L'état des conducteurs de signalisation de toutes les lignes est exploré toutes les 10 ms. L'information correspondante est alors disponible dans des positions prédéterminées de la mémoire du processeur.
- Immédiatement après l'exploration on indique au processeur, par l'intermédiaire d'un circuit d'interruption, provoquant l'interruption du programme en déroulement, qu'une nouvelle information est en attente.

De cette façon, le processeur obtient l'information complète, qui dans les systèmes existants est reçue par les translateurs attribués à chaque ligne puis interprétée selon certains critères. Le dispositif de signalisation ne contient aucun élément de mémorisation ou de temporisation. La reconnaissance ou l'émission de toutes les impulsions doit être de ce fait assurée par le programme.

Il est clair que, dans ces conditions, le programme représente une partie relativement importante du système.

Tableau IV. Processeur PDP-8/I

Caractéristiques principales	
Longueur d'un mot	12 bits
Nombre de mots dans la mémoire à tores magnétiques	4096
Durée d'un cycle	1,5 μ s
Genre de fonctionnement	Parallèle
Equipements d'entrée et de sortie	Exécution standard: téléimprimeur avec lecteur et perforateur de bandes. Dispositifs complémentaires: lecteur, perforateur rapides, bandes magnétiques, disques, unité de visualisation, etc.
Construction	Logique TTL

3. Realisierte Vermittlungsfälle

Um die Möglichkeiten der Programmsteuerung zu demonstrieren, wurden zwei verschiedene vermittlungstechnische Situationen gewählt, nämlich ein Beispiel für Tandemvermittlung und eines für Teilnehmervermittlung.

3.1 Tandemvermittlung

Die Ausführung dieser Variante lag aus folgenden Gründen nahe:

- Die Durchschalteinheit ist richtungsgetreunt aufgebaut (siehe Tabelle III). Auch in Tandemzentralen werden Eingangs- und Ausgangsleitungen unterschieden, deren Anzahl in der gleichen Grössenordnung liegt. Die Anwendung des Laboratoriumsmodells der Durchschalteinheit bietet daher eine gute Ausnützung.
- Die Endausrüstungen sind so ausgeführt, dass ihr Anschluss an das Fernleitungsnetz ohne weitere Anpassglieder möglich ist.

Dem Modellversuch wurde eine Gegebenheit zugrundegelegt, die heute im Tandemamt Bern-Mattenhof besteht (Fig. 4).

Von Zürich her können die fünf angegebenen Richtungen - und nur diese fünf - über das Tandemamt Bern verlangt werden. Überlauf ist vorgesehen, falls alle vorhandenen Ausgänge besetzt oder gesperrt sind. Die Überlaufleitungen führen auf das ESK-Amt Mattenhof, das wieder alle verlangten Richtungen zur Verfügung hat.

3.2 Teilnehmervermittlung

Für Demonstrationszwecke besser geeignet als die Tandemvermittlung ist ein Modell, das den Anschluss normaler Teilnehmerapparate gestattet, weil alle wichtigen Kriterien rein akustisch erfassbar sind.

Die Anforderungen lauten:

- Das Modell soll eine Anzahl von Teilnehmern (praktisch ausgeführt 6 Anschlüsse) rein intern untereinander verbinden.
- Die Wahl erfolgt mit zwei Ziffern, wobei die Zuordnung zwischen Teilnehmernummer und Anschlussleitung frei gewählt werden kann.
- Zur Anschaltung des Teilnehmerapparates Mod. 50 an die Endausrüstungen werden Anschaltessätze verwendet, die folgende Aufgaben haben:
 - Umsetzung 2- in 4-Draht
 - Umschaltung für ankommenden oder abgehenden Betrieb
 - Übertragung der Wählsignale
 - Speisung
 - Ruf.
- Die Signaltöne werden als NF-Signale den Endausrüstungen zugeführt und können den Teilnehmern über die Durchschalteinheit vermittelt werden.

3. Genres de commutations réalisées

Afin de démontrer les possibilités de la commande programmée, les constructeurs ont retenu deux situations particulières de la technique de commutation, soit la commutation en tandem et la commutation d'abonnés.

3.1 Commutation en tandem

Les considérations suivantes ont conduit à l'exécution de cette variante:

- L'unité de connexion est construite de telle façon que les sens de transmission sont séparés (voir tableau III). Il en est de même dans un central tandem où les lignes d'entrée et de sortie sont distinctes, bien que leur nombre soit du même ordre de grandeur. L'utilisation de l'unité de connexion dans ce cas particulier est un exemple d'application intéressant.
- Les équipements terminaux sont conçus de manière que leur raccordement au réseau des lignes interurbaines soit possible sans circuit d'adaptation.

Les essais avec le modèle de laboratoire se sont faits en recréant les conditions actuellement rencontrées au central tandem de Berne-Mattenhof (figure 4).

Les cinq directions indiquées dans la figure 4, et seulement celles-ci, peuvent être obtenues depuis Zurich par l'intermédiaire du central tandem de Berne. Une direction de débordement est prévue pour le cas où toutes les sorties seraient occupées ou bloquées. Les circuits de débordement conduisent au central ESK de Mattenhof, lui-même équipé de circuits pour toutes les directions désirées.

3.2 Commutation d'abonnés

Un dispositif se prêtant mieux qu'un central tandem à des fins de démonstration est le modèle permettant le raccordement de postes téléphoniques ordinaires, tous les critères importants pouvant être saisis acoustiquement.

Les conditions à remplir sont les suivantes:

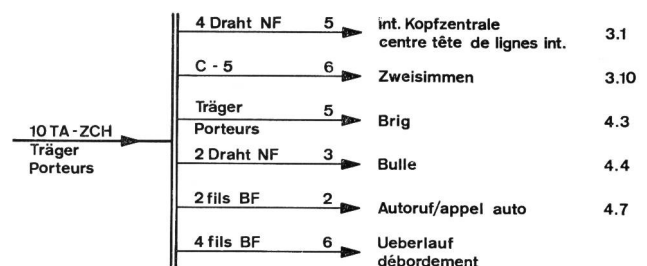


Fig. 4
Situation für die Tandemvermittlung
Situation créée pour la commutation en tandem

Da diese für gerichteten Verkehr gebaut ist, ergibt sich für das Modell eine schlechte Ausnutzung der vorhandenen Kapazität. Jeder Station müssen zwei vollständige Vierdrahtleitungen zugeordnet werden. Die Signaltöne belegen ebenfalls einige Kanäle, so dass mit den vorhandenen 60 Leitungen (zwei Endausrüstungen mit 30 Kanälen) nur 27 Teilnehmer bedient werden könnten. In diesem Sinn ist das Teilnehmermodell nicht realistisch. Es ging aber mehr darum, grundsätzliche Fragen der Steuerung zu studieren. In *Figur 5* ist das Blockschema der Anlage dargestellt.

4. Die Programmsteuerung

4.1 Allgemeines

Programme für Telefonvermittlung gehören in die Kategorie der sogenannten Echtzeitprogramme. Der grösste Teil der Daten wird hier dem Rechner direkt in Form elektrischer Signale zugeführt, während das Programm läuft. Als wichtiges Element tritt die Zeit in Erscheinung, indem viele Signale erst durch den zeitlichen Ablauf einen Sinn erhalten. In unserem Beispiel betrifft dies alle Leitungssignalsvorgänge, weil hier mit Impulsen unterschiedlicher Länge und nicht mit Zustandskriterien gearbeitet wird.

Die digitale Verarbeitung der Signale bringt es mit sich, dass eine Quantisierung von Amplitude und Zeit vorgenommen werden muss. Im allgemeinen Fall einer Prozesssteuerung müssen daher die Eingabesignale abgetastet und codiert werden. Falls sie schon in digitaler oder gar binärer Form vorliegen, entfällt natürlich der Codierprozess, aber der Abtastvorgang bleibt bestehen.

Im vorliegenden Beispiel wurde die Abtastperiode auf 10 ms festgelegt. Wie schon in 2.3 erwähnt, wird dem Rechner unmittelbar nach der Abtastung durch einen Unterbruch des gerade laufenden Basisprogramms mitgeteilt, dass ein neuer Abtastzyklus begonnen hat. Er beginnt in diesem Augenblick mit der Ausführung seiner Hauptarbeit, dem zyklischen oder Telephonieprogramm. Die neue Information wird zunächst aufgearbeitet. Verschiedene Aufgaben müssen dabei erfüllt werden:

- Durch Aufsuchen eines bestimmten Zeichens wird der Synchronismus innerhalb eines Überraschens ermittelt.
- Die Bildung der Majorität über den gegenwärtigen und die beiden vorangehenden Abtastzyklen bewirkt eine gewisse «Integration» der Eingangssignale im Sinne einer Unterdrückung isoliert auftretender Spitzen.
- Wechsel im Signalisationszustand werden festgestellt und gespeichert. Sie dienen entweder zur Ermittlung neuer Anrufe oder zur Entdeckung von Impulsflanken.
- Neuen Anrufen wird ein sogenanntes «Register» zugeteilt, das aus einer bestimmten Anzahl von Zellen im Kernspeicher besteht. In ihm werden im Laufe eines Ver-

- Le modèle doit être en mesure de relier entre eux un certain nombre d'abonnés sur le plan purement interne (la réalisation pratique est conçue pour 6 raccordements)
- La sélection est faite à l'aide de numéros à deux chiffres, sans que ceux-ci soient attribués de manière fixe aux lignes de raccordement.
- Le raccordement des postes téléphoniques modèle 50 aux équipements terminaux se fait à l'aide d'un dispositif de connexion, dont les fonctions principales sont énumérées ci-après:
 - Translation 2 fils - 4 fils
 - Commutation pour trafic entrant et sortant
 - Transmission des signaux de sélection
 - Alimentation
 - Appel
- Les tonalités de signalisation sont appliquées aux équipements terminaux sous forme de signaux à basse fréquence et peuvent être transmises au poste d'abonné par l'intermédiaire de l'unité de connexion.

L'unité de connexion étant conçue pour un trafic simplex, c'est-à-dire alternativement dans un sens ou dans l'autre, la capacité disponible ne peut être utilisée au maximum. En effet, il est nécessaire d'attribuer à chaque poste téléphonique deux circuits à 4 fils complets. De plus, les tonalités de signalisation occupent également quelques canaux, si bien qu'avec les 60 lignes réalisées (deux équipements terminaux à 30 canaux), seuls 27 abonnés peuvent être desservis. Vue sous cet angle, la conception du modèle pour la commutation d'abonnés n'est pas très bien adaptée à la réalité. Il y a cependant lieu de remarquer qu'il s'agissait, lors des essais, d'étudier avant tout le problème de base de la commande. Le schéma de principe de l'installation est reproduit à la *figure 5*.

4. La commande programmée

4.1 Généralités

Les programmes utilisés pour la commutation téléphonique appartiennent à la catégorie des programmes en temps réel. La plus grande partie des informations est introduite dans l'ordinateur, sous forme de signaux électriques, pendant le déroulement du programme. Un des éléments importants de celui-ci est le facteur temps. En effet, bon nombre de signaux n'ont une signification que lorsque l'on connaît leur comportement dans le temps. Dans l'exemple qui nous intéresse, ces conditions sont valables en particulier pour tous les procédés de signalisation sur lignes, qui font appel à des impulsions de longueurs différentes, et non à des critères d'état.

Le traitement digital des signaux impose une quantification de l'amplitude et du temps. Dans le cas général d'une commande par processeur, les signaux à l'entrée doivent

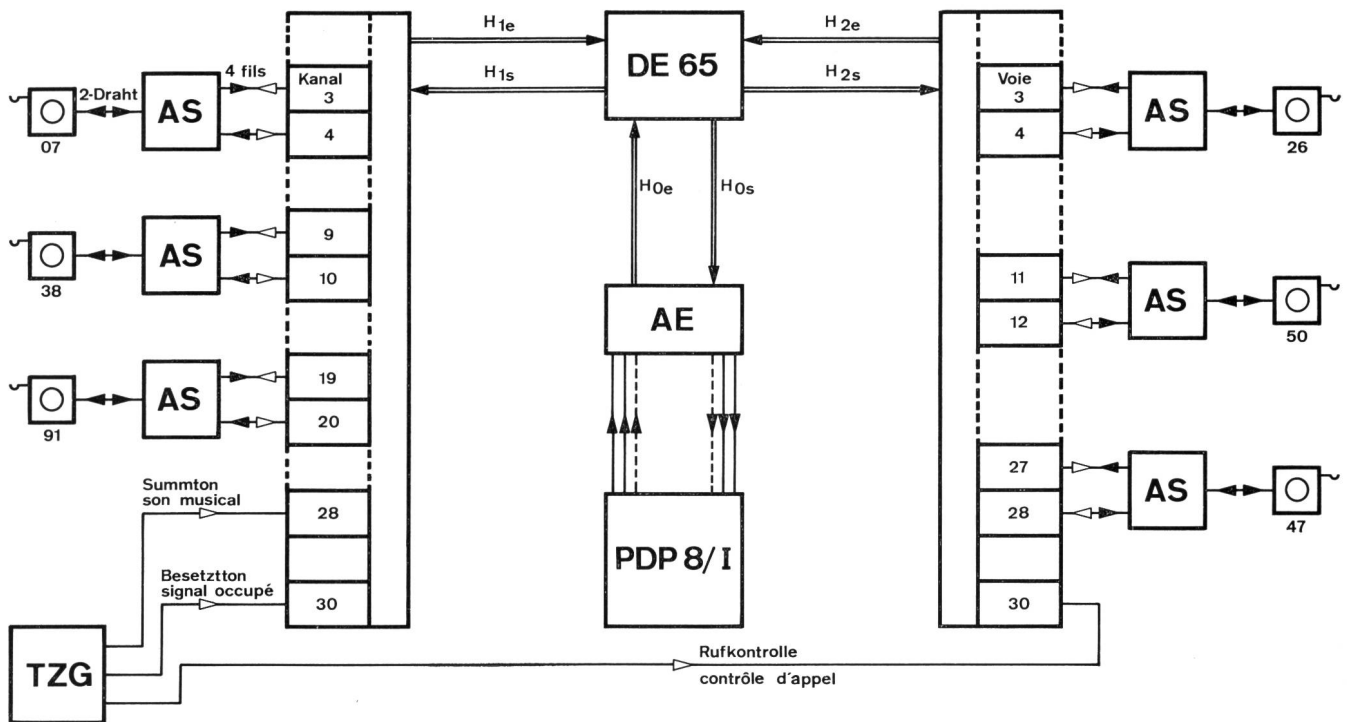


Fig. 5
 Aufbau und Organisation der Anlage für Teilnehmervermittlung
 Construction et organisation de l'installation pour la commutation d'abonnés

- PMC-Vielfachleitung - Ligne multiple MIC
- Signal, beziehungsweise Sprechleitung der rufenden Station - Ligne de signalisation, resp. de conversation du poste appelant
- Signal, beziehungsweise Sprechleitung der gerufenen Station - Ligne de signalisation, resp. de conversation du poste appelé
- AS Anschaltensatz - Circuit de connexion

bindungsaufbaus alle Daten festgehalten, die für die betreffende Verbindung wichtig sind, beispielsweise die Anschlusslage der rufenden Leitung, die gewählten Ziffern und die Länge der gerade gemessenen Impulse. Als wichtigste Angabe speichert das Register den Zustand, in dem sich die betreffende Verbindung befindet.

- Das Programm behandelt anschliessend alle Register nacheinander, wobei je nach Zustand eine sogenannte Zustandroutine durchlaufen wird. Diese befiehlt die notwendigen Vorgänge, wobei sie sich auf die im Register gespeicherte und die neu bereitgestellte Information stützt.

Das Programm, das den Verkehr mit der Durchschalteinheit vermittelt, schliesst sich zeitlich an das zyklische an. Es wird als nichtzyklisches Programm bezeichnet, da es nur bei Bedarf aufgerufen wird. Sein Ablauf erstreckt sich über mehrere Zyklen:

être explorés et codés. Lorsque ceux-ci sont disponibles sous forme digitale ou binaire le codage devient inutile, mais l'exploration reste indispensable.

Dans l'exemple qui nous préoccupe, la période d'exploration a été fixée à 10 ms. Comme déjà mentionné sous 2.3, on indique au processeur, immédiatement après l'exploration, et par le biais d'une interruption du programme fondamental en déroulement, qu'un nouveau cycle d'exploration a commencé.

Le processeur interrompt à ce moment l'exécution des travaux principaux du programme cyclique ou téléphonique. La nouvelle information est tout d'abord traitée. Il s'agit alors de satisfaire aux conditions suivantes:

- Le synchronisme à l'intérieur d'une multi-trame est déterminé par la recherche d'un signe particulier.
- La formation de la majorité, pour le cycle d'exploration en cours et les deux précédents, provoque une certaine

Table V. Unterbruchsystem der Steuerung für das PCM-Modell

Kategorie	Gerät	Code	Service-Routine
Fehler-Interrupts	Logik zur Erkennung des Speisungsausfalls im Prozessor	10	Power-Failure-Routine
	Entdeckung einer Paritätsverletzung beim Lesen des Kernspeichers	10	Memory-Parity-Routine
	Synchronisationsverlust auf der Leitung H ₀	72	Synch-Out-Routine
Telephonie-Programm	10-ms-Signal	74	Telephonie-Programm
	Ankunft einer Rückmeldung von der Durchschalteinheit	75	Rückmeldungs-Routine
Service-Interrupts	20 ms Signal zur Fortschaltung der internen Uhr	70	Clock-Routine
	Drucker des Fernschreibers	04	Teleprint-Routine
	Tastatur des Fernschreibers	03	Keyboard-Routine
	Synchronisation auf der Leitung H ₀ gefunden	73	Synch-On-Routine
	Speisung der Anpassungseinheit wieder eingeschaltet	71	Power-On-Routine

Tableau V. Système d'interruption de la commande pour le modèle MIC

Catégorie	Module	Code	Routine de service
Interruption pour erreur	Logique de reconnaissance de défauts d'alimentation dans le processeur	10	Routine de défaut d'alimentation
	Détection d'une erreur de parité lors de la lecture de la mémoire à tores magnétiques	10	Routine de parité de mémoire
	Désynchronisation sur la ligne H ₀	72	Routine de défaut de synchronisation
Programme de téléphonie	Signal de 10 ms	74	Programme de téléphonie
	Réception d'une information en retour de l'unité de connexion	75	Routine de réception en retour
Interruption de service	Signal de 20 ms pour l'avance de l'horloge interne	70	Routine d'horloge
	Imprimeur du téléimprimeur	04	Routine de téléimprimeur
	Clavier du téléimprimeur	03	Routine de clavier
	Synchronisation détectée sur la ligne H ₀	73	Routine synchronisation «En»
	Alimentation de l'unité d'adaptation réenclenchée	71	Routine d'alimentation «En»

- Zuerst wird der Schreibbefehl für die Durchschalteinheit vorbereitet.
- 10 ms später wird der Schreibbefehl transferiert und ein Lesebefehl vorbereitet, um die Ausführung des Schreibbefehls zu kontrollieren.
- In einem der nächsten Zyklen kommt die Antwort von der Durchschalteinheit zurück. Das nichtzyklische Programm wird davon über das Unterbruchsystem informiert (Table V). Beim Vorliegen eines Fehlers wird der Vorgang noch zweimal von Anfang an wiederholt.

Sobald eine Phase des nichtzyklischen Programms beendet ist, kehrt der Rechner in sein Basisprogramm zurück.

Das Unterbruchsystem des Rechners umfasste bei der Ablieferung der Steuerung insgesamt 10 Geräte, die in Tabelle V zusammengestellt sind. Zu jedem Gerät gehört eine sogenannte Serviceroutine. Das Telephonieprogramm kann unterbrochen werden, wenn sich eines der übrigen Geräte anmeldet. Die andern Serviceroutinen sind verhältnismässig kurz und nicht unterbrechbar.

- «intégration» des signaux d'entrée, dans le sens de la suppression des pointes isolées pouvant se présenter
- Un changement dans l'état de signalisation est détecté puis enregistré. Cela permet de déterminer la présence de nouveaux appels ou de flancs d'impulsions.
- Un «enregistreur», composé d'un certain nombre de cellules de la mémoire à tores magnétiques, est attribué à tout nouvel appel. Il a pour fonction d'emmagasiner, pendant l'établissement d'une communication, toutes les informations importantes pour celle-ci. Il s'agit par exemple de l'état de raccordement de la ligne appelante, des chiffres sélectionnés et de la longueur des impulsions mesurées. En tant qu'information la plus importante, l'enregistreur mémorise l'état dans lequel se trouve la liaison considérée.
- Le programme traite ensuite tous les enregistreurs les uns après les autres et déclenche, suivant l'état rencontré, le déroulement d'une «routine d'état». Celle-ci détermine les processus nécessaires, en se basant d'une part sur les

Im Gegensatz zu grösseren Maschinen besitzt der PDP-8/I keine in der Verdrahtung festgelegte Prioritätsstruktur in seinem Unterbruchsystem. Mit Hilfe einer Instruktion lassen sich aber gewisse Programme gegen Unterbruch schützen, so dass auf diesem Weg eine Rangordnung erzielt werden kann. Es ergibt sich dadurch die Struktur gemäss *Figur 6*.

Das Basisprogramm besteht im einfachsten Fall aus einer reinen Warteschleife, die das Eintreffen des 10-ms-Signals überwacht. Es wurde später neu gefasst, damit während der toten Zeit auf den Lampen der Konsole nützliche Signale dargestellt werden können.

Die vorangehenden Angaben gelten für beide Vermittlungsfälle. Die spezielleren Eigenschaften des einen oder anderen Programmes werden in den beiden nächsten Abschnitten beschrieben.

4.2 Programm Tandemfall

Zum Verständnis des Programmes muss man sich die Aufgaben eines Tandemamtes vergegenwärtigen. Als Transitzentrale des Fernnetzes arbeitet es mit Leitungen, die Impulssignalisation gemäss PTT-Grundforderungen führen. Die vermittlungstechnische Aufgabe bei einem Verbindungsaufbau beschränkt sich auf die Aufnahme der Tandemziffern, ihre Interpretation und die nachfolgende Wahl und Belegung einer abgehenden Leitung. Alle andern Leitungssignale müssen lediglich durchgeschaltet werden. Nur das Auslösesignal wird erkannt und führt zum Abbau der Verbindung.

Im vorliegenden Modell werden die Signalisationsleitungen in den Endausrüstungen alle 1 ms und in der Anpassungseinheit nochmals alle 10 ms abgetastet.

Bei der ersten Abtastung werden die Impulse um maximal ± 1 ms verzerrt. Bei der zweiten Abtastung, die unabhängig von der ersten verläuft, erfolgt eine neue Verzerrung von maximal ± 10 ms, so dass jetzt ein maximaler Fehler von ± 11 ms resultiert. Er tritt immer dort auf, wo die Eingangsimpulse in der Nähe eines Vielfachen von 10 ms liegen. Man sieht dies deutlich aus der Darstellung in *Figur 7*.

Eingangsimpulse im Bereich ($9 < T < 11$) ms können am Ausgang die Länge 0 beziehungsweise 10 oder 20 ms haben.

Für die auf den Fernleitungen verwendeten Wahlimpulse, die im Bereich (50 ± 15) ms sicher empfangen werden müssen, ergäbe sich eine Erweiterung des Toleranzfeldes auf ($30 \leq T \leq 70$) ms. Solche Impulse könnten von den nachfolgenden Zentralen nicht mehr sicher verarbeitet werden. Aus diesem Grunde wurde vom Programm die Regeneration aller Impulse verlangt.

Dadurch wird aber mit einem Schlag das an sich einfache Problem der Tandemvermittlung sehr anspruchsvoll. Im Aufbau einer normalen Verbindung müssen jetzt nicht weniger als 25 Zustände unterschieden werden, die zum

Informations emmagasinées dans l'enregistreur et d'autre part sur celles nouvelles mises à disposition.

Le programme qui assure la communication avec l'unité de connexion est connecté périodiquement au programme cyclique. Il est considéré comme un programme non cyclique, étant donné qu'il n'est utilisé que sur demande. Son déroulement se répartit sur plusieurs cycles:

- L'ordre d'enregistrement pour l'unité de connexion est tout d'abord préparé.
- 10 ms plus tard, l'ordre d'enregistrement est transféré et un ordre de lecture est préparé, afin de contrôler l'exécution de l'ordre d'enregistrement.
- La réponse en provenance de l'unité de connexion est reçue lors de l'un des cycles suivants. Le programme non cyclique en est informé par le biais du système d'interruption (*tableau V*). En cas d'erreurs, le procédé est répété deux fois depuis le début.

Dès qu'une phase du programme non cyclique est terminée, le processeur reprend le programme fondamental.

Lors de la livraison du dispositif de commande, le système d'interruption comprenait 10 modules mentionnés dans le tableau V. Une routine de service est attribuée à chacun des modules. Le programme téléphonique peut être interrompu dès que l'un des autres modules s'annonce. Les autres routines de service sont relativement courtes et ne peuvent être interrompues. Contrairement aux machines plus importantes, le processeur PDP-8/I ne comprend pas de structure de priorité câblée dans le système d'interruption. Il est cependant possible de protéger certains programmes contre une interruption à l'aide d'une instruction, ce qui permet de fixer ainsi les priorités désirées. La structure obtenue est illustrée à la *figure 6*.

Dans le cas le plus simple, le programme fondamental se compose d'un circuit d'attente contrôlant l'entrée du signal de 10 ms. Il a été modifié par la suite, afin de permettre pendant les temps morts, l'affichage par les lampes de la console, de certains signaux utiles.

Les indications qui précèdent sont valables pour les deux cas de commutation. Les propriétés particulières de l'un ou de l'autre des programmes font l'objet des deux paragraphes qui suivent.

4.2 Programme de commutation en tandem

Pour comprendre ce programme, il est nécessaire de se rappeler quelles sont les fonctions d'un central tandem. En tant que central de transit d'un réseau interurbain, le central tandem est raccordé à des lignes dont la signalisation se fait sous forme d'impulsions, selon les principes fondamentaux de l'entreprise des PTT. Du point de vue technique de commutation, la fonction de ce central se limite, lors de l'établissement d'une communication, à la réception des chiffres tandem, à leur interprétation puis au choix et à

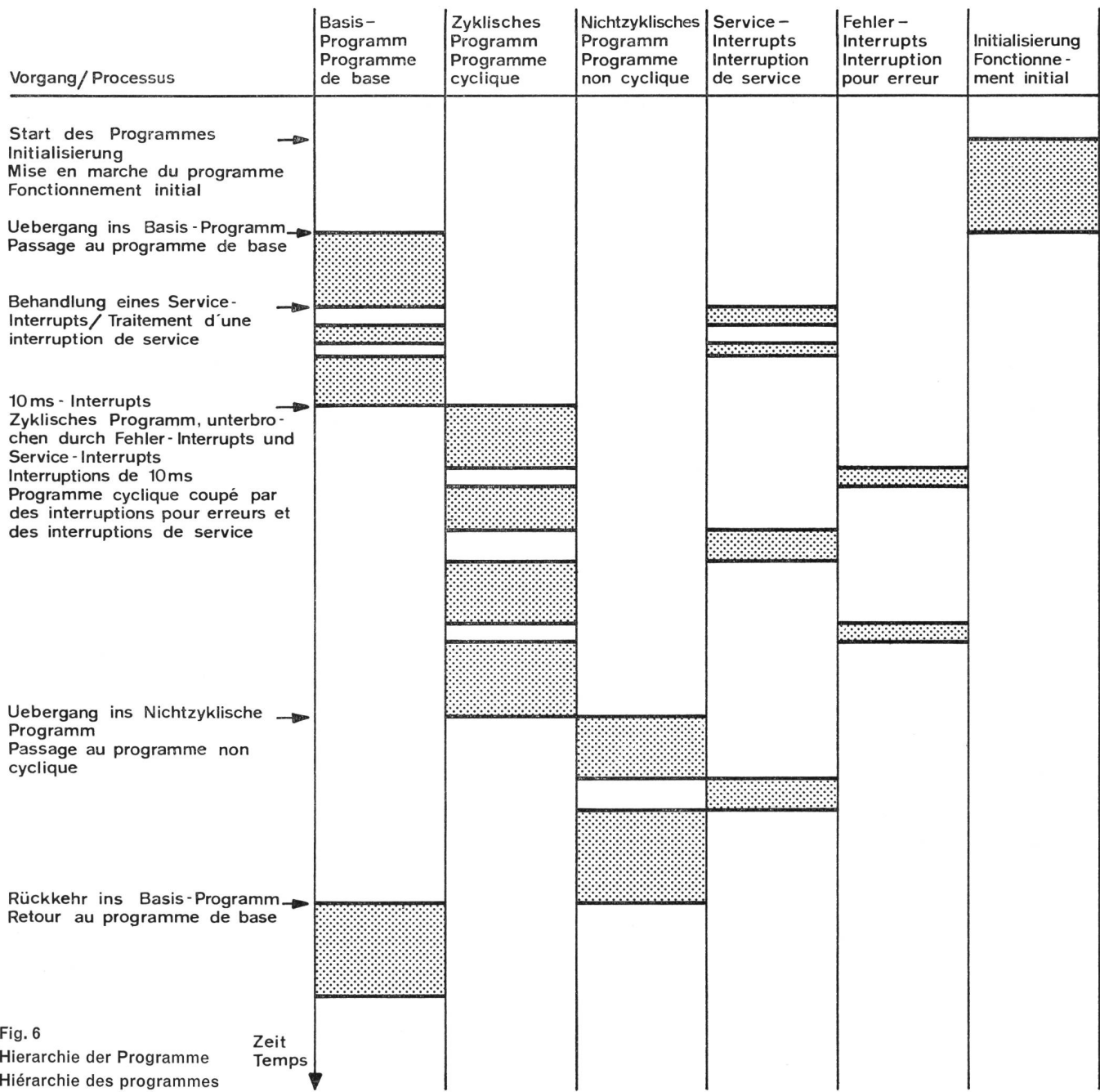


Fig. 6
Hierarchie der Programme
Hiérarchie des programmes

Teil intern noch weiter unterteilt sind. Sie sind in *Tabelle VI* aufgeführt.

Tritt in einer Verbindung das Signal «Nachrufen» auf, so müssen 16 weitere Zustände unterschieden werden. Die Verhältnisse werden nämlich dadurch, dass Nachrufen und Überwachung gleichzeitig auftreten, sehr kompliziert.

Zur Berücksichtigung besonderer Betriebsfälle sind weitere 8 Zustände vorgesehen. Es ergeben sich daraus insgesamt 49 Zustände!

l'occupation d'une ligne de sortie. Tous les autres signaux de ligne doivent être uniquement transmis, à l'exception du signal de déconnexion, qui est reconnu et conduit à la suppression de la liaison.

Dans le modèle réalisé, les lignes de signalisation sont explorées chaque milliseconde dans les équipements terminaux puis encore toutes les 10 ms dans l'unité d'adaptation.

Les distorsions d'impulsions pouvant se produire lors de la première exploration n'excèdent pas ± 1 ms. Lors de la

Tabelle VI. Die Zustände des Tandem-Programmes

Zustand	Bedeutung
0	Ruhe
2	Belegung von A empfangen
3	Bereitschaft nach A senden
5	Tandemziffer erwarten
6	Tandemziffer-Impuls empfangen
7	Tandemziffer-Pause empfangen
8	Durchschaltung erwarten
10	Belegung nach B senden
11	Bereitschaft von B erwarten
16	Bereitschaft von B empfangen
17	Bereitschaft nach A senden
19	Teilnehmerziffern erwarten
20	Teilnehmerziffer-Impuls von A empfangen, Teilnehmerziffer-Pause nach B senden
21	Teilnehmerziffer-Impuls von A empfangen, Teilnehmerziffer-Impuls nach B senden
22	Teilnehmerziffer-Pause von A empfangen, Teilnehmerziffer-Pause nach B senden
23	Teilnehmerziffer-Pause von A empfangen, Teilnehmerziffer-Impuls nach B senden
24	Wahlschluss nach A senden
25	Antwort von B empfangen
26	Antwort nach A senden
28	Gesprächszustand
70	Überwachungs-Impuls von B empfangen, Überwachungs-Pause nach A senden
71	Überwachungs-Impuls von B empfangen, Überwachungs-Impuls nach A senden
72	Überwachungs-Pause von B empfangen, Überwachungs-Pause nach A senden
73	Überwachungs-Pause von B empfangen, Überwachungs-Impuls nach A senden
13	Auslösung nach B senden, Verbindung trennen

Tableau VI. Les états du programme de commutation en tandem

Etat	Signification
0	Repos
2	Recevoir l'occupation de A
3	Envoyer le signal de disponibilité à A
5	Attendre le chiffre tandem
6	Recevoir l'impulsion du chiffre tandem
7	Recevoir la pause du chiffre tandem
8	Attendre la connexion
10	Envoyer l'occupation à B
11	Attendre le signal de disponibilité de B
16	Recevoir le signal de disponibilité de B
17	Envoyer le signal de disponibilité à A
19	Attendre la sélection des chiffres de l'abonné
20	Chiffres d'abonnés – Recevoir l'impulsion de A Chiffres d'abonnés – Envoyer la pause à B
21	Chiffres d'abonnés – Recevoir l'impulsion de A Chiffres d'abonnés – Envoyer l'impulsion à B
22	Chiffres d'abonnés – Recevoir la pause de A Chiffres d'abonnés – Envoyer la pause à B
23	Chiffres d'abonnés – Recevoir la pause de A Chiffres d'abonnés – Envoyer les impulsions à B
24	Envoyer les critères de fin de sélection à A
25	Recevoir la réponse de B
26	Envoyer la réponse à A
28	Etat de conversation
70	Recevoir l'impulsion de surveillance de B Envoyer la pause de surveillance à A
71	Recevoir l'impulsion de surveillance de B Envoyer l'impulsions de surveillance à A
72	Recevoir la pause de B Envoyer la pause à A
73	Recevoir la pause de B Envoyer l'impulsion à A
13	Envoyer la libération à B, interrompre la communication

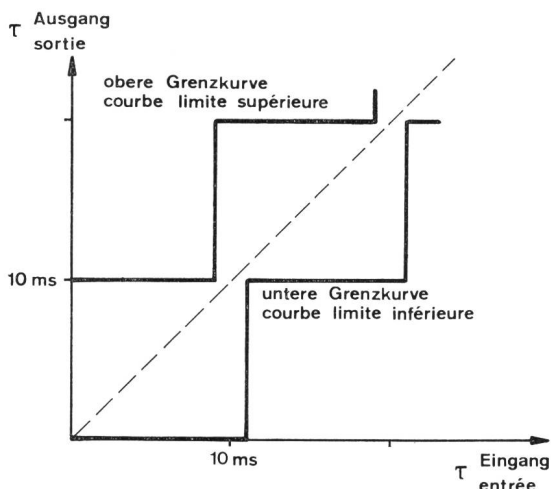


Fig. 7
Impulsverzerrungen bei zweimaliger Abtastung
Distorsions d'impulsions pour une exploration en deux temps

seconde exploration, qui se déroule indépendamment de la première, une nouvelle distorsion de ± 10 ms peut apparaître, ce qui fait que l'erreur résultante maximum n'excède pas ± 11 ms. Celle-ci se produit du reste toujours lorsque la durée des impulsions à l'entrée du système correspond pratiquement à un multiple de 10 ms. Ce phénomène est clairement illustré par la figure 7.

Des impulsions d'entrée comprises entre 9 et 11 ms peuvent avoir à la sortie une longueur de 0, 10 ou 20 ms.

Sur les lignes interurbaines, les impulsions de sélection d'une durée de 50 ± 15 ms doivent pouvoir être reçues avec suffisamment de sécurité. Pour tenir compte de ce qui précède, il y aurait lieu de porter les limites de tolérance à 30 et 70 ms. Dans ces conditions, les impulsions ne pourraient plus être traitées par les centraux téléphoniques raccordés aux lignes interurbaines et c'est pourquoi il a été décidé d'exiger du programme la régénération de toutes les impulsions.

Im vorliegenden Fall können 10 Verbindungen gleichzeitig stattfinden. Jede von ihnen kann sich in einem der angegebenen Zustände befinden. Im nichtzyklischen Programm wird auch die Wegesuche ausgeführt, indem aus dem angewählten Bündel eine freie Leitung ausgesucht oder eine Überlaufverbindung verlangt wird, falls keine freie Leitung vorhanden ist. Das Tandemprogramm weist einen Umfang von etwa 3500 Instruktionen auf.

4.3 Programm Teilnehmerfall

Das *zyklische Programm* ist ähnlich aufgebaut wie beim Tandemfall. Es ist jedoch bedeutend einfacher, da verhältnismässig wenig Impulssignale empfangen und ausgesendet werden müssen. Während beim Tandemprogramm in jeder Verbindung etwa 50 Zustände zu unterscheiden sind, beschränkt sich die Zahl hier auf 11.

Das *nichtzyklische Programm* ist in gewisser Hinsicht einfacher als im Tandemfall (eine eigentliche Wegesuche entfällt, da keine Sammelnummern vorgesehen wurden), ist aber andererseits komplizierter, weil die verschiedenen Hörzeichen (Summton, Besetztton, Rufkontrolle) ebenfalls vermittelt werden müssen. Dies bedingt die Unterscheidung einer gewissen Zahl nichtzyklischer Zustände mit entsprechenden Zustandroutinen. In *Tabelle VII* sind sie einander gegenübergestellt.

Folgende zusätzliche Möglichkeiten konnten im nichtzyklischen Teil des Teilnehmerprogramms verwirklicht werden:

- Automatische Löschung des gesamten Zuordnungsspeichers der Durchschalteinheit beim Starten des Programms (erstmaliger Start oder automatischer Start nach einem Netzausfall)
- Möglichkeit zum Belegen, Lesen und Löschen beliebiger Zuordnungsspeicherzellen vom Fernschreiber aus.

Die *Service-Programme* konnten im vorliegenden Fall ebenfalls ziemlich ausgebaut werden. Verwirklicht wurden folgende Forderungen:

- Angabe der Leitungen bei Toleranzverletzungen in den Wahlimpulsen
- Lieferung der Daten für eine einfache Verkehrsstatistik (nach Aktivierung vom Fernschreiber her wird Anfang und Ende jedes Gesprächs laufend angezeigt)
- Ausdruck aller gerade bestehenden Verbindungen auf Tastendruck hin.

Bedingt durch den wesentlich kleineren Umfang des zyklischen Teils war es also bei diesem Programm möglich, die Kommunikation zwischen dem Operateur und der Steuerung in beiden Richtungen wesentlich zu verbessern, was den Nutzen dieses Demonstrationsmodelles erhöht.

Cette décision a pour conséquence que le problème, en soit assez simple de la commutation en tandem, se complique d'une façon non négligeable. C'est ainsi que pour l'établissement d'une communication normale, ce n'est pas moins de 25 états qu'il s'agit de différencier, certains d'entre eux devant être encore explorés de façon plus détaillée sur le plan interne de l'installation. Leur nomenclature est donnée au *tableau VI*.

Lorsque le signal «Rappeler» apparaît dans une communication, il est nécessaire de déterminer 16 états supplémentaires. Les conditions deviennent très compliquées par le fait que les critères de rappel et de surveillance doivent être traités simultanément.

Pour tenir compte des cas d'exploitation particuliers, il faut encore disposer de 8 critères complémentaires. Il s'ensuit que le nombre d'états à discriminer atteint le chiffre de 49.

Dans le cas qui nous occupe, il est possible de réaliser 10 communications en même temps. Chacune d'elles peut être dans l'un des états indiqués. Le programme s'acquitte également de la recherche d'itinéraire, en ce sens qu'il choisit une ligne libre dans le faisceau ou demande l'établissement d'une liaison de débordement au cas où celui-ci serait entièrement occupé. Le programme de commutation en tandem comprend environ 3500 instructions.

4.3 Programme de commutation d'abonnés

Le *programme cyclique* est constitué de façon analogue à celui nécessaire à la commutation en tandem. Il est cependant sensiblement plus simple, étant donné qu'il y a peu d'impulsions de signalisation à recevoir ou à transmettre. Alors que, pour le programme de commutation en tandem, il est nécessaire de discriminer environ 50 états différents pour chaque liaison, ce nombre se limite à 11 pour le programme de commutation d'abonnés. Le *programme non cyclique* est à certains points de vue plus simple que dans le cas de commutation en tandem (une recherche d'itinéraire proprement dite n'étant pas nécessaire, aucun numéro en multiple n'ayant été prévu), mais d'autre part plus compliqué, différents signaux acoustiques (tonalité libre, d'occupation, de contrôle d'appel) devant être également transmis. Cela implique la différenciation d'un certain nombre d'états non cycliques à l'aide des routines d'état correspondantes. Ceux-ci sont reportés dans le *tableau VII*.

De plus, des possibilités supplémentaires ont pu être réalisées dans la partie non cyclique du programme de commutation d'abonnés, soit:

- Effacement automatique complet de la mémoire de commutation l'unité de connexion, au départ du programme (premier départ ou départ automatique après une panne de réseau).

Tabelle VII. Die Zustände des Teilnehmerprogrammes

Tableau VII. Les états du programme de commutation d'abonnés

Zyklischer Zustand Etat cyclique	Bedeutung Signification	Nichtzyklischer Zustand Etat non cyclique	Bedeutung Signification
0	Ruhe Repos	—	—
1	Warten auf Wahl Attendre la sélection	1	Summton anschalten Connecter le son musical
2	Wahlziffer-Impuls Impulsion de sélection	2	Summton ausschalten Déconnecter le son musical
3	Wahlziffer-Pause	2	Summton ausschalten Déconnecter le son musical
4	Rufen (Impuls) Impulsion d'appel	3	Rufkontrolle anschalten Connecter le contrôle d'appel
5	Rufen (Pause) Pause d'appel	3	Rufkontrolle anschalten Connecter le contrôle d'appel
6	Gespräch Conversation	4A	Rufkontrolle ausschalten Déconnecter le contrôle d'appel
		4B	Verbindung A-B schalten Etablir la liaison A-B
7	B besetzt	5	Besetzzeichen anschalten
	B occupé		Connecter le signal d'occupation
8	Auslösung, wenn B besetzt war Libération, si B occupé	6	Besetzzeichen ausschalten Déconnecter le signal d'occupation
9	Auslösung, wenn Gespräch zustande kam Libération à la fin de la conversation	7	Verbindung A-B trennen
			Interrompre la liaison A-B
10 = 9	Auslösung während Ruf Libération pendant l'appel	8	Rufkontrolle abschalten
			Déconnecter le contrôle d'appel
11 = 8	Auslösung vor der Wahl Libération avant la sélection	2	Summton ausschalten Déconnecter le son musical

– Possibilité d'occuper, lire ou effacer n'importe quelle cellule de la mémoire de commutation partir du téléimprimeur.

Les *programmes de service* ont pu dans le cas particulier être conçus de façon plus complète. Ils sont à même de fournir les renseignements suivants:

- Indication de la ligne pour laquelle les impulsions de sélection ne sont pas dans les tolérances
- Fourniture d'informations pour une statistique simplifiée du trafic (après activation à partir du téléimprimeur, le début et la fin de chaque conversation est indiqué en permanence)
- Indication de toutes les liaisons en cours sur simple demande par pression sur un bouton.

Etant donné l'importance sensiblement réduite de la partie cyclique il a été possible, avec ce programme, d'améliorer dans une grande mesure la possibilité de communications dans les deux sens entre l'opérateur et le dispositif de commande, ce qui augmente l'intérêt de ce modèle de démonstration.

5. Test de l'installation

5.1 Appareils d'essai

Pour le test en laboratoire du programme de commutation en tandem il fallait remplacer les équipements des centraux extérieurs par des appareils d'essai. La simulation des signaux de ligne fut réalisée à l'aide de deux générateurs de signaux programmables, construits également par la maison Telettra, à la demande de l'entreprise des PTT. La surveillance des lignes de sortie est assurée par un dispositif spécial, qui, après réception d'une impulsion d'occupation, connecte la ligne considérée à un équipement de sortie déterminé et assure l'indication optique de l'état correspondant. Tous les processus de signalisation sont contrôlés par enregistrement sur un oscillographe à rayons ultraviolets. Le schéma de principe du dispositif d'essai est reproduit à la *figure 8*.

5.2 Test du programme de commutation en tandem

Une première question se pose, comment doit-on envisager le test du programme?

Il s'agit tout d'abord de se rappeler, à titre de comparaison, quelles sont les conditions rencontrées lors du test d'un programme de calcul normal, lequel fait souvent appel à une langue plus évoluée, et doit permettre la résolution de problèmes numériques. Dans ce cas, l'ordinateur tire certains résultats des informations reçues. Les valeurs d'entrée et de sortie sont disponibles sous forme écrite, et tous les résultats du test peuvent être également couchés sur papier. Dans les cas les plus simples il est même possible de refaire les calculs pour certaines combinaisons de chiffres

5. Test der Anlage

5.1 Zusätzliche Prüfgeräte

Zum Laboratoriumstest des Tandemprogramms müssen die aussenliegenden Zentralen des Netzes durch Prüfapparate ersetzt werden. Für die Simulation der Leitungssignale wurden zwei ebenfalls von der Firma Telettra im Auftrag der PTT gebaute, universell programmierbare Signalgeneratoren verwendet. Zur Überwachung der abgehenden Leitungen dienen die Leitungsabtaster, die auf einen Belegungsimpuls hin die betreffende Leitung auf einen festen Ausgang durchschalten und zudem optisch anzeigen. Alle Signalisationsvorgänge werden mit einem 12-Kanal-UV-Schreiber kontrolliert. Für die gesamte Prüfeinrichtung ergibt sich das Blockschaltbild *Figur 8*.

5.2 Test des Tandemprogrammes

Wie hat man sich den Programmtest vorzustellen?

Vergegenwärtigen wir uns zum Vergleich die Verhältnisse, die sich beim Prüfen eines normalen Rechenprogrammes ergeben, das in einer höheren Programmiersprache abgefasst ist und zum Beispiel eine numerische Aufgabe lösen soll. In diesem Fall ermittelt der Rechner aus den eingegebenen Daten bestimmte Resultate. Ein- und Ausgabewerte liegen auf dem Papier fest, die ganze Prüfung kann ebenfalls auf dem Papier erfolgen, in einfacheren Fällen kann man die Rechnung für gewisse Zahlenkombinationen nachrechnen oder zumindest abschätzen. Das Programm braucht zu seiner Ausführung eine gewisse Zeit und ist fertig, wenn die Resultate vorliegen.

Bei einem Echtzeitprogramm, wie in unserem Fall, ist die Situation grundsätzlich anders. Der wichtigste Teil der Ein- und Ausgabedaten kann nicht in numerischer Form dargestellt werden. Das Programm ist nie fertig, es erzielt keine endgültigen Resultate, sondern verarbeitet laufend die Eingangsdaten. Als weitere Erschwerung kommt hinzu, dass das Programm, wenn es in einer sogenannten Assembler-sprache abgefasst ist, beim Vorhandensein von Fehlern sich selber verändern kann. Falls diese Veränderungen das Programm aus seinem normalen Ablauf herausführen, so kann man von einer eigentlichen *Selbstzerstörung des Programmes* sprechen.

Der Testablauf ging im Prinzip in zwei Phasen vor sich. Zuerst wurden die einzelnen Programmstücke für sich rein logisch geprüft. Anschliessend folgten die Versuche im Echtzeit-Betrieb, wobei stufenweise immer neue Routinen einbezogen wurden. Mit Hilfe der Signalgeneratoren wurden alle vorgesehenen Vermittlungsfälle nachgebildet und damit die beschriebenen 49 Zustände geprüft. Programmfehler mussten im allgemeinen sofort korrigiert werden, da sonst der Test nicht weitergeführt werden konnte. Dies geschah in unserem Fall mit Korrektur-Lochstreifen, die im Kern-

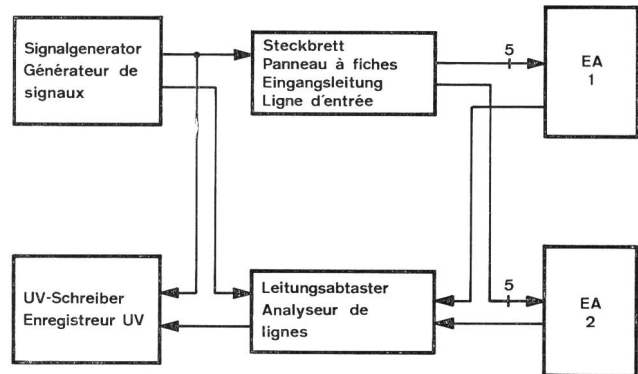


Fig. 8
Blockschema der Prüfeinrichtung
Schéma de principe du dispositif d'essai

ou d'en évaluer l'ordre de grandeur. L'exécution du programme exige naturellement un certain temps, mais une fois les résultats obtenus, les travaux sont terminés.

Pour un programme en temps réel, comme nous utilisons dans le cas qui nous occupe, la situation est foncièrement différente. La partie la plus importante des données d'entrée et de sortie ne peut pas être représentée sous forme numérique. Le programme n'est jamais terminé. Il n'obtient pas de résultats définitifs mais doit traiter en permanence les informations reçues à l'entrée de l'ordinateur. Une difficulté supplémentaire apparaît du fait que le programme est établi en langage assembleur, et que la présence d'erreurs peut entraîner la modification. Si ces modifications sont telles qu'elles conduisent à un déroulement anormal des opérations, on peut parler alors d'une *autodestruction du programme*.

Le test a été réalisé en principe en deux phases. Les parties élémentaires du programme ont tout d'abord été examinées de leur point de vue logique. Des essais d'exploitation en temps réel ont ensuite été faits, en introduisant successivement de nouvelles routines. Tous les cas de commutation ont été simulés à l'aide des générateurs de signaux, ce qui permit de tester les 49 états déjà décrits. Les erreurs de programme devaient être en général corrigées immédiatement, faute de quoi le test n'aurait pas pu se poursuivre. Les modifications nécessaires ont été réalisées à l'aide de bandes perforées permettant d'introduire les corrections dans la mémoire à tores magnétiques. Parallèlement à cette mesure, il a fallu aussi modifier la documentation du programme.

5.3 Test du programme de commutation d'abonnés

Le test du programme de commutation d'abonnés n'a pas nécessité l'emploi de dispositifs d'essai particuliers. En effet, toutes les fonctions importantes pouvaient être vérifiées à partir des postes d'abonnés ou du téléimprimeur.

speicher den alten Inhalt überschrieben. Parallel dazu musste natürlich die Programmdokumentation nachgeführt werden.

5.3 Test des Teilnehmerprogrammes

Für das Teilnehmerprogramm waren, im Gegensatz zum Tandemprogramm, keine besonderen Prüfeinrichtungen nötig, da alle wichtigen Funktionen direkt von den Teilnehmerstationen beziehungsweise vom Fernschreiber her geprüft werden konnten. Auch eine Auswertung von Impulsdigrammen erübrigte sich, da alle ausgesendeten Signale akustisch (Ruf, Signaltöne) oder optisch kontrollierbar waren (Stellungen der Relais im Anschaltensatz). Aus diesem Grund war die ganze Prüfprozedur von vornherein einfacher.

6. Probleme

Wegen der Heterogenität der verwendeten Ausrüstungen traten einige besondere Probleme auf, die der Vollständigkeit halber noch kurz skizziert werden sollen. Es ist klar, dass diese Probleme nicht grundsätzlicher Art sind und bei einem Aufbau von weiteren Vermittlungsstellen gelöst werden können.

6.1 Das Problem der Synchronisation

Bei der Methode der Blocksynchronisation [6], die auf den vorliegenden Vielfachleitungen in Form der Überraschungssynchronisation angewendet wird, stellen sich zwei Probleme:

1. Wie oft darf das Synchronsignal verfälscht ankommen, bevor ein neuer Suchlauf eingeleitet wird?
2. Welche Massnahmen sind zu treffen, wenn der Synchronismus verlorengeht?

Im Falle der Endausrüstungen und der Anpassungseinheit wurde das erste Problem so gelöst, dass nach vier verfälschten Synchronsignalen neu synchronisiert wird. Man bezeichnet diese Methode auch als Schwungradsynchronisierung.

Das vorliegende Modell der Durchschalteinheit dagegen verlangt, dass das Synchronsignal jedesmal richtig kommt. Diese Diskrepanz wirkt sich natürlich störend aus.

Das zweite Problem wurde bei den *Endausrüstungen* genau studiert. In erster Linie wird ein optischer Alarm erzeugt, nach einigen Sekunden aber automatisch auf sämtlichen abgehenden Signalisationsdrähten ein Auslösesignal erzeugt. Dieses Verhalten ist sinnvoll, wenn Zentralenausrüstungen oder andere Übertragungssysteme angeschlossen sind.

Die *Anpassungseinheit* erzeugt bei Synchronisationsverlust ebenfalls einen optischen Alarm, der nach 10 s an die allgemeine Alarmübertragung weitergeleitet wird. Der Rechner wird durch einen Programmunterbruch informiert

Il n'a pas été nécessaire non plus de relever les diagrammes d'impulsions, tous les signaux pouvant être contrôlés acoustiquement (appel, tonalité de signalisation) ou optiquement (position des relais dans le dispositif de connexion). Le test de ce programme en était d'autant plus simple.

6. Problèmes à résoudre

Etant donné le caractère hétérogène des dispositifs utilisés, certains problèmes particuliers se sont fait jour, que, pour être complets, nous esquissons ci-après. Il est clair que ces problèmes ne touchent pas des questions de principe, et qu'ils pourraient être résolus lors de la construction d'autres dispositifs de commutation.

6.1 Le problème de la synchronisation

La méthode de synchronisation par blocs [6], qui est utilisée sous forme de la synchronisation des multi-frames représentant l'information en provenance des lignes multiples, pose deux problèmes:

1. Quel est le nombre de signaux de synchronisation entaché d'erreurs que l'on peut recevoir avant de déclencher une routine de recherche?
2. Quelles sont les mesures à prendre en cas de désynchronisation?

En ce qui concerne les équipements terminaux et l'unité d'adaptation, le premier problème a été résolu de façon qu'une nouvelle synchronisation soit provoquée après la réception de 4 signaux de synchronisation erronés. Cette méthode est désignée aussi par synchronisation à volant d'inertie.

Le prototype d'unité de connexion réalisé exige par contre que le signal de synchronisation soit reçu chaque fois sans erreur. Cette disparité conduit naturellement à des difficultés.

Le deuxième problème a été étudié en détail pour les *équipements terminaux*. En cas d'erreurs dans la synchronisation, une alarme optique est tout d'abord déclenchée, qui engendre automatiquement, après quelques secondes, l'envoi d'un signal de déclenchement sur tous les conducteurs de signalisation. Cette façon de procéder se justifie lorsque des équipements de centraux ou d'autres systèmes de transmission sont raccordés aux lignes.

En cas de désynchronisation, l'unité d'adaptation déclenche également une alarme optique, qui est transmise après 10 s au dispositif d'alarme général. Le processeur est informé de la situation par le biais d'une interruption de programme (tableau V). Le caractère des mesures à prendre par la suite est fixé dans la programmation. Il serait naturellement préférable d'empêcher le transfert d'informations au processeur par l'émission d'un signal 0 par exemple.

(Tabelle V), womit die weiteren Aktionen der Programmierung überlassen werden. Es wäre aber besser, wenn der Datentransfer zum Rechner auch gesperrt würde, indem zum Beispiel nur noch ein Nullsignal transferiert wird.

Bei der *Durchschalteinheit* wurde das zweite Problem am wenigsten studiert. Unabhängig vom Synchronisationszustand wird hier Information in den Sprachspeicher eingeschrieben und weiter vermittelt. Dies ist aber nicht zulässig, weil die Steuerung das Signal in jedem Fall verarbeitet und dadurch unter Umständen falsche Entscheidungen trifft. Die Schaltung wurde so modifiziert, dass nur noch das Nullsignal weitergegeben wird.

6.2 Der asynchrone Betrieb

Die Durchschalteinheit ist prinzipiell nicht darauf angewiesen, dass die angeschlossenen Systeme synchronisiert sind. Es ergaben sich aber Schwierigkeiten dadurch, dass für die Signalisation zwei Zeitschlitze verwendet werden, gemäss Tabelle II. Die Steuerung wurde so ausgeführt, dass sie beispielsweise die Signalisationskanäle 1...8 in einem

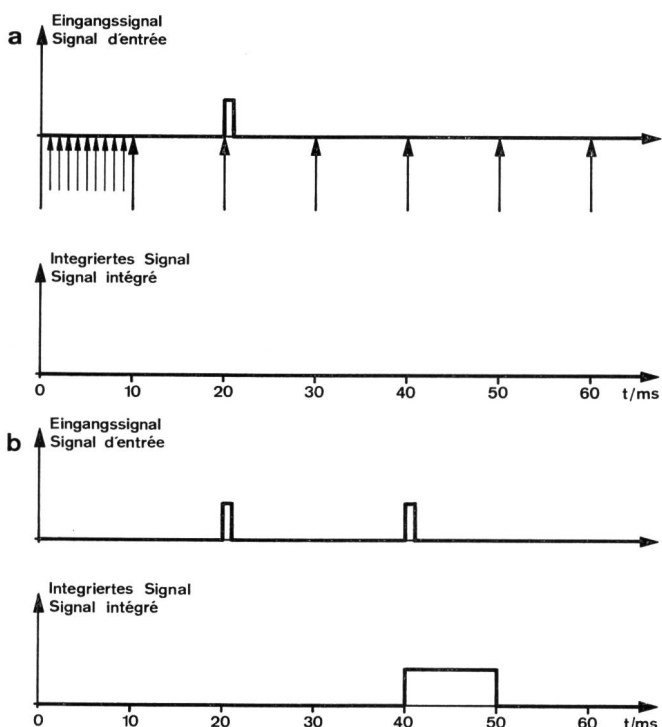


Fig. 9 Verhalten der programmässigen Integration beim Vorliegen von Störungen

- a) Ein einzelner falscher Impuls wird unterdrückt
- b) Zwei isolierte falsche Impulse im Abstand von 20 ms verursachen eine Störung

Comportement de l'intégration selon le programme, en cas de dérangements

- a) Une seule impulsion erronée est supprimée
- b) Deux impulsions erronées isolées distantes de 20 ms provoquent un dérangement

Eu ce qui concerne l'*unité de connexion*, le deuxième problème n'a pas pu être examiné d'une façon aussi détaillée. Dans ce cas, l'information est emmagasinée dans la mémoire de langage, indépendamment de l'état de synchronisation, et transmise plus loin. Cette situation est cependant inacceptable, étant donné que le dispositif de commande traite le signal dans chaque cas et pourrait de ce fait être amené à prendre des décisions erronées. C'est pourquoi le circuit a été modifié de façon que seul un signal 0 soit transmis.

6.2 Exploitation asynchrone

La conception de l'unité de connexion est en principe telle qu'il n'est pas nécessaire que les systèmes qui lui sont raccordés soient synchronisés. Des difficultés sont cependant apparues par le fait que la signalisation nécessitait l'utilisation de deux canaux conformément aux indications du tableau II. Le système de commande a été réalisé de façon que les canaux de signalisation 1...8, par exemple, puissent être traités en une opération. En exploitation asynchrone il devient alors possible que, à certains moments, dans l'unité de connexion, le bloc 32 soit enregistré pour une durée supérieure à une trame par rapport au bloc 31. Cela conduit, pour le principe utilisé, à des dérangements de signalisation. Pour être correct, il faudrait que les deux canaux puissent être traités de façon entièrement indépendante.

6.3 Comportement du système en cas de dérangements

Alors que, pour les échanges avec l'unité de connexion, un système de contrôle relativement compliqué permet une commande sûre même en cas d'apparition sporadique d'erreurs, il n'en n'est pas de même pour la transmission de la signalisation. En introduisant l'intégration des signaux (voir 4.1), on a bien essayé d'éliminer de tels dérangements, mais l'effet de cette mesure n'est que limité. La figure 9 montre de quelle façon deux impulsions parasites isolées peuvent malgré tout simuler la présence d'une impulsion de 10 ms. Comme dans les deux programmes on ne s'attend pas à de telles impulsions, il peut s'ensuivre des décisions erronées.

Le programme dut être protégé contre une surcharge venant de l'extérieur, par l'introduction de nombreuses sécurités. Au début des essais les pointes de trafic ne pouvaient être refusées et conduisaient à la destruction du programme, qui essayait par tous les moyens, mais en pure perte, d'effectuer toutes les opérations dans le temps qui lui était imparti. Il est clair qu'il est impossible, dès le début, de tenir compte de tous les cas spéciaux pouvant se présenter. La commande programmée permet, de par sa nature, de faire par la suite les corrections nécessaires. Il ne faut cependant pas perdre de vue l'importance des travaux que cela entraîne.

Arbeitsgang behandelt. Im asynchronen Betrieb ist es nun möglich, dass zu gewissen Zeiten in der Durchschalteinheit der Zeitschlitz 32 um eine Rahmenzeit länger gespeichert wird als der benachbarte Zeitschlitz 31. Dies führt bei dem angewendeten Prinzip zu Signalisationsstörungen. Korrekterweise müssten die beiden Zeitschlitzzeilen ganz unabhängig voneinander behandelt werden.

6.3 Das Verhalten des Systems beim Vorliegen von Störungen

Während im Verkehr mit der Durchschalteinheit ein verhältnismässig aufwendiges Rückmeldungssystem eine sichere Steuerung auch bei sporadisch auftretenden Fehlern gestattet, ist dies bei der Signalisationsübertragung nicht der Fall. Zwar wurde mit der Integration (siehe 4.1) versucht, solche Störungen auszuschliessen, doch ist dies nur begrenzt wirksam. *Figur 9* zeigt, wie zwei isolierte Störimpulse trotzdem einen Impuls von 10 ms Länge vortäuschen können. Da mit solchen Impulsen in beiden Programmen nicht gerechnet wird, können dadurch falsche Entscheidungen getroffen werden.

Das Programm selbst musste durch den Einbau zahlreicher Sicherungen gegen Überlastung von aussen geschützt werden. Anfänglich konnten Spitzenbelastungen nicht abgewiesen werden und führten zu einer Zerstörung des Programmes, das sich vergeblich bemühte, alle Aufgaben in der zur Verfügung stehenden Zeit auszuführen.

Es ist klar, dass es nicht möglich ist, von Anfang an alle Spezialfälle zu berücksichtigen. Die Programmsteuerung gestattet ihrer Natur nach die spätere Korrektur, doch darf der damit verbundene Aufwand nicht unterschätzt werden.

7. Schlussfolgerungen

Mit Hilfe der beschriebenen Steuerung konnte aus den vorhandenen Ausrüstungen eine kleine PCM-Zentrale im Laboratorium aufgebaut werden (*Figur 10* zeigt eine Gesamtansicht der Anlage). Die Leistungsfähigkeit der Programmsteuerung wurde dabei unter Beweis gestellt. Interessante Probleme ergaben sich durch das Zusammenspiel eines Prozessors mit Peripheriegeräten verschiedener Geschwindigkeit. Aus dem Modell wurden vor allem die folgenden Lehren gezogen:

- Die Hardware-Ausrüstungen, die mit einer Programmsteuerung zusammenarbeiten, müssen vorher intensiv geprüft werden, damit während der Testphase die Programmfehler eindeutig als solche erkannt werden können.
- Dieses Ziel kann nur erreicht werden, wenn entsprechende Messgeräte zur Verfügung stehen. Auch sporadisch auftretende Fehler müssen von ihnen angezeigt werden.
- Das Programm muss in der nächsten Stufe gegen Fehler in den von aussen angelieferten Signalen geschützt werden. Weitere Sicherungen sind notwendig gegen Selbstzerstörung, Stillstand oder Verfangen in endlosen Schleifen.

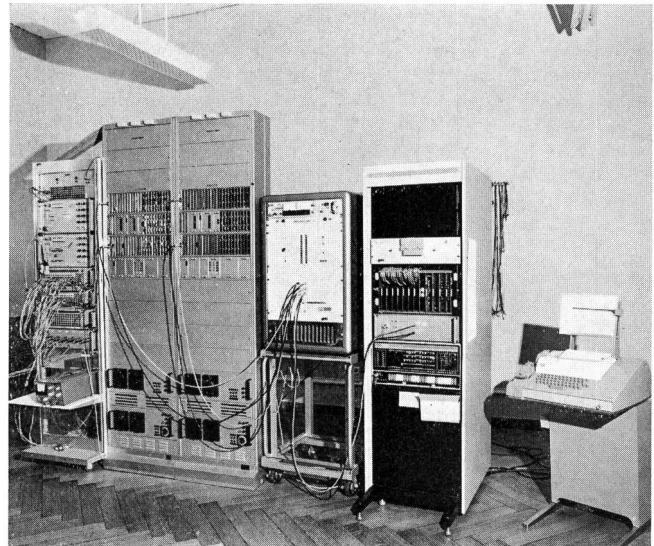


Fig. 10

Gesamtansicht des Modells

V. l. n. r. Gestell mit den Testgeräten und Anschaltesätzen für die Stationen, zwei Buchten mit Endausrüstungen, Durchschalteinheit, Anpassungseinheit und Prozessor, Teletype-Fernschreiber

Vue générale du prototype. De gauche à droite:

Bâti avec les appareils d'essais et les circuits de raccordement pour les postes téléphoniques, 2 bâtis avec équipements terminaux, unité de connexion, unité d'adaptation et processeur, téléimprimeur

7. Considérations finales

Il a été possible, à l'aide de la commande décrite, de construire un petit central MIC à l'aide des équipements à disposition (la *figure 10* donne une vue d'ensemble de l'installation). L'efficacité de la commande programmée a été ainsi démontrée. L'exploitation d'un processeur avec des équipements périphériques travaillant à des vitesses différentes a posé des problèmes intéressants. De la réalisation de cette installation prototype on peut tirer les enseignements suivants:

- Tous les équipements et systèmes non programmés (Hardware), appelés à travailler avec un dispositif de commande programmée, doivent faire l'objet d'études approfondies afin que, pendant la période de test, les erreurs de programme puissent être reconnues comme telles sans équivoque.
- Ce but ne peut être atteint que si l'on dispose des appareils de mesure nécessaires. Des erreurs apparaissant sporadiquement doivent être reconnues et affichées.
- Le programme est à protéger en second lieu contre les erreurs contenues dans les signaux livrés de l'extérieur. D'autres sécurités sont nécessaires pour empêcher l'autodestruction, l'arrêt intempestif du déroulement ou le passage dans un cycle de travail sans fin.

Literaturverzeichnis

- [1] *Ammann Ed.* PCM-Endausrüstungen für Telephonie. Hasler Mitteilungen 25, (1966), Nr. 2, S. 43...52.
- [2] *Neu W., Kündig A.* Switching, Synchronizing and Signalling in PCM-Exchanges. Colloque de Commutation électronique Paris, 28 mars-2 avril 1966.
- [3] *Schellenberg A., Metzger R., Müller H.* Integrierte PCM-Nachrichtennetze. Technische Rundschau 61 (1969), Nrn. 7 und 10.
- [4] Digital Equipment Corporation: Small computer handbook 1968.
- [5] *Kündig A.* Digitale Telephonie. Artikelserie in Technische Rundschau. Beginnend in Nr. 7, 1969; im besonderen: Vermittlungstechnik Nr. 6, 1970.
- [6] *Häberle H.* Die Blocksynchronisation bei PCM-Systemen; El. Nachrichtenwesen 44 (1969), Nr. 4, S. 316...325.

Bibliographie

- [1] *Ammann Ed.* PCM-Endausrüstungen für Telephonie. Hasler Mitteilungen 25 (1966) Nr. 2, S. 43 . . . 52.
- [2] *Neu W., Kündig A.* Switching, Synchronizing and Signalling in PCM-Exchanges. Colloque de Commutation électronique Paris, 28 mars au 2 avril 1966.
- [3] *Schellenberg A., Metzger R., Müller H.* Integrierte PCM-Nachrichtennetze. Technische Rundschau. 61 (1969) Nr. 7 und 10.
- [4] *Digital Equipment Corporation:* Small computer handbook 1968.
- [5] *Kündig A.* Digitale Telephonie. Série d'articles parus dans la Technische Rundschau, à partir du No 7 (1969); et en particulier Vermittlungstechnik Nr. 6, 1970.
- [6] *Häberle H.* Die Blocksynchronisation bei PCM-Systemen; El. Nachrichtenwesen 44 (1969) Nr. 4, S. 316 . . . 325.

Literatur – Bibliographie – Recensionen

Lummer H. Reparaturtechnik für gedruckte Schaltungen. = Franzis-Service-Werkstattbuch. München, Franzis-Verlag, 1970. 148 S., 65 Abb., 3 Tabellen. Preis DM 19.80.

Durch die Einführung und Verwendung gedruckter Schaltungen, hauptsächlich bei der Massenproduktion elektronischer Geräte (Radio, Fernsehen, usw.), haben sich auch die Servicestellen darum bemühen müssen, ihre Reparatur-Methoden und -Gewohnheiten zu überprüfen. Dem Servicetechniker blieb es nicht erspart, sich in verhältnismässig kurzer Zeit mit dem Umgang und den Herstellungsverfahren dieser neuen Schaltungstechnik vertraut zu machen und die neuen, auf dem Markt angebotenen Reparatur-Hilfsmittel auf ihre Eignung zu prüfen. Der Verfasser hat viele praktische Erfahrungen gesammelt und gibt sie hier weiter.

Es würde zu weit führen, auf Einzelheiten einzugehen. Im ersten Teil vermittelt dieses Buch einen Einblick in die Herstellung verschiedener Arten von gedruckten Schaltungen. Die den Praktiker interessierenden Fragen werden mit Hilfe von Zeichnungen und Bildern erläutert. Der zweite Teil gilt den Arbeiten an den Leiterplatten, dem Umgang mit verschiedenen Bauelementen (z. B. neuen Bauelementen der Halbleitertechnik), der Anwendung von Hilfsmitteln (mit ihren Vor- und Nachteilen) bei der

Fehlerbehebung. Besonderes Augenmerk richtete der Verfasser auf das geschickte und logische Vorgehen bei der Fehlersuche. Die behandelten Themen sind teils illustriert. Interessant sind auch die bildlich dargestellten Fehlerquellen und ausgeführten Reparaturarbeiten.

Dieses Buch für Servicestellen vermag dem Leser für seine tägliche Arbeit wertvolle Hinweise zu geben, die er nutzbringend anwenden kann. *H. Buser*

Richter H. Praxis der integrierten Schaltungen. Aufbau, Wirkungsweise und Anwendung integrierter Analog- und Digitalbausteine. Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung, 1970. 220 S., 163 Abb. Preis DM 24.—.

Die integrierte Schaltung ist trotz der bisher erreichten Vorteile nicht das Ende einer Entwicklung.

Nicht alle technisch interessierten Leser und Praktiker haben bis heute die Möglichkeit gehabt, sich eingehend mit dieser neuen Technik bekanntzumachen. Im vorliegenden Buch versucht der Verfasser den Lesern einen Einblick in diese Technik zu vermitteln.

Im ersten Kapitel werden grundlegende Fragen behandelt. Daraus ist zu entneh-

men, wo heute integrierte Schaltungen Anwendung finden und welche Vorteile sie besitzen. Im zweiten Kapitel werden der geschichtliche Werdegang und die Herstellungsverfahren gestreift, um anschliessend die drei Hauptgruppen (Dickfilmschaltungen, Dünnschichtschaltungen und die monolithisch-integrierten Schaltungen) näher zu beleuchten. Die beiden nächsten Kapitel können als kleines Praktikum bezeichnet werden, mit Anweisungen, Ratsschlägen und Winken für den Umgang mit integrierten Schaltungen, ferner Erläuterungen über elektrische Eigenschaften monolithisch-integrierter Schaltungen. Als ein Universalbaustein wird im fünften Kapitel der Operationsverstärker vorgestellt. Ausser dem (ursprünglichen) Einsatz in der Analog-Rechentechnik wird auch gezeigt, wie er in der Regel- und Steuertechnik, in der Digitaltechnik und als Gleichstromverstärker Verwendung findet. Drei weitere Kapitel enthalten Zusammenfassungen verschiedener interessanter Schaltungen, alle ausgeführt mit Analog- und Digitalbausteinen. Es handelt sich hier um dimensionierte und erprobte Schaltungsbeispiele, die sich für den Nachbau gut eignen.

Von besonderem Interesse, vorab für den Bastler, dürfte das Schlusskapitel mit Anwendungen integrierter Analogschaltungen in der Unterhaltungselektronik sein. *H. Buser*