

**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:** 53 (1975)

**Heft:** 4

**Artikel:** Entwicklung eines Datenmultiplexes für PCM-Übertragungssysteme = Développement d'un multiplexeur de données pour systèmes de transmission MIC

**Autor:** Baumann, Andreas / Neu, Walter / Schenk, Willy

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875593>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.11.2024

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

# Entwicklung eines Datenmultiplexers für PCM-Übertragungssysteme

## Développement d'un multiplexeur de données pour systèmes de transmission MIC

Andreas BAUMANN, Walter NEU, Bern,  
Willy SCHENK, Hombrechtikon

621.376.56:621.376.6:621.395.46:681.327.8

*Zusammenfassung. Es wird die Entwicklung eines Datenmultiplexers für PCM-Übertragungssysteme beschrieben, der die Zusammenfassung von 48, 64 und 128 kbit/s-Kanälen in ein Multiplex von 2,048 Mbit/s gestattet. Der Multiplexer eignet sich sowohl als autonomes Gerät wie auch für den Einsatz als sogenannte Leitungszugangsschaltung, die das Ein- und Auskoppeln von Datenkanälen aus 2,048-Mbit/s-Leitungen erlaubt. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit kann ein Zweiebenenbetrieb verwirklicht werden.*

*Résumé. L'article décrit un multiplexeur de données pour systèmes de transmission MIC permettant de transposer en un multiplex de 2,048 Mbits/s des canaux de 48, 64 et 128 kbits/s. Le multiplexeur peut être utilisé aussi bien comme équipement autonome que comme circuit d'accès aux lignes autorisant l'insertion de canaux de données dans un circuit à 2,048 Mbits/s ou leur extraction. En vue d'améliorer la fiabilité, il est possible de réaliser une exploitation sur deux plans.*

### Sviluppo d'un apparecchio di trasmissione multiplex di dati nei sistemi PCM

*Riassunto. È descritto un apparecchio di trasmissione multiplex di dati per i sistemi PCM, che permette di raggruppare i canali a 48, 64 e 128 kbits/s in un multiplex di 2,048 Mbit/s. L'apparecchio multiplex si presta sia quale apparecchio autonomo, sia quale circuito intercalato su tracciati di linee, che permettono l'accoppiamento e il disaccoppiamento di canali per dati risultanti da circuiti a 2,048 Mbit/s. Al fine di aumentare l'affidamento nell'esercizio, è possibile realizzare un esercizio su due livelli.*

## 1 Einleitung

Im Rahmen der Arbeitsgruppe «Digitale Teilnehmereinrichtungen» entwickeln die Firmen *Gfeller AG* und *Zellweger AG* Datenmultiplexer für die Stufe A (2048/64 kbit/s) und B (64/9,6, 2,4, 0,6 kbit/s). Ein erstes Funktionsmuster eines Multiplexers A konnte Anfang 1974 fertiggestellt und vorgeführt werden. Bei diesem ging es weniger darum, ein fertiges Gerät zu entwickeln, als die Grundlagen dieser neuen Technik zu studieren. Die Bauweise entspricht deshalb noch nicht der endgültigen Lösung, und der Multiplexer ist nur teilweise mit Kanaleinschüben bestückt worden.

## 2 Einsatz des Multiplexers

Der Datenmultiplexer der Stufe A entspricht dem PTT-Pflichtenheftentwurf für die Entwicklung von Ausrüstungen für die Übertragung von Daten auf 2,048-Mbit/s-PCM-Leitungen nach CEPT<sup>1</sup>-Spezifikationen. Auf der PCM-Leitung werden die Daten mit einer Rate von 2,048 Mbit/s, in 32 Kanäle zu 64 kbit/s aufgeteilt, übertragen. 30 Kanäle stehen für die Datenübertragung zur Verfügung, 2 Kanäle sind für Signalisation und Synchronisation reserviert. Über den Multiplexer A können verschiedene Datenströme an eine solche PCM-Leitung angeschlossen werden (Fig. 1)

- digitale Teilnehmerstationen für Einfach- oder Doppelkanalbetrieb (für erhöhte Qualität der Verbindung mit 8 kHz Bandbreite, beispielsweise für Sprachkonversation mit Lautsprechern)
- Fernschreiber
- Bildterminale
- schnelle Faksimilegeräte
- Prozessoren
- Bandgeräte.

<sup>1</sup> CEPT = Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications

## 1 Introduction

Un groupe de travail «équipements numériques d'abonnés» comprenant les établissements *Gfeller SA* et *Zellweger SA* s'emploie à mettre au point un multiplexeur de données pour les niveaux A (2048/64 kbits/s) et B (64/9,6, 2,4, 0,6 kbits/s). Le premier prototype d'un multiplexeur A a été achevé et présenté au début de 1974. Il s'agissait moins, en l'occurrence, de développer un modèle de série que d'étudier les principes de cette nouvelle technique. De ce fait, le mode de construction n'est pas encore définitif et le multiplexeur n'a été équipé que partiellement de cartes de voies enfichables.

## 2 Emploi du multiplexeur

Le multiplexeur de données de l'échelon A répond au projet du cahier des charges des PTT relatif au développement d'équipements de transmission de données sur des lignes MIC à 2,048 Mbits/s, conformes aux spécifications de la CEPT<sup>1</sup>. Sur les lignes MIC, les données sont transmises à un débit binaire de 2,048 Mbits/s, après avoir été réparties en 32 canaux à 64 kbits/s. De l'ensemble des canaux, 30 sont assignés à la transmission des données et 2 à la synchronisation et à la signalisation. Par le biais du multiplexeur A, on peut connecter plusieurs postes de données à une ligne MIC de ce genre (fig. 1), tels que:

- postes numériques d'abonnés pour exploitation simplex ou duplex (liaison de qualité supérieure, bande passante 8 kHz, par exemple pour la transmission de parole par haut-parleurs)
- téléimprimeurs
- terminaux vidéo
- dispositifs fac-similés rapides

<sup>1</sup> CEPT = Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications

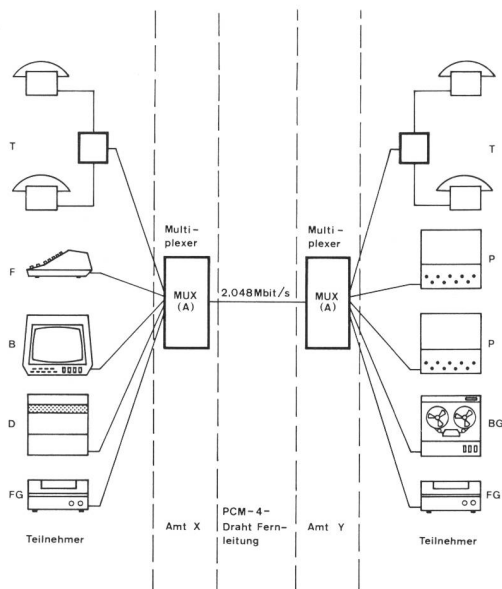


Fig. 1  
Beispiele möglicher Verbindungen – Exemples de liaisons possibles

Je nach Übertragungsmöglichkeit oder gewünschter Bitrate können die Teilnehmer über ein Modem oder über die digitale Teilnehmerleitung an den Multiplexer A angeschlossen werden

– Beim Anschluss über die digitale Teilnehmerleitung steht dem Teilnehmer die volle Bitrate eines PCM-Kanals von 64 kbit/s zur Verfügung. Für die Übertragung werden die Daten in den D-Code [1] umcodiert. Die zu übertragende Bitrate wird dadurch von 64 kbit/s auf 80 kbit/s erhöht (Fig. 2a).

– Beim Anschluss über ein Modem steht dem Teilnehmer eine Nutzbitrate von 48 kbit/s zur Verfügung. Im Multiplexer wird dieser Datenstrom mit Synchronisations- und Signalisationsinformation auf 64 kbit/s für die Übertragung im PCM-Fernnetz erweitert (Fig. 2b).

Es ist möglich, einen Doppelkanal – also 128 kbit/s – auf derselben Leitung zu übertragen. Durch die Codewandlung erhöht sich diese Bitrate für die Übertragung auf 160 kbit/s.

Der verwendete D-Code ist ein zweiwertiger, gleichstromarmer Code, der genügend Taktinformation für die Synchronisation der Übertragungsgeräte beim Teilnehmer enthält.

Laufende Studien sollen zeigen, ob an dessen Stelle eine andere Codierungsart für die 64-kbit/s-Teilnehmerleitung treten soll, beispielsweise die Dipulsübertragung mit einer Bruttobitrate von 160 kbit/s.

An den Multiplexer A kann direkt oder über die digitale Teilnehmerleitung ein weiterer Multiplexer angeschlossen werden. Dieser Multiplexer B fasst Teilnehmerkanäle kleinerer Bitrate (vorgesehen sind 0,6, 2,4 und 9,6 kbit/s) zu einem einzelnen oder doppelten PCM-Kanal von 64 beziehungsweise 128 kbit/s zusammen. Der Multiplexer B steht gegenwärtig in Entwicklung und wird in einem späteren Artikel beschrieben.

Die Daten-Multiplexer dienen also der optimalen Zusammenfassung von Datensignalen verschiedenster Bitraten zur Vielfachausnutzung der ohnehin immer zu knappen Zahl verfügbarer Übertragungsleitungen, dies besonders im Blick auf die aufgrund verschiedener Studien zu erwartenden Datenverkehrszunahme von jährlich über 20% in den nächsten Jahren.

- processeurs
- magnétophones.

Suivant les possibilités de transmission ou le débit binaire souhaité, les abonnés peuvent être raccordés au multiplexeur A par l'intermédiaire d'un modem ou d'une ligne numérique d'abonné:

- L'abonné raccordé par l'intermédiaire d'une ligne numérique peut disposer du débit binaire intégral d'un canal MIC à 64 kbits/s. Pour la transmission, les données sont traduites en code D [1]. Le débit binaire passe de ce fait de 64 kbits/s à 80 kbits/s (fig. 2a).
- L'abonné raccordé par l'entremise d'un modem, peut utiliser un débit binaire de 48 kbits/s. Au niveau du multiplexeur, on adjoint à ce flux de données des informations de synchronisation et de signalisation, ce qui porte le débit à 64 kbits/s pour la transmission sur le réseau MIC interurbain (fig. 2b).

Il est possible de transmettre un canal double – c'est-à-dire à 128 kbits/s – sur une seule et même ligne. En raison du transcodage, le débit binaire à la transmission passe à 160 kbits/s.

Le code D utilisé est un code bivalent, pauvre en courant continu, contenant suffisamment d'informations d'horloge pour permettre la synchronisation des équipements de transmission de l'abonné.

Les études en cours montreront si ce code doit être remplacé par un autre mode de codage pour la ligne d'abonné à 64 kbits/s, par exemple par une transmission en impulsions doubles, dont le débit binaire brut s'élève à 160 kbits/s.

Un autre multiplexeur peut être raccordé au multiplexeur A, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une ligne numérique d'abonné. Ce multiplexeur B combine les canaux d'abonnés à faible débit binaire – 0,6, 2,4 et 9,6 kbits/s sont prévus – en un canal MIC simple ou double à 64 ou 128 kbits/s. A l'heure actuelle, le multiplexeur B est en cours de développement et fera l'objet d'un article qui paraîtra à une date ultérieure.

En transposant de manière optimale les informations à débits binaires très divers, les multiplexeurs de données permettent d'utiliser en multiple les lignes de transmission dont le nombre est toujours insuffisant. Cette possibilité revêt une importance particulière, eu égard aux études prévoyant une augmentation annuelle du trafic de données de plus de 20% pour les années à venir.

### 3 Structure du multiplexeur A

#### 3.1 Conception de principe

Ainsi que l'illustre la figure 3, le multiplexeur A fournit les canaux à débits binaires rapides provenant des abonnés

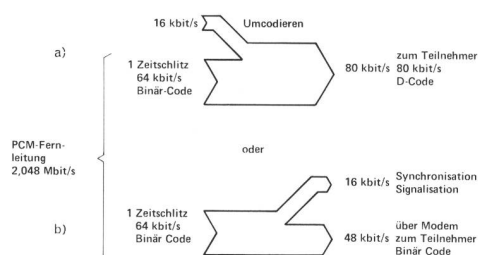


Fig. 2  
Datenfluss vom Multiplexer zum Teilnehmer – Débit de données entre le multiplexeur et l'abonné

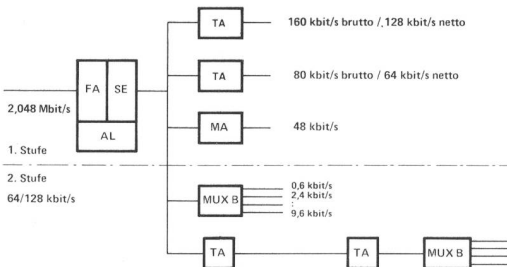


Fig. 3  
Konzept des Multiplexers A – Conception du multiplexeur A

- FA Fernleitungsadapter – Adaptateur de ligne interurbaine
- SE Multiplexer-Steuereinheit – Unité de commande du multiplexeur
- AL Alarmeinheit – Unité d'alarme
- TA Teilnehmerleitungsadapter – Adaptateur de ligne d'abonné
- MA Modem-Adapter – Adaptateur de modem
- MUX B Multiplexer B – Multiplexeur B

### 3 Aufbau des Multiplexers A

#### 31 Grundkonzept

Wie in *Figur 3* dargestellt, liefert der Multiplexer A die Kanäle mit den schnellen Teilnehmerbitraten 48, 80 und 160 kbit/s (Doppelkanal). Die zweite Stufe, der Multiplexer B, erzeugt, von 64 kbit/s (allenfalls 128 kbit/s) ausgehend, die Kanäle der langsamen Teilnehmerbitraten, wie 9,6 / 2,4 und 0,6 kbit/s. Der Multiplexer B kann aber auch als selbständige Einheit beim *Teilnehmer* eingesetzt sein und über die Teilnehmerleitung mit dem Teilnehmerleitungsadapter TA betrieben werden.

#### 32 Blockschemabeschreibung

Das Blockschema *Figur 4* gibt einen ersten Überblick über den Aufbau des Multiplexers A.

Die Funktion des Multiplexers kann anhand der *Figur 5* kurz umschrieben werden.

Von der PCM-Fernleitung (2,048 Mbit/s) gelangen die Datensignale über die Leitungsabschlussausrüstung, in der sie regeneriert werden, im HDB-3-Code auf den Fernleitungsadapter FA. Hier wird aus dem empfangenen PCM-Signal der 2,048-MHz-Takt regeneriert und die Daten vom HDB-3-Code in den Binär-Code umgewandelt. Die Steuereinheit SE erhält die Daten seriell vom Fernleitungsadapter FA. Sie gibt sie seriell auf den Binär-Empfangsbus und gleichzeitig im D-Code auf den D-Code-Empfangsbus. Alle Teilnehmereinschübe sind an diese Busleitungen angeschlossen. Ausserdem führt zu jedem Teilnehmereinschub eine separate Adressleitung, die während des zugehörigen Zeitschlitzes den entsprechenden Einschub aktiviert. Der aktivierte Teilnehmereinschub übernimmt die Daten vom Empfangsbus und gibt sie an den Teilnehmer oder das Modem weiter. Gleichzeitig werden die vom Teilnehmer oder Modem kommenden Daten auf den Sendebus gegeben. Die Steuereinheit SE übernimmt die Daten vom entsprechenden Sendebus und gibt sie binär an den Fernleitungsadapter FA weiter. Dort werden die Daten in den HDB-3-Code umgewandelt und gehen über die Leitungsabschlussausrüstung auf die Vielfachleitung.

### 4 Verschiedene Ausführungen des Multiplexers A

#### 41 Die Zusammenschaltung mehrerer Multiplexer

Mit dem Daten-Multiplexer A kann eine Verbindung im PCM-Fernleitungsnetz nach *Figur 6* aufgebaut werden. Es

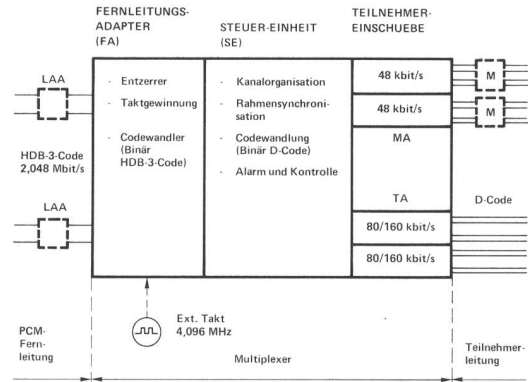


Fig. 4  
Übersichtsblockscha – Schéma de principe synoptique

- LAA Leitungsabschlussausrüstung – Equipement terminal de ligne
- M Modem – Modem
- FA Fernleitungsadapter – Adaptateur de ligne interurbaine
- MA Modem-Adapter – Adaptateur de modem
- SE Multiplexer-Steuereinheit – Unité de commande du multiplexeur
- TA Teilnehmerleitungsadapter – Adaptateur de ligne d'abonné

(48, 80 et 160 kbits/s – canal double). Le deuxième niveau, à savoir le multiplexeur B, délivre les canaux à débit binaire lent, tels que 9,6, 2,4 et 0,6 kbits/s, formés à partir de 64, voire 128 kbits/s. Toutefois, on peut aussi installer le multiplexeur B chez l'abonné, en tant qu'ensemble indépendant, et l'exploiter par le biais d'une ligne d'abonné aboutissant à la jonction TA.

#### 32 Description du schéma de principe

Le schéma de principe de la *figure 4* donne un premier aperçu synoptique de la structure du multiplexeur A, son fonctionnement étant décrit d'après la *figure 5*.

Les signaux de données acheminés par la ligne interurbaine MIC (2,048 Mbits/s) parviennent en code HDB-3 à l'adaptateur de ligne interurbaine FA par l'intermédiaire de l'équipement terminal de ligne qui les régénère. Au niveau de l'adaptateur, les signaux d'horloge à 2,048 MHz sont récupérés et les données en code HDB-3 converties en code binaire. L'unité de commande SE reçoit les données sous forme sérielle de l'adaptateur de ligne interurbaine FA et les envoie, sous forme sérielle, à la barre collectrice de réception binaire et, parallèlement, en code D à la barre collectrice de réception. Tous les modules enfichables

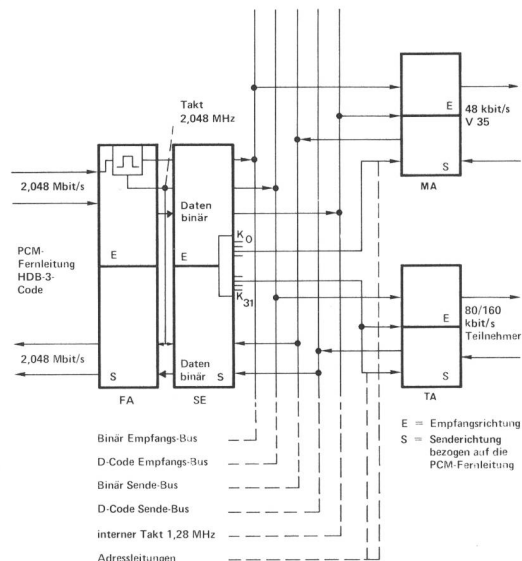


Fig. 5  
Funktion des Multiplexers A – Fonctionnement du multiplexeur A

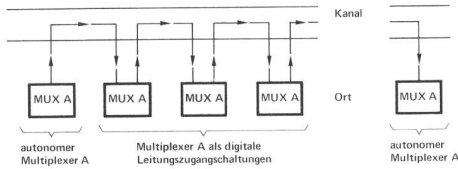


Fig. 6 Einsatzmöglichkeiten des Multiplexers A – Possibilités d'emploi du multiplexeur A

handelt sich dabei im Prinzip um eine End-zu-End-Verbindung zwischen zwei autonomen Multiplexern. Dazwischen sind beliebig viele Multiplexer A als digitale Leitungszugangsschaltungen einfügbar, bei denen Kanäle ein- beziehungsweise ausgekoppelt oder durchgeschlauft werden können.

Figur 6 zeigt, wie der gleiche Kanal mit Hilfe der digitalen Leitungszugangsschaltung für jeden Streckenabschnitt neu belegt werden kann, was eine optimale Ausnutzung der Übertragungseinrichtungen und -wege gewährleistet. Die Multiplexer werden gesamthaft synchron betrieben, indem der Takt geschlauft wird. Das Netz wird von einem Ende aus synchronisiert. Zu diesem Zweck wird ein autonomer Multiplexer von einem externen, genauen Oszillator synchronisiert (Master). Alle weiteren Multiplexer im Übertragungsweg verwenden dagegen den aus dem empfangenen Signal regenerierten Takt zum Senden (Fig. 7).

Analog können weitere Multiplexer A als digitale Leitungszugangsschaltungen eingeschlauft werden.

#### 42 Die drei Ausführungen des Multiplexers A

Die drei Varianten des Multiplexers unterscheiden sich nur in der Bestückung und Verdrahtung des Baugruppenträgers, die verwendeten Einschübe sind überall gleich.

##### 421 Autonomer Multiplexer A als Master

Bei diesem Multiplexer (Fig. 8) sind Sende- und Empfangsrichtung klar getrennt. Um die gleichen Schaltungen verwenden zu können wie in den anderen Multiplexern, wird für beide Richtungen je eine vollständige Sende-Empfangs-Einheit (FA und SE) eingesetzt. Die eine wird nur in Sende-, die andere nur in Empfangsrichtung benützt. Die in Sende- richtung betriebene Einheit wird mit dem externen Takt (4,096 MHz) synchronisiert (Masterfunktion). In der Empfangsrichtung wird der aus dem empfangenen Signal regenerierte Takt verwendet.

##### 422 Autonomer Multiplexer A

Diese Variante ist die einfachste. Der aus dem empfangenen Signal regenerierte Takt wird sowohl für die Empfangs- als auch für die Senderichtung verwendet. Die einzelnen Kanäle können wahlweise von der Empfangs- auf die Sendeseite geschlauft werden.

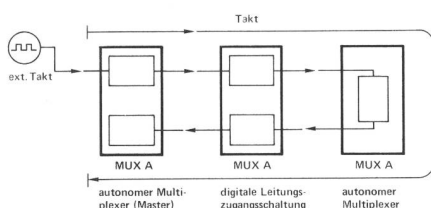


Fig. 7 Taktschleifung – Circuit de boucle des signaux d'horloge

d'abonnés sont reliés à ces lignes collectrices. Une ligne d'adressage séparée conduit en outre à chaque module d'abonné et le met en état de fonctionner durant l'intervalle de temps entrant en considération. Dès qu'il fonctionne, le module d'abonné reprend les données provenant de la barre collectrice de réception et les restitue à l'abonné ou au modem. En même temps, les données venant de l'abonné ou du modem sont transmises à la barre collectrice d'émission. L'unité de commande SE reçoit les données de la barre collectrice d'émission correspondante et les envoie sous forme binaire à l'adaptateur de ligne interurbaine FA. A ce niveau, les données sont traduites en code HDB-3 et acheminées sur la ligne en multiple par l'intermédiaire de l'équipement terminal de ligne.

## 4 Les divers modèles du multiplexeur A

### 41 Interconnexion de plusieurs multiplexeurs

Le multiplexeur de données A permet d'établir une communication dans le réseau interurbain MIC, comme le montre la figure 6. Il s'agit en principe d'une liaison de bout en bout entre deux multiplexeurs autonomes. Il est possible d'insérer un nombre quelconque de multiplexeurs A en des points intermédiaires comme circuits d'accès à la ligne, dispositifs par le truchement desquels des canaux peuvent être injectés, extraits ou connectés en boucle. On voit à la figure 6 comment le même canal peut être occupé à nouveau, sur chaque tronçon, à l'aide du circuit d'accès à la ligne, ce qui permet une utilisation optimale des équipements et des voies de transmission. L'ensemble des multiplexeurs est exploité en mode synchrone, par la mise en boucle de la fréquence d'horloge, le réseau étant synchronisé à partir de l'une des extrémités. A cet effet, un multiplexeur autonome est synchronisé par un maître oscillateur externe de haute précision. En revanche, tous les autres multiplexeurs du tronçon récupèrent la fréquence d'horloge du signal reçu, la régénèrent et l'utilisent pour l'émission (fig. 7). D'autres multiplexeurs A peuvent, par analogie, être mis en boucle comme circuits d'accès numériques à la ligne.

### 42 Les trois modèles du multiplexeur A

Les trois variantes du multiplexeur ne diffèrent que par l'équipement et le câblage du bâti recevant les modules enfichables, car ces derniers sont partout semblables.

#### 421 Multiplexeur autonome A en tant que pilote

Le sens émission et le sens réception de ce multiplexeur sont clairement séparés (fig. 8). Une unité de réception et une unité d'émission complètes (FA et SE) sont utilisées dans chaque direction pour qu'il soit possible d'employer des circuits unitaires. L'une d'elles n'est mise à contribution que dans le sens émission et l'autre que dans le sens réception. Celle qui fonctionne dans le sens émission est synchronisée par la fréquence d'horloge externe (4,096 MHz) et tient lieu de pilote. La synchronisation du côté réception se fait par récupération et régénération de la fréquence d'horloge du signal reçu.

#### 422 Le multiplexeur autonome A

Cette variante, la plus simple, consiste à récupérer et régénérer la fréquence d'horloge du signal reçu et à l'utiliser pour la synchronisation tant du côté émission que du côté réception, les divers canaux pouvant être mis en boucle dans l'un ou dans l'autre sens.

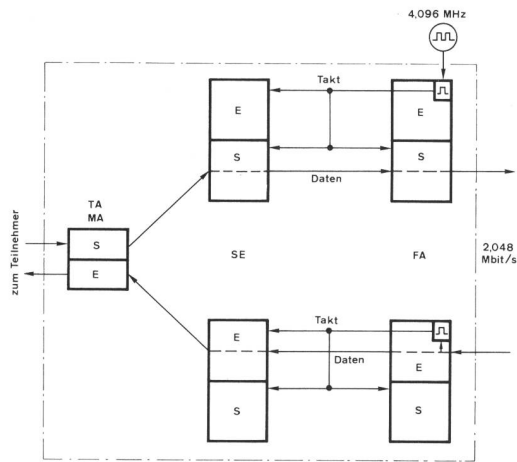


Fig. 8  
Prinzipschema autonomer MUX A als Master – Schéma de principe MUX A autonome en tant qu'unité principale (maître)

- SE Multiplexer-Steuereinheit – Unité de commande du multiplexeur
- FA Fernleitungsadapter – Adaptateur de ligne interurbaine
- TA Teilnehmerleitungsadapter – Adaptateur de ligne d'abonné
- MA Modem-Adapter – Adaptateur de modem
- E Empfangen – Réception
- S Senden – Emission

423 Multiplexer A als digitale Leitungszugangsschaltung

Diese Anordnung ermöglicht das Ein- und Auskoppeln sowie das Durchschlaufen einzelner Kanäle in beiden Richtungen (Fig. 10).

5 Zweiebenenbetrieb

Um beim Ausfall eines Multiplexers oder einer 2,048-Mbit/s-Fernleitung einen totalen Unterbruch sämtlicher Verbindungen zu vermeiden, wird das Netz auf zwei Ebenen ( $\alpha$  und  $\beta$ ) erweitert. Die Daten werden dauernd auf beiden Ebenen gesendet. Die Teilnehmerschaltung TS des Multiplexers wertet nur die Information einer Ebene aus. Bei Ausfall der Information wird automatisch auf die andere Ebene umgeschaltet. Fig. 11 zeigt die im Funktionsmuster verwirklichte Lösung.

Das Zweiebenenprinzip drängte sich aufgrund erster Zuverlässigkeitsschätzungen, besonders für den Betrieb über lange Leitungen, auf. Damit wird ein ausgewogeneres Verhältnis bezüglich der MTBF (mean time between failures = mittlere Zeit zwischen zwei Fehlern) zwischen den Multiplexern in den Endstellen einerseits und der PCM-Vielfachleitung andererseits erreicht (einschliesslich Zwischenverstärker). Auch kann eine Ebene für allfällige Reparatur- oder Servicearbeiten gesperrt werden.

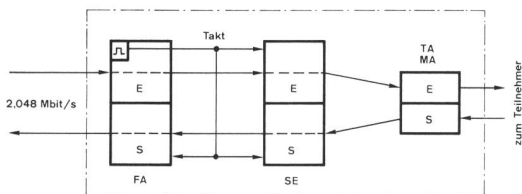


Fig. 9  
Prinzipschema autonomer MUX A – Schéma de principe MUX A autonome

- SE Multiplexer-Steuereinheit – Unité de commande du multiplexeur
- FA Fernleitungsadapter – Adaptateur de ligne interurbaine
- TA Teilnehmerleitungsadapter – Adaptateur de ligne d'abonné
- MA Modem-Adapter – Adaptateur de modem
- E Empfangen – Réception
- S Senden – Emission

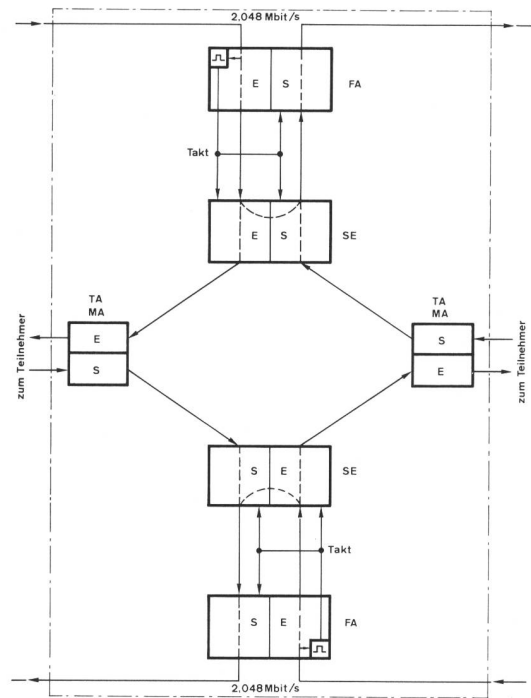


Fig. 10  
Prinzipschema MUX A als digitale Leitungszugangsschaltung – Schéma de principe MUX A en tant que circuit d'accès numérique aux lignes

423 Le multiplexeur A en tant que circuit numérique d'accès à la ligne

Ce dispositif permet d'injecter, d'extraire ou de mettre en boucle divers canaux dans les deux directions (fig. 10).

5 Exploitation sur deux plans

Afin d'éviter une interruption totale de toutes les liaisons en cas de défaillance d'un multiplexeur ou d'une ligne interurbaine à 2,048 Mbits/s, on subdivise le réseau en deux plans ( $\alpha$  et  $\beta$ ). Les données sont émises sans interruption sur les deux plans. Le circuit d'abonné TS du multiplexeur n'interprète que les informations d'un seul plan. Lorsque l'information fait défaut, une commutation instantanée sur l'autre plan intervient. La figure 11 montre la solution réalisée dans le prototype.

Le principe de l'exploitation sur deux plans s'est imposé à la suite d'études préliminaires sur la fiabilité, principalement pour le trafic acheminé sur de longs circuits. Ce principe permet d'obtenir une valeur équilibrée du coefficient MTBF (mean time between failures = temps moyen entre deux défaillances) intervenant dans le trajet multiplexeurs-terminaux, d'une part, et la ligne en multiple MIC, d'autre part (y compris les amplificateurs intermédiaires). On peut également bloquer le trafic sur l'un des plans, lors d'éventuels travaux de réparation ou de maintenance.

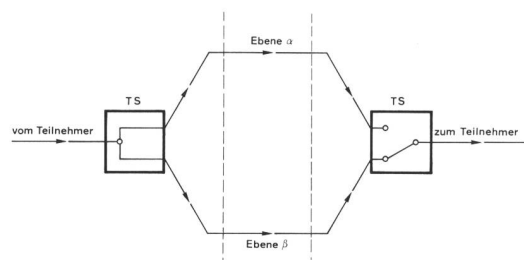


Fig. 11  
Zweiebenenbetrieb – Exploitation sur deux plans

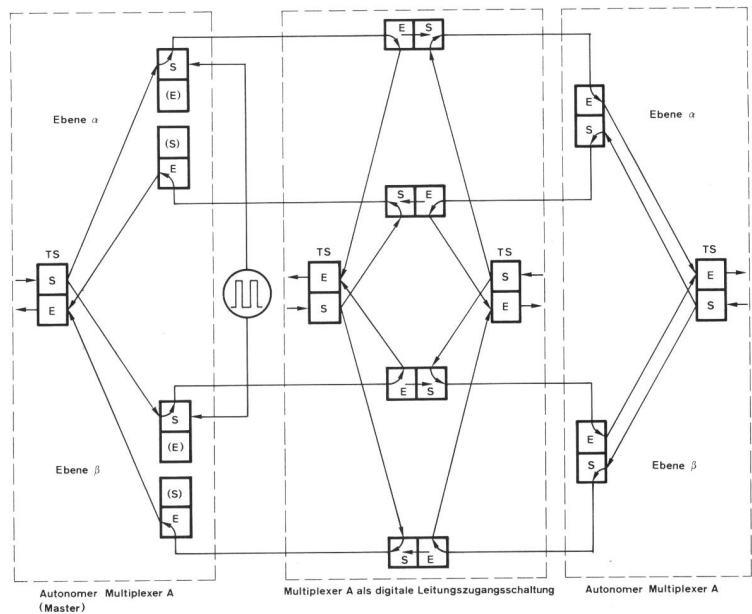


Fig. 12  
Netzaufbau mit zwei Ebenen – Structure d'un réseau à deux plans

TS Teilnehmerschaltung – Circuit d'abonné  
S Senden – Emission  
E Empfangen – Réception

Man muss sich darüber im klaren sein, dass auf der PCM-Fernleitung über einen einzigen Multiplexerstrang mit vielen Verstärkern in Kaskade gleichzeitig viele hundert Daten-einzelkanäle übertragen werden können.

Figur 12 zeigt den Zweiebenenaufbau über einen gesamten Streckenabschnitt. Daraus ist ersichtlich, dass das Mehrebenenprinzip einen entsprechend grossen Apparate- und Leitungsaufwand erfordert. Betriebliche Aspekte und die künftigen Betriebserfahrungen werden zeigen, ob sich der Mehrebenenbetrieb rechtfertigt.

Die eine Möglichkeit eines individuellen Ein- oder Zweiebenenbetriebes, jedoch mit einigen Nachteilen für den Unterhalt, wird gegenwärtig studiert (Fig. 13).

## 6 Kanalzuordnung, Programmierungsmöglichkeiten

Den Teilnehmeranschlüssen ist durch die Baugruppenträgerverdrahtung, das heisst durch den Einschubplatz ein bestimmter Kanal zugeordnet. Am betreffenden Platz kann nach Belieben ein Teilnehmerleitungs- oder ein Modem-Adapter eingesteckt werden. Die Bitrate lässt sich beim Teilnehmerleitungsadapter auf dem Einschub auf 80 oder 160 kbit/s einstellen. Für «weniger wichtige» Teilnehmer besteht die Möglichkeit, den Teilnehmereinschub so zu programmieren, dass er nur auf einer Ebene arbeitet. So kann ein Kanal doppelt ausgenutzt werden.

Beim Multiplexer als digitale Leitungszugangsschaltung wird für jene Kanäle, die durchgeschlauft werden, anstelle der Teilnehmerschaltung eine Programmierplatte (Leerbau- gruppe) eingesteckt. Da vom Multiplexer aus nach beiden Richtungen je 32 Kanäle abgehen, muss hier für doppelt so viele Teilnehmer- oder Programmierplatten Platz vorhanden

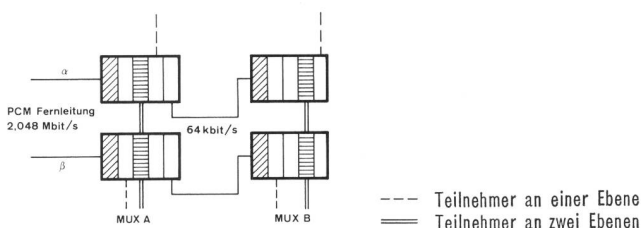


Fig. 13  
Individueller Ein- oder Zweiebenenbetrieb – Exploitation individuelle sur un ou sur deux plans

Il ne faut pas oublier qu'une ligne interurbaine MIC comprenant de nombreux amplificateurs en cascade peut véhiculer simultanément sur un seul faisceau multiplex plusieurs centaines de canaux de données. La figure 12 montre l'aménagement sur deux plans portant sur l'ensemble d'un tronçon. Il apparaît clairement que l'exploitation sur deux plans exige la mise en œuvre d'appareils et de lignes en très grand nombre. Des considérations économiques et les expériences faites au cours de l'exploitation révéleront si cette structure sur plusieurs plans est justifiée. La possibilité d'une exploitation individuelle sur un ou sur deux plans – présentant néanmoins certains inconvénients sous le rapport de la maintenance – est actuellement à l'étude (fig. 13).

## 6 Affectation des canaux, possibilités de programmation

Un canal déterminé est assigné aux raccordements d'abonnés, vu le câblage du bâti des modules enfichables qui leur correspondent. On peut enficher à volonté à la place prévue une ligne d'abonné ou un modem. Le débit binaire de l'adaptateur de ligne d'abonné peut être réglé, à même le module, à 80 ou 160 kbits/s. Le module enfichable d'abonnés «moins importants» peut être programmé de manière que le trafic ne se déroule que sur un plan, ce qui permet d'utiliser un canal à double. Lorsque le multiplexeur est utilisé en tant que circuit d'accès numérique à la ligne, on enfiche une carte programmable – module fictif – à la place du circuit d'abonné, pour tous les canaux mis en boucle. Vu que le multiplexeur délivre 32 canaux dans chacune des deux directions, il faut disposer à ce niveau d'une place suffisante pour le double du nombre des modules d'abonnés ou des cartes programmables. Afin de préserver la structure mécanique uniforme, il est rationnel de mettre en boucle définitivement la moitié des canaux (par des connexions à la face postérieure) et de ne réserver que l'autre moitié à une programmation libre.

## 7 Construction

Les circuits du prototype ont été réalisés sur des modules (cartes à circuits imprimés) ayant le double de la

sein. Um einen einheitlichen mechanischen Aufbau zu erhalten, ist es zweckmässig, die eine Hälfte der Kanäle definitiv zu schlaufen (durch Verbindungen auf der Rückwand) und nur die andere Hälfte frei programmierbar herauszuführen.

## 7 Aufbau

Für das Funktionsmuster wurden die Schaltungen auf Baugruppen (Printplatten) im doppelten Europaformat aufgebaut. Je Multiplexer A wurden drei 19"-Baugruppenträger benötigt (Fig. 14). Der mittlere Baugruppenträger enthält die Fernleitungseinschübe, Steuereinheiten und Alarmeinschübe der beiden Ebenen sowie die Speisung des gesamten Multiplexers. Die beiden anderen Baugruppenträger wurden für die Teilnehmeranschübe vorgesehen.

## 8 Schlussfolgerungen und Ausblick

Es ist nun geplant, die in der Erstellungsphase stehenden Prototypen für den Versuchsbetrieb bereits in einer platzsparenden Ausführung zu verwirklichen. Der gesamte in Figur 14 gezeigte Multiplexer wird in einem doppelten Baugruppenträger (Höhe etwa 53 cm), passend zur Gestellbauweise 72, Platz finden, wenn die Ausführung nach dem Konzept gemäss Figur 13 geschieht. Damit wird es möglich, die Geräte und Steckeinschübe in Verstärkerämtern, Amtszentralen und beim Teilnehmer universell einzusetzen.

Der Bau des beschriebenen Funktionsmusters hat den Fachleuten erlaubt, sich in die neue Technik einzuarbeiten und Erkenntnisse zu gewinnen, die der Entwicklung eines Multiplexer-Prototyps A zugute kommen. Auch die bereits im Gang befindliche Entwicklung eines Funktionsmusters für einen Multiplexer der B-Stufe kann von den Erfahrungen Nutzen ziehen. Ein wichtiges, dabei noch nicht endgültig gelöstes Problem besteht im Entwurf einer möglichst billigen und betrieblich vorteilhaften Teilnehmeranschlusstechnik.

## Bibliographie

- [1] Neu W.: Plans and Ideas on the Future of Data Communications in Switzerland. Proc. IEEE 60, 1972, no. 11.

### Adressen der Autoren – Adresses des auteurs:

Andreas Baumann, c/o Gfeller AG, CH-3000 Bern.  
Walter Neu, GD PTT, CH-3000 Bern.  
Willy Schenk, c/o Zellweger Uster AG, CH-8634 Hombrechtikon.

dimension du format européen. Chaque multiplexeur A comprend 3 bâtis de 19" recevant les unités enfichables (fig. 14). Le châssis du milieu abrite les modules des lignes interurbaines, les unités de commande et les tiroirs d'alarme concernant les deux plans ainsi que l'alimentation générale du multiplexeur. Les deux autres bâtis sont prévus pour les modules d'abonnés.

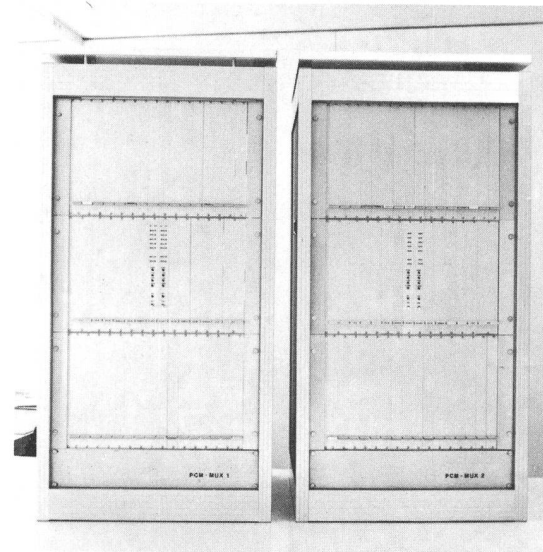


Fig. 14  
Multiplexer-Funktionsmuster – Prototype de multiplexeur

## 8 Conclusion et perspectives

A l'heure actuelle, il est déjà prévu de réaliser sous forme compacte les prototypes en cours d'élaboration. Le multiplexeur complet représenté à la figure 14 sera logé dans un bâti double (hauteur environ 53 cm), assorti au mode de construction 72, si une réalisation conforme à la figure 13 est retenue. En pareil cas, il serait possible d'utiliser les équipements et les modules enfichables de manière universelle, tant dans les stations d'amplificateurs et les centraux PTT que chez les abonnés.

La construction du prototype décrit a permis aux spécialistes de se familiariser avec la nouvelle technique et de rassembler des expériences dont bénéficiera le développement d'un spécimen du multiplexeur A. Ces mêmes expériences auront aussi d'heureux effets sur le développement en cours d'un prototype de multiplexeur du niveau B. L'un des problèmes importants, non encore entièrement résolu, consiste à établir un projet portant sur une technique de raccordement d'abonné à la fois économique et rationnelle sur le plan d'exploitation.