

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 56 (1978)

Heft: 1

Artikel: Modellanlage für die digitale Vermittlung von Transitverbindungen im integrierten Fernmeldesystem (IFS) = Installation pilote pour la commutation numérique de communications en transit dans le réseau de télécommunication intégré IFS

Autor: Bieri, Gilbert / Guyan, Reto

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875190>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 30.04.2026

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

Modellanlage für die digitale Vermittlung von Transitverbindungen im Integrierten Fernmeldesystem (IFS)

Installation pilote pour la commutation numérique de communications en transit dans le réseau de télécommunication intégré IFS

Gilbert BIERI und Reto GUYAN, Bern

621.376.56:621.394.5:621.395.345:621.395.49:681.327.8

Zusammenfassung. Der Bau einer IFS-Modellanlage muss die Überprüfung der bis heute ausgeführten theoretischen Arbeiten gestatten sowie Planungsdaten für die Entwicklung vom ganzen System liefern. Die Modellanlage der ersten Etappe vermittelt Transitverbindungen und weist nur eine Subebene auf. Die notwendigen Vorrichtungen für die Erkennung und Umgehung von unmittelbaren Hardware-Fehlern der IFS-Einheiten sind alle verwirklicht, das System bietet aber nicht den vorgesehenen Betriebskomfort an. Die Hardware-Ausrüstung wird zuerst unabhängig vom Zentralprozessor geprüft, mit besonders zu diesem Zweck entwickelten Testinstrumenten. Vor der Integration zur Hardware wird die Software «off-line» getestet. Die Integrationstests zeigen, dass eine gute Qualität mit den gewählten Methoden und benützten Hilfsmitteln erreicht werden kann. Ein Versuch, die Modellanlage während dreier Monate als Transitzentrale in Betrieb zu setzen, erlaubte, die erreichten Ergebnisse besser zu beurteilen. Im allgemeinen sind diese positiv, und die Modellanlage erfüllt die Verfügbarkeitsanforderungen.

Résumé. L'implémentation d'une installation pilote IFS doit permettre de vérifier les travaux théoriques effectués jusqu'ici, ainsi que de jeter les bases nécessaires à la planification et au développement du système complet. L'installation pilote de la première étape écoule le trafic de transit et ne comporte qu'un sous-plan. Les dispositifs nécessaires à la détection et au traitement immédiat des erreurs des équipements sont tous réalisés, mais les facilités d'exploitation ne sont pas prévues. Les équipements sont tout d'abord testés indépendamment du processeur de commande centralisée à l'aide d'instruments développés à cet effet. Le logiciel est testé «off-line» avant d'être intégré au hardware. Les tests intégrés du système montrent que les méthodes de test et les instruments utilisés permettent d'atteindre une bonne qualité. Une tentative d'exploitation de l'installation pilote en tant que central de transit durant trois mois permet de mieux apprécier les résultats obtenus. D'une manière générale, ils sont positifs et l'installation pilote remplit les exigences de disponibilité.

Impianto modello per la commutazione digitale di comunicazioni di transito nel sistema di telecomunicazione integrato (IFS)

Riassunto. L'implementazione di un impianto pilota IFS deve permettere di verificare i lavori teorici effettuati finora, come pure di gettare le basi necessarie alla pianificazione e allo sviluppo del sistema completo. L'impianto pilota della prima tappa serve allo svolgimento del traffico di transito ed è composto di un unico sottopiano. I dispositivi necessari al rilevamento e al trattamento immediato degli errori degli equipaggiamenti sono tutti realizzati, ma le facilitazioni d'esercizio non sono previste. Dapprima, gli equipaggiamenti sono sottoposti a test, indipendentemente dal processore di comando centralizzato, mediante apparecchi fabbricati a tale scopo. Il software è sottoposto a test «off-line» prima di essere integrato nell'hardware. I test integrati del sistema mostrano che i metodi di test e gli apparecchi utilizzati permettono di giungere a un livello di buona qualità. Un tentativo di esercizio dell'impianto pilota, in quanto centrale di transito durante tre mesi, permette di apprezzare meglio i risultati ottenuti. In modo generale, si può dire che tali risultati sono positivi e che l'impianto pilota soddisfa le esigenze di disponibilità.

1 Einleitung

Die systematischen Untersuchungen zum Entwurf eines Integrierten Fernmeldesystems in PCM-Technik (Pulsmodulation) haben zu einer Gesamtlösung geführt: dem IFS-System, dessen Grundzüge in [1] und [2] beschrieben sind.

Eine Arbeitsgemeinschaft, zusammengesetzt aus den Firmen *Hasler AG*, Bern (HAG), *Siemens-Albis AG*, Zürich (SAZ), *Standard Telephon & Radio AG*, Zürich (STR) sowie den PTT-Betrieben, wurde für die Entwicklung des neuen Systems gegründet. Der Bau einer Modellanlage hatte zum Zweck, die praktischen Möglichkeiten des Systems zu zeigen, und zwar sowohl bezüglich technischer als auch betrieblicher und wirtschaftlicher Möglichkeiten. Insbesondere müssen die spezifischen Probleme, die sich mit der Wahl einer bestimmten Zentralsteuerung ergeben, gelöst werden. Mögliche, durch Software-Fehler erzeugte Totalausfälle sind zu verhindern. Die beteiligten Firmen können somit beweisen, dass sie über das für ein derartiges Vorhaben notwendige Entwicklungspotential verfügen. Die Implementierung des IFS-Systems erfordert eine grosse Entwicklungsanstrengung.

1 Introduction

Les études systématiques concernant un système intégré de télécommunication en technique MIC (modulation par impulsion et codage) ont conduit à une solution globale, le système IFS, dont les principes sont décrits dans [1] et [2].

Ces travaux sont effectués par une communauté de travail qui comprend les maisons *Hasler SA* à Berne (HAG), *Siemens-Albis SA* à Zurich (SAZ), *Standard Téléphone & Radio SA* à Zurich (STR), ainsi que l'Entreprise des PTT.

La construction d'une installation pilote IFS devait démontrer les possibilités pratiques du système conçu, que ce soit du point de vue technique, de l'exploitation ou sur le plan économique. Les problèmes inhérents aux systèmes à commande centralisée et relatifs aux fautes du logiciel provoquant des pannes totales doivent être, en particulier, résolus. Les firmes intéressées peuvent ainsi prouver qu'elles disposent du potentiel de développement nécessaire. En effet, l'implémentation du système IFS requiert de gros efforts de développement

gung, sowohl für die Hardware als auch auf dem Gebiet der Software. Studien haben gezeigt, dass es sinnvoll ist, die Entwicklung des Systems in eine Reihe von Phasen zu unterteilen, wobei jede Phase die Fortsetzung der vorangehenden ist. Die Verwirklichung der ersten Phase bildet Gegenstand dieses Artikels. Sie begann 1970 und wurde im Oktober 1976 mit dem erfolgreichen Betriebsversuch der Modellanlage im Zentralengebäude Bern-Bollwerk abgeschlossen. Schwerpunkt dieser ersten Etappe bildeten mehr die technischen Aspekte. Probleme des Betriebes und der Wartung wurden nur untersucht, soweit Auswirkungen auf das Systemkonzept zu erwarten waren. Für die zweite Etappe wird ein Betriebsrechner eingesetzt, und es werden automatische Fehlereingrenzungsprogramme entwickelt sowie die Mensch-Maschinen-Kommunikation verbessert.

2 Zielsetzung für die Modellanlage

Der Aufbau und die Erprobung einer funktionsfähigen Modellanlage für die digitale Vermittlung von Transitverbindungen stellte eines der wichtigsten Ziele der Arbeitsgemeinschaft PCM in den Jahren 1970...1976 dar. Mit minimalem Aufwand mussten die Voraussetzungen für eine objektive Beurteilung des Systems und den Entscheid über das weitere Vorgehen geschaffen werden.

Von den Arbeiten an der Modellanlage wird besonders die Klärung folgender Punkte erwartet:

- System
 - Sind die Eckpfeiler des Systems richtig? [2]
 - Haben die systemspezifischen Eigenschaften keine unvorhergesehenen Schwierigkeiten zur Folge?
 - Sind die vorhandenen Spezifikationen richtig und auch vollständig?
 - Ist die Zusammenarbeit mit konventionellen Zentralen ohne Schwierigkeiten möglich?
- Entwicklungsarbeit
 - Sind die Entwicklungstrennstellen Hardware/Software funktionsfähig und eindeutig festgelegt?
 - Sind die Arbeiten der Partner koordiniert?
 - Sind die gewählten Lösungen in der Hardware und Software zweckmässig?
 - Lässt sich ein solches Projekt in einer Arbeitsgemeinschaft verwirklichen? Gestattet die Modularität des Systems auch die Aufteilung der Entwicklungsarbeit auf verschiedene Partner?
 - Ist die Betriebssicherheit gewährleistet (sind die den Systemüberlegungen zugrundegelegten Annahmen vernünftig)?
- Vorbereitungen für weitere Entwicklungsarbeiten
 - Erarbeitung der Grundlagen für die Planung der Anschlussphase und weiterer notwendiger Studien.
 - Vorbereitungen für den Bau einer Musteranlage (Mustersteuerbereich) [6].
 - Erste Überprüfung des Betriebskonzeptes.
 - Bestätigung des Konzeptes für die Fehlerbehandlung.
 - Leistungsvergleich mit andern modernen Systemen und Überprüfung der Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnungen.
 - Experimentelle Untersuchung von Systemteilen und Systemeigenschaften, die auf dem Papier nicht genügend überblickt werden können.

aussi bien pour les équipements hardware que pour le logiciel (software).

Les études ont montré qu'il était raisonnable de diviser le développement du système en une série de phases, chacune étant la continuation de la précédente. C'est la réalisation de la première phase (phase I) qui fait l'objet du présent article.

Elle a débuté en 1970 et s'est achevée en octobre 1976 par un essai d'exploitation qui fut couronné de succès. L'installation pilote se trouve dans un bâtiment du central de Berne-Bollwerk. Pour cette première étape, l'accent a été mis davantage sur les aspects purement techniques que sur ceux qui concernent l'exploitation et la maintenance du système.

La seconde phase verra l'introduction d'un centre d'exploitation avec calculateur d'exploitation, localisation automatique des défaillances des équipements et interface homme-machine sophistiquée.

2 Objectifs fixés pour l'installation pilote

L'un des objectifs les plus importants que s'était fixés la communauté de travail MIC durant les années 1970 à 1976 était de développer et de tester une installation pilote capable d'effectuer la commutation numérique de communications en transit. Il s'agissait de créer, par des moyens modestes, les conditions permettant de juger objectivement le système et de décider de la marche à suivre ultérieure. Le but des travaux sur l'installation pilote est de tirer au clair les points suivants:

- Système
 - Les principes fondamentaux du système sont-ils bien choisis [2]?
 - Les propriétés spécifiques du système ne risquent-elles pas d'entraîner des difficultés imprévues?
 - Les spécifications existantes sont-elles correctes et complètes?
 - Le système est-il compatible avec les centraux classiques?
- Travail de développement
 - Les interfaces hardware/logiciel fonctionnent-elles correctement et sont-elles clairement définies?
 - Les travaux des partenaires sont-ils coordonnés?
 - Les solutions hardware et logiciel choisies sont-elles rationnelles?
 - Un tel projet peut-il être réalisé par une communauté de travail?
 - La conception modulaire du système permet-elle la répartition des travaux de développement entre plusieurs partenaires?
 - La fiabilité du système est-elle assurée (les hypothèses ayant servi de base de travail sont-elles raisonnables)?
- Préparation aux travaux de développement à venir
 - Elaborer les principes de base concernant la planification de la phase de raccordement et les autres études nécessaires.
 - Préparer la construction d'une installation témoin (prototype d'exploitation) [6].
 - Vérifier une première fois la conception de l'exploitation.

- Wirtschaftlichkeit
 - Sind Anlagen gemäss dem IFS-Konzept wirtschaftlich?

3 Aufbau der Anlage

31 Eigenschaften des IFS-Systems

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die Grundmerkmale des in [1] und [2] beschriebenen Systems.

Das IFS-System kann in zweierlei Hinsicht als *integriert* betrachtet werden: Einerseits übermittelt und schaltet es Verbindungen in PCM-Technik durch, andererseits vereinigt es verschiedene Dienste in einem einheitlichen Netz. Die PCM-Multiplexleitung dient als *normierte Schnittstelle*.

Die IFS-Einheiten sind ferngesteuert. Über die im ganzen Netz verfügbaren Kanäle von 64 kbit/s der PCM-Multiplexleitungen werden auch die Steuermeldungen (Telegramme) übermittelt. Steuer- und Vermittlungsnetz sind integriert und die Steuerkanäle somit schaltbar. Das System ist *zentralgesteuert*, aber eine dezentrale Anordnung der peripheren Einheiten ist aufgrund der Struktur des Steuersystems möglich.

Um sich vor den Auswirkungen des Ausfalls einer Zentralsteuerung zu schützen, ist das System in vier Teilnetze oder *Subebenen* unterteilt, die weitgehend autonom arbeiten.

Ein *Betriebsrechner*, direkt verbunden mit mehreren Zentralsteuerungen, erledigt die Betriebs- und Wartungsaufgaben so automatisch wie möglich. *Tabelle I* gibt eine Übersicht der wichtigsten Einheiten des Systems. Jeder ausgerüsteten Einheit (Hardware) entspricht ein Steuerprozess (Software) in der Zentralsteuerung. Diese führt auch zentrale Funktionen aus, beispielsweise die Wegesuche, wofür keine entsprechende Hardware-Einrichtung als Partner vorhanden ist. Eine ausgerüstete Hardware-Einheit des Systems mit ihrem Steuerprozess bilden eine Einheit des Systems.

Figur 1 zeigt, wie die verschiedenen Ausrüstungen angeschlossen werden können. Die modulare Struktur ermöglicht den stufenweisen Aufbau eines Netzes, das die Verarbeitung eines ankommenden Verkehrs von bis zu 4000 Erlang je Subebene zulässt. Das System IFS kann mit herkömmlichen Apparaten und Telefonzentralen arbeiten. Die Anpassung der Signalisierinformation an das

Tabelle I. Wichtigste Einheitentypen des IFS-Systems

Tableau I. Les principaux types d'unités du système IFS

Einheitentypen des Systems Types d'unités du système	Ausrüstung Équipement Hardware	Software-Prozess Processus logiciel
Analogkonzentrator – Concentrateur analogique	ja – oui	ja – oui
Terminal – Terminal	ja – oui	ja – oui
Durchschalteinheit – Unité de commutation	ja – oui	ja – oui
Wahleinheit – Unité d'enregistreurs	ja – oui	ja – oui
Telegrammeinheit – Unité de télégrammes	ja – oui	ja – oui
Anpassungseinheit – Unité d'adaptation	ja – oui	ja – oui
PCM-Multiplexleitung des Durchschaltenetzwerkes		
– Ligne multiplex MIC du réseau de commutation	ja – oui	ja – oui
PCM-Multiplexleitungen zu anderen Netzbereichen		
– Lignes multiplex MIC vers d'autres secteurs de réseau	ja – oui	ja – oui
Wegesuche – Recherche d'itinéraires	nein – non	ja – oui
Registersuche – Recherche d'enregistreurs	nein – non	ja – oui
Zifferauswertung – Interprétation de la sélection	nein – non	ja – oui

- Confirmer cette conception en ce qui concerne le traitement des erreurs.
- Comparer les performances avec d'autres systèmes modernes et contrôler les résultats des calculs de rentabilité.
- Examiner expérimentalement certaines parties et propriétés du système ne ressortant pas assez clairement de l'étude théorique.

- Rentabilität

- Les installations construites selon la conception IFS sont-elles rentables?

3 Structure de l'installation

31 Rappel des propriétés fondamentales du système IFS

Ce chapitre donne un bref aperçu des propriétés fondamentales du système décrit en détail dans [1] et [2].

Le système IFS peut être considéré comme *intégré* à deux égards: D'une part, il transmet et commute les communications par multiplexage dans le temps et en technique MIC, d'autre part, il réunit divers services en un seul réseau uniforme.

Un *seul type d'interface* est utilisé dans l'ensemble du réseau IFS, à savoir les lignes multiplex MIC.

Les unités du système IFS sont télécommandées. Les canaux de données à 64 kbit/s des lignes multiplex MIC sont disponibles en tous points du réseau et transmettent les messages de commande (télégrammes). Les réseaux de commande et de communication sont intégrés et les canaux de commande sont commutables.

Le système est à *commande centralisée*, mais la structure du système de commande permet la décentralisation des unités.

Pour parer aux conséquences d'une défaillance de la commande centralisée, le système est subdivisé en quatre *réseaux partiels*, ou sous-plans, opérant dans une large mesure de manière autonome.

Un *processeur d'exploitation*, relié à plusieurs processeurs de commande centralisée, exécute de façon aussi automatique que possible les tâches ayant trait à l'exploitation et à la maintenance.

Le *tableau I* donne une liste des principaux types d'unités du système. Il est à remarquer qu'à chaque unité équipée (hardware) correspond un processus de commande logiciel de la commande centralisée. Cette dernière exécute également des fonctions qui sont centrales et qui n'ont pas leur équivalent matériel, comme la recherche d'itinéraires. Une unité équipée et son processus de commande forment une unité du système.

La *figure 1* montre la manière dont les différents équipements peuvent être interconnectés. La structure modulaire permet d'établir progressivement des réseaux capables d'écouler le trafic entrant jusqu'à 4000 Erlang pour chaque sous-plan. Le système IFS peut travailler avec les appareils et centraux téléphoniques conventionnels. L'adaptation au système de signalisation interne incombe aux équipements terminaux de lignes et aux unités d'enregistreurs.

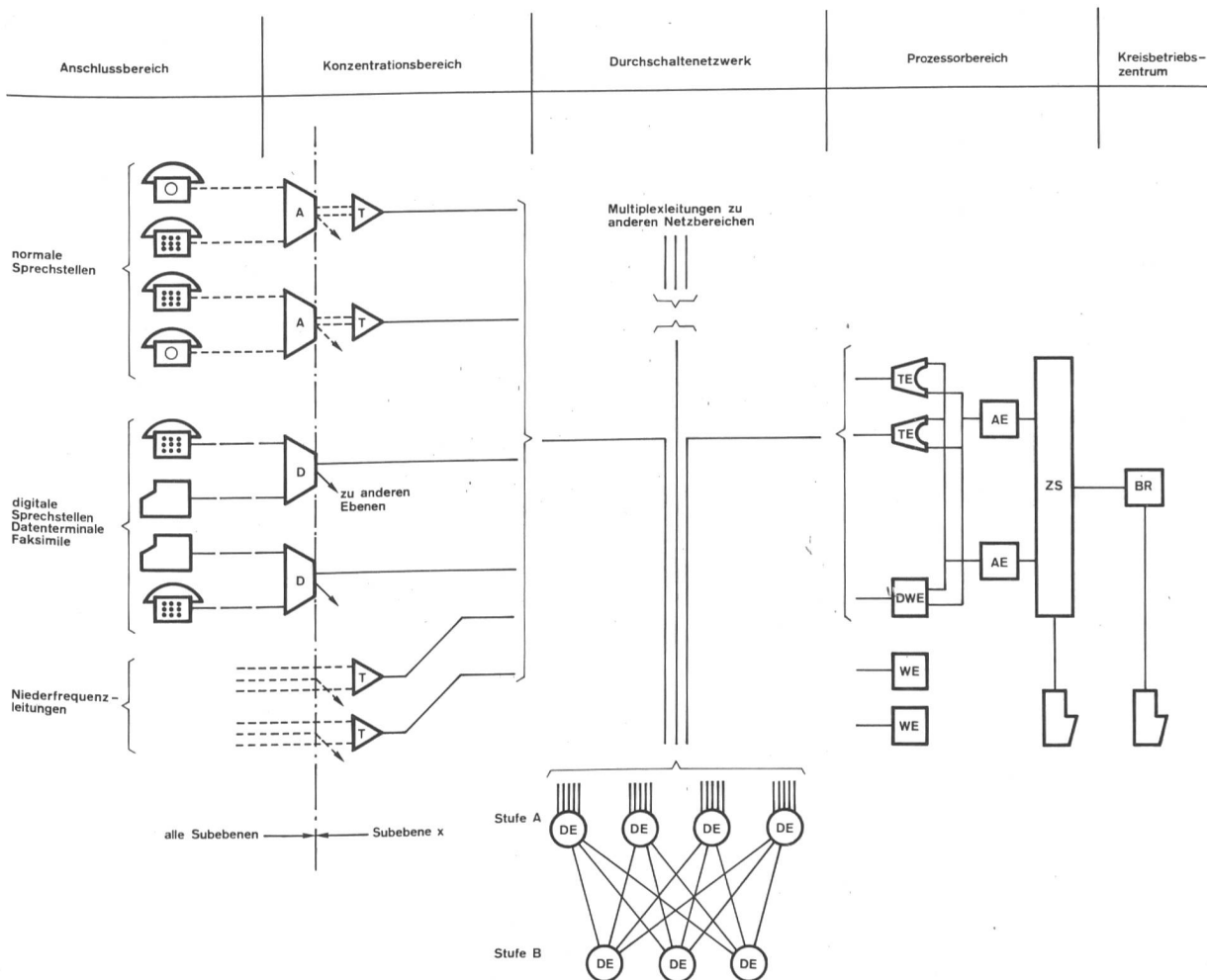


Fig. 1
Allgemeiner Aufbau des Netzes im IFS-System — Structure générale du réseau dans le système IFS

Anschlussbereich — Secteur de raccordement
Konzentrationsbereich — Secteur de concentration
Durchschaltenetzwerk — Réseau de commutation
Prozessorbereich — Secteur de traitement par processeur
Normale Sprechstellen — Appareils téléphoniques classiques
Digitale Sprechstellen, Datenterminals, Faksimile — Appareils numériques, terminaux de données, facsimilé
Niederfrequenzleitungen — Circuits basse fréquence
Alle Subebenen — Tous les sous-plans
Subebene X — Sous-plan X
Multiplexleitungen zu anderen Netzbereichen — Lignes multiplex vers d'autres secteurs de réseau
Zu anderen Ebenen — Vers d'autres plans
Stufe A/B — Etage A/B
— Multiplexleitung — Ligne multiplex MIC

--- Niederfrequenzleitung — Circuit basse fréquence
--- Digitale Teilnehmerleitung — Ligne d'abonné numérique
A Analogkonzentrator — Concentrateur analogique
D Digitalkonzentrator — Concentrateur numérique
T Terminal — Terminal
WE Wahleinheit — Unité d'enregistreurs
DE Durchschalteinheit — Unité de commutation
TE Telegrammeinheit — Unité de télégrammes
DWE Digitale Wahleinheit — Unité d'enregistreurs numériques
AE Anpassungseinheit — Unité d'adaptation
ZS Zentrale Steuerung — Commande centralisée
BR Betriebsrechner — Processeur d'exploitation
KBZ Kreisbetriebszentrum — Centre d'exploitation d'arrondissement

interne Signalisierungsverfahren wird von den Leitungs-sätzen und Wahleinheiten übernommen.

32 Entscheidende Kriterien für die Wahl der Konfiguration der Modellanlage

321 Einschränkungen der Netzkonfiguration

Die ausgewählte Konfiguration muss einerseits aus Kostengründen bei den Hardware-Ausrüstungen ein Minimum an Einheiten aufweisen, andererseits aber trotzdem eine möglichst repräsentative Auswahl der Netzkonfigurationen ermöglichen.

Die auferlegten Einschränkungen erlauben, das Ziel in genügend kurzer Zeit zu erreichen und die Entwicklungsrisiken möglichst klein zu halten. Folgende Einschränkungen sind vorgenommen worden:

- Die Anlage kann Verbindungen herstellen, vermittelt aber *nur Transitverkehr*. Die Funktionen und Einrich-

32 Kriterien determinants quant au choix de la configuration de l'installation pilote

321 Restrictions relatives à la configuration

Afin que le coût des équipements soit limité, la configuration adoptée comporte le minimum d'unités tout en offrant un choix représentatif des réseaux susceptibles d'exister.

Les restrictions imposées permettent d'atteindre le but fixé dans un laps de temps assez court, tout en réduisant le risque inhérent au développement. Ces restrictions sont les suivantes:

- L'installation est à même d'établir des liaisons et d'écouler le *trafic de transit*, et celui-là seulement. Les fonctions et équipements relatifs aux trafics d'abonnés et de données seront réalisés dans une phase ultérieure.
- L'installation ne comporte qu'un *sous-plan*.

- tungen für den Teilnehmerverkehr werden in einer späteren Phase verwirklicht.
- Die Anlage hat nur *eine Subebene*.
 - Das Durchschaltenetzwerk besteht aus einer einzigen Stufe (Stufe A, Fig. 1).
 - Die Betriebsrechnerfunktionen sind nicht implementiert. Die Bedienung der Anlage hinsichtlich Mensch-Maschine-Kommunikation und Wartung bietet noch nicht den vorgesehenen Komfort [3, 4].

Die gewählte Konfiguration und die verwirklichten Funktionen müssen den entsprechenden Anforderungen der Dienstqualität genügen, um eine Anlage als Transitzentrale einsetzen zu können. Als Zentralprozessor dient der Typ Hasler T202 [5].

322 Anforderungen an die Software der Zentralsteuerung

Die Funktionen und die Verwirklichung der Software ermöglichen eine spätere Integration der heute bekannten, aber noch nicht in der ersten Phase implementierten Funktionen. Die Steuerung der Stufe B des Durchschaltenetzwerkes ist dafür ein gutes Beispiel. Mit den vorhandenen Programmen kann ein Netz mit bis zu 100 000 Teilnehmeranschlüssen gesteuert werden.

33 Funktionen der Modellanlage

331 Durchschaltenetzwerk und Steuerung

Die Ausrüstungen der Durchschalte-, Telegramm- und Wahleinheiten, jene der Terminals sowie die entsprechenden Programme der Zentralsteuerung sind entwickelt. Die Software gestattet auch, die Wegesuche im Durchschaltenetzwerk unter Berücksichtigung der momentanen Konfiguration und Kanalbelegung auszuführen.

332 Verbindungsaufbau

Die Funktionen, die den Verbindungsaufbau betreffen, sind für folgende Signalisierungsarten implementiert:

- Gleichstrom-Signalisierung A49, A52, ankommend
- Impuls-Signalisierung, abgehend
- Teststation (Teilnehmeranschluss ohne Konzentrador) mit ankommendem und abgehendem Leitungssatz

Es handelt sich dabei um Leitungssätze, Wahleinheiten, ankommende und abgehende Leitungssätze sowie die entsprechende Software der Zentralsteuerung.

Die Zifferauswertung und die Richtungsnummerierung genügen den Anforderungen gemäss Aufbau der Anlage nach Figur 3. Durch Veränderung der Tabellen ist eine Erweiterung auf alle in der Schweiz auftretenden Fälle möglich. Diese Änderungen benötigen eine neue Assemblierung der Software und können nicht, wie es in der nächsten Phase vorgesehen ist, während des Betriebes ausgeführt werden.

Die Anpassungseinheit entspricht einem spezialisierten Prozessor, der dank seines direkten Zugriffs zum zentralen Speicher die Taxierung der erstellten Verbindungen ausführen kann. Um die Entwicklung der Modellanlage auf den vorgegebenen Termin fertigstellen zu können, hat man auf diese Möglichkeit verzichtet. Die Rückwärtstaxierung wurde durch die Zentralsteuerung übernommen. Die implementierten Möglichkeiten sind nur auf den Spezialfall der Figur 3 ausgerichtet.

- Le réseau de commutation ne comprend qu'un étage (étage A, fig. 1).
- Les fonctions du calculateur d'exploitation ne sont pas réalisées. La desserte de l'installation ne présente pas encore les facilités prévues quant à la communication homme — machine et à la maintenance [3, 4].

La configuration choisie et les fonctions réalisées doivent remplir les exigences relatives à la qualité du trafic de façon à pouvoir mettre l'installation en service en tant que central de transit.

Le processeur de commande centralisée est du type Hasler T202 [5].

322 Exigences relatives au logiciel de la commande centralisée

Les fonctions et la réalisation du logiciel permettent l'intégration ultérieure des fonctions connues, mais non réalisées dans la première étape. La commande de l'étage B du réseau de commutation en est un exemple typique.

Il est possible, sans devoir changer les programmes, de commander les réseaux nécessaires à la connexion de 100 000 abonnés.

33 Fonctions de l'installation pilote

331 Réseau de commutation et sa commande

Les équipements des types unité de connexion, ligne multiplex, unité de télégrammes ainsi que les programmes de commande correspondants de la commande centralisée sont développés. Le logiciel est également capable d'effectuer des recherches d'itinéraires dans le réseau de commutation en fonction de la configuration momentanée et de l'occupation des canaux.

332 Etablissement de liaisons

Toutes les fonctions concernant l'établissement des liaisons pour les signalisations suivantes sont implémentées:

- Signalisation à courant continu A 49, A 59 entrante
- Signalisation par impulsions sortante
- Appareil de test (appareil d'abonné sans concentrateur) avec lignes entrantes et sortantes

Il s'agit des équipements des types terminal, unité d'enregistreurs, équipement terminal d'entrée ou de sortie ainsi que le logiciel correspondant de la commande centralisée.

L'interprétation de la sélection et l'acheminement des communications sont à même de satisfaire aux exigences définies par la figure 3. Une extension à tous les cas pouvant se présenter en Suisse est possible par modification de tables. Ces modifications nécessitent un nouvel assemblage du logiciel et ne peuvent être effectuées durant l'exploitation, comme ce sera le cas dans une prochaine étape.

L'unité d'adaptation est, en fait, un processeur spécialisé capable, grâce à sa possibilité d'accès direct à la mémoire centrale, d'effectuer la taxation des communications établies. Afin d'achever le développement de l'installation pilote dans les délais prévus, on a renoncé à cette possibilité qui n'est pas déterminante. C'est le processeur central qui commande le rétrocomptage. Les

333 Die Netzstruktur

Die Wahleinheiten und die Terminals können an irgendeine Multiplexleitung des Durchschaltenetzwerkes angeschlossen werden. Die Multiplexleitungen, die die Durchschalteinheiten der Stufe A verbinden, können beliebig verteilt sein. Die Leitungssatztypen sowie der Anschluss der Leitungen an die verschiedenen Kanäle der Terminals sind keinen Einschränkungen unterworfen. Alle Änderungen der Netzstruktur an der Modellanlage können während des Betriebes ausgeführt werden.

334 Bedienung der Anlage

Vom Steuertpult des Zentralprozessors aus lassen sich während des Betriebes verschiedene Operationen ausführen. Die nachstehende Liste gibt einen Überblick über einige mögliche Eingriffe:

- Änderung der Konfiguration und Netzerweiterung
- Rekonfiguration der Steuerkanäle
- Abfrage der Zustände der Einheiten, Abfrage bezüglich der Belegung der Leitungen oder des Durchschaltenetzwerkes

Der Schutz vor Prozedurfehlern ist nur auf der Stufe der einzelnen Einheiten gewährleistet. Der Betriebsrechner wird die Koordination der Prozeduren, die mehrere Einheiten beeinflussen können, übernehmen.

335 Verhalten bei Hardware-Fehlern

Alle für die Fehlerentdeckung vorgesehenen Einrichtungen sind verwirklicht. Auch die nötigen Funktionen für die unmittelbare Behandlung (Umgehung) der Fehler sind implementiert. Es handelt sich beispielsweise um einen neuen Versuch bei einem fehlerhaften Verbindungsaufbau oder um eine automatische Rekonfiguration beim Ausfall des Steuerkanals einer Einheit. Das Ziel ist die automatische Erhaltung der bestmöglichen Konfiguration, unter Berücksichtigung von permanenten oder sporadischen Fehlern.

Jeder entdeckte Fehler löst eine Fehlermeldung aus. Bei einem permanenten Fehler einer Durchschalteinheit, einer Wahleinheit, eines Terminals oder einer Telegrammeinheit werden die zugehörigen Teile in Hardware und Software automatisch blockiert und die betroffenen Verbindungen unterbrochen.

34 Konfiguration der Modellanlage

Figur 2 zeigt die gewählte Netzkonfiguration der Modellanlage. Das Prozessorsystem der zentralen Steuerung ist in [5] und [8] beschrieben. Diese Konfiguration sowie jene, die mit den gleichen Ausrüstungen verwirklichtbar sind, gestatten es, die im Kapitel 33 beschriebenen Funktionen auszuführen. Alle möglichen Gliederungen des Netzes, die für die Wegesuchefunktionen und für die Rekonfiguration der Fernsteuerkanäle von Bedeutung sind, können überprüft werden. Auch die Richtigkeit der Plausibilitätsprüfungen bei Änderungen der Konfiguration lässt sich bei dieser Auswahl von Einheiten verifizieren.

Alle Zustände, die das Lokalisieren und Beheben der Hardware-Fehler betreffen, können geprüft werden. Eigentlich hätten drei Durchschalteinheiten genügt.

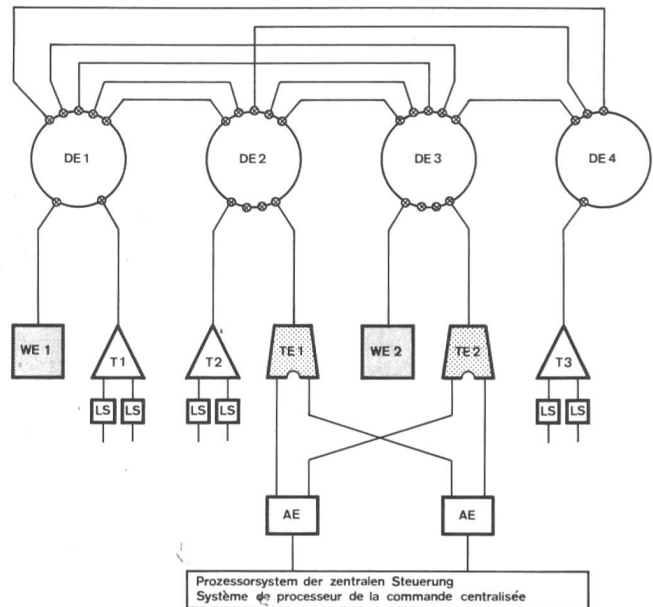


Fig. 2
Netzkonfiguration Modellphase I — Configuration de l'installation pilote (phase I)

⊗	Vielfachleitung — Ligne multiplex
DE	Durchschalteinheit — Unité de commutation
WE	Wahleinheit — Unité d'enregistreurs
T	Terminal — Terminal
LS	Leitungssatz — Equipement de ligne
TE	Telegrammeinheit — Unité de télégrammes
AE	Anpassungseinheit — Unité d'adaptation

possibilités implémentées représentent un pis-aller valable pour le cas particulier de la figure 3 seulement.

333 Structure du réseau

Les unités d'enregistreurs et les terminaux peuvent être connectés à n'importe quelle ligne multiplex du réseau de commutation. Les lignes multiplex reliant les unités de connexion de l'étage A peuvent être distribuées de manière quelconque. Le type des équipements terminaux, ainsi que l'attribution des lignes aux différents canaux des terminaux ne sont soumis à aucune restriction.

Tous les changements de structure du réseau de l'installation pilote peuvent être effectués en cours d'exploitation.

334 Desserte de l'installation

A partir du pupitre de commande du processeur de commande centralisée et durant l'exploitation, il est possible de procéder à toute une série d'opérations. La liste ci-dessous, quoique très incomplète, permet de s'en faire une idée:

- Changement de configuration et extension du réseau
- Reconfiguration des canaux de télécommande
- Interrogation des états des unités, du taux d'occupation des lignes, du réseau de commutation

La protection contre les erreurs de procédure n'est effectuée qu'au niveau des unités prises individuellement. La coordination lors de procédures concernant plusieurs unités est du ressort du calculateur d'exploitation.

335 Comportement en cas d'erreurs des équipements

Tous les dispositifs prévus destinés à la détection des défaillances des équipements sont réalisés, de même

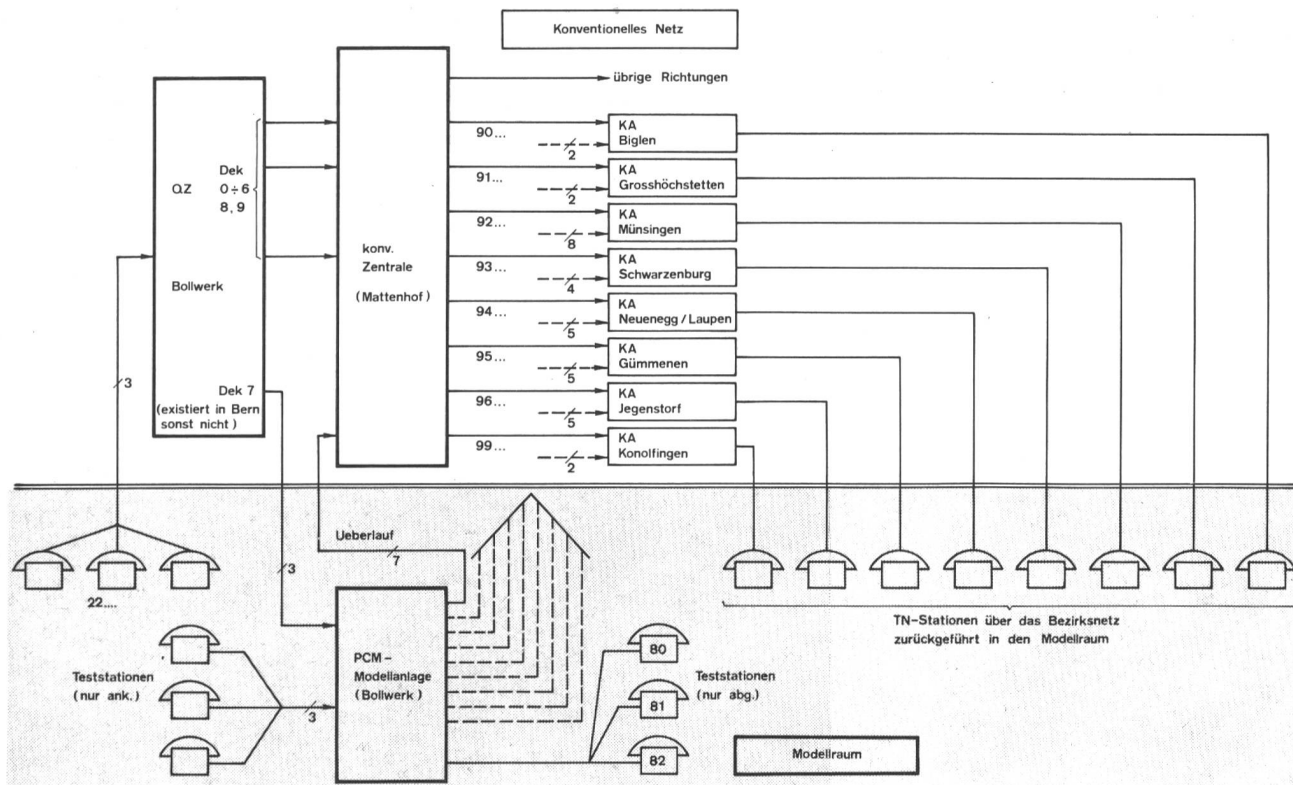


Fig. 3
Testumgebung der Modellanlage – Environnement de test de l'installation pilote

Konventionelles Netz – Réseau classique
 Konventionelle Zentrale – Central classique
 Teststationen (nur ank.) – Appareils téléphoniques de test (seulement appels entrants)
 Teststationen (nur abgehend) – Appareils téléphoniques de test (seulement appels sortants)
 Überlauf – Débordement
 PCM-Modellanlage (Bollwerk) – Installation pilote MIC (Bollwerk)
 Modellraum – Local de l'installation pilote
 Teilnehmerstationen über das Bezirksnetz zurückgeführt in den Modell-

raum – Raccordements d'abonnés ramenés aux équipements de l'installation pilote par le biais du réseau rural
 Existiert in Bern sonst nicht – N'existe autrement pas qu'à Berne
 KA Knotenamt – Centre nodal
 QZ Quartierzentrale – Central de quartier
 Dek Dekade – Décade
 TN Teilnehmer – Abonné
 Ank Ankommender Verkehr – Trafic entrant
 Abg Abgehender Verkehr – Trafic sortant
 Konv Konventionell – Classique

Aber die Notwendigkeit, einerseits Reservematerial zur Verfügung zu stellen und andererseits den Aufwand für Änderungen der Hardware-Konfiguration während der Entwicklung der Software zu begrenzen, haben die Wahl der Netzkonfiguration in Figur 2 gerechtfertigt.

35 Modellanlage und Testumgebung

Die Testumgebung der Modellanlage ist aus Figur 3 ersichtlich. Drei Teststationen (Teilnehmerstationen) mit besonderen ankommenden Leitungssätzen und drei Stationen mit speziellen abgehenden Leitungssätzen ermöglichen, Testverbindungen herzustellen. Drei Ausgangsleitungen der Dekade 7 (unbenutzt) der Quartierzentrale Bern-Bollwerk sind mit drei ankommenden Leitungssätzen der Modellanlage verbunden.

Mit den Teilnehmerstationen, die an der Quartierzentrale Bern-Bollwerk und an den Knotenzentralen der Netzgruppe angeschlossen sind, können Transitverbindungen geprüft werden.

Folgende Verbindungen ermöglichen die Überprüfung des Systems:

- IFS-Teststation → IFS-Teststation
- Teilnehmerstation der Quartierzentrale Bern-Bollwerk
Ausgang Dekade 7 → IFS → Teststation oder
Ausgang Dekade 7 → IFS → Teilnehmer an einem
Knotenamt der Netzgruppe

que les fonctions nécessaires à leur traitement immédiat. Il s'agit, par exemple, d'une seconde tentative en cas de défaillance lors de l'établissement d'une liaison ou de la reconfiguration automatique de canal de télécommande d'une unité.

Le but est de conserver en tout temps et automatiquement la meilleure configuration possible, compte tenu des défaillances permanentes ou sporadiques.

Chaque erreur détectée fait l'objet d'un message d'erreur. En cas de faute permanente d'une unité de connexion, d'une unité d'enregistreurs, d'un terminal ou d'une unité de télégrammes, les ressources correspondantes sont bloquées automatiquement et les communications concernées interrompues.

34 Configuration de l'installation pilote

La figure 2 présente la configuration choisie pour l'installation pilote. Le système de processeur de la commande centralisée est décrit dans [5] et [8].

Cette configuration, ainsi que celles qui sont réalisables avec les mêmes équipements, permettent d'exécuter les fonctions décrites au chapitre 33.

Toutes les dispositions des unités entrant en ligne de compte dans les fonctions de recherche d'itinéraires, de reconfiguration des canaux de télécommande sont représentées ici. Il en est de même des dispositions con-

36 Grenzen der Modellanlage

Ausser den in 32 erwähnten Einschränkungen sind einige wichtige Funktionen nicht realisiert und deshalb nicht überprüft worden.

Die gewählte Netzkonfiguration mit 46 ankommenden Leitungssätzen gestattet keine Messungen der Verkehrskapazität. Der Benützungsgrad des Durchschaltensetzwerkes oder der Wahleinheiten, ferner die Wartezeiten oder die durchschnittliche Belegung des Prozessorsystems der zentralen Steuerung können ebenfalls nicht gemessen werden. Ausserdem sind die Lastregulierungsfunktionen mit Blockierung von Eingangsleitungen nicht implementiert.

Die Tatsache, dass das Durchschaltensetzwerk keine Stufe B besitzt (Fig. 1), begrenzt einerseits gewisse Funktionsprüfungen bedeutend, andererseits die Erweiterungsmöglichkeiten des Netzes.

37 Implementierungstechniken

371 Implementierungstechniken der Ausrüstungen

Bauweise. Für alle für IFS besonders entwickelten Einheiten wird eine einheitliche Bauweise vorgeschrieben. Die Bauweise BW 72 wurde soweit als möglich übernommen und, nur wo unbedingt notwendig, dem neuen Verwendungszweck angepasst. Die abgeänderte Bauweise BW 72M weist gegenüber der BW 72 die doppelte Gestelltiefe (450 mm) auf; das einheitlich angewandte Plattenformat beträgt $91 \times 99,5$ Modul (etwa 231×253 mm) und gestattet, bis zu 56 integrierte Schaltungen (14 beziehungsweise 16 Anschlüsse) unterzubringen.

Die maximal abführbare Verlustwärme beträgt etwa 500 W je Gestell ohne forcierte Kühlung.

Die Bauweise für die Zentralsteuerung (HAG BW 64/67) sowie für die Terminals (BW 72) war dadurch gegeben, dass für die Modellanlage bestehende Fertigprodukte bei Hasler AG oder Siemens-Albis AG gekauft und nötigenfalls nur angepasst wurden.

Technologie. Entsprechend dem Stand der Halbleitertechnologie in den Jahren 1973...1975 wurden grösstenteils SSI- und MSI-Bausteine der Normal-TTL-Reihe eingesetzt. Zu einem kleineren Teil mussten Schottky- oder Low-Power-Elemente eingebaut werden; interessante Einsatzmöglichkeiten neuer Low-Power-Schottky-Schaltungen zeichneten sich bereits ab, jedoch war die Auswahl der auf dem Markt verfügbaren Typen noch zu klein. In der Modellanlage (einschliesslich Testgeräten) sind heute etwa 50 000 integrierte Schaltungen eingesetzt.

Speisung. Der hohe Zentralisierungsgrad im IFS erfordert neben der Funktionssicherheit bei den Einheiten ebenfalls entsprechende Anstrengungen bei der Speisung. Speisungskonzept und Speisegeräte wurden vorerst bei der Entwicklung noch ausgeklammert und die Speisewandler 48 V/5 V aus Anlagen in Bauweise 72 übernommen. Je nach der Wirkbreite eines Speisungsfehlers wurden einzelne Einheiten oder Teile davon mit Doppelspeisung ausgerüstet.

Die Zentralsteuerung wird (aus Kostengründen) nur am ungesicherten öffentlichen 220-V-Netz betrieben. Man nimmt dadurch bewusst das Risiko eines Systemausfalls bei Netzunterbrüchen in Kauf. Der Aufwand für

cernant les tests de plausibilité lors de changements de configuration.

Toutes les situations susceptibles de se présenter et faisant appel à la détection de défaillances des équipements et à leur traitement immédiat peuvent faire l'objet de tests.

En fait, deux terminaux et trois unités de connexion seraient suffisants; mais la nécessité de disposer de matériel de réserve et le désir de limiter les changements de configuration durant le développement du logiciel ont conduit à l'adoption de la configuration de la figure 2.

35 Installation pilote et son environnement de test

L'environnement de test de l'installation prototype apparaît sur la figure 3. Trois appareils de test (appareils d'abonnés) reliés à des équipements terminaux spécialisés d'entrée et trois appareils d'abonnés reliés à des équipements terminaux spécialisés de sortie permettent l'établissement de liaisons de test entre eux. Trois lignes sortantes de la décade 7 (inutilisée) du central de quartier de Berne-Bollwerk sont reliées à trois équipements terminaux d'entrée de l'installation pilote. Les communications établies par l'installation pilote relient le central de quartier de Berne-Bollwerk aux centraux nodaux du groupe de réseaux. Des appareils d'abonnés connectés à chacun d'eux permettent de vérifier les liaisons.

Les liaisons suivantes permettent de vérifier le fonctionnement du système

- Appareil de test IFS → Appareil de test IFS
- Appareil d'abonné du central de quartier de Berne-Bollwerk
- Sortie décade 7 → IFS → Appareil de test ou
- Sortie décade 7 → IFS → Appareil d'abonné des centraux nodaux du groupe de réseaux

36 Limites de l'installation pilote

A part les restrictions mentionnées au chapitre 32, il faut remarquer que certaines fonctions importantes ne sont pas réalisées ou ne peuvent pas être vérifiées.

Ainsi, la configuration adoptée, avec 40 équipements terminaux entrants, ne permet pas de faire des mesures concernant la capacité de traitement du système, le degré d'utilisation du réseau de commutation, des enregistreurs, les temps d'attente, l'utilisation moyenne du processeur de commande centralisée. Les fonctions de régulation de la charge par blocage des lignes d'entrée ne sont pas implémentées.

Le fait que le réseau de commutation ne comporte pas d'étage B (fig. 1) limite également sérieusement certains tests fonctionnels ainsi que l'extension possible du réseau.

37 Techniques d'implémentation

371 Techniques d'implémentation des équipements

Mode de construction. Un mode de construction uniforme est prescrit pour toutes les unités spécialement destinées à l'IFS. Dans toute la mesure du possible, on a adopté le mode de construction 72 (BW 72) existant et

die Schaffung eines gesicherten Netzes oder der Umbau auf 48-V-Speisung hätte sich für die Modellanlage nicht gerechtfertigt.

Leistungsverbrauch, Klimatisierung. Die Modellanlage in der heutigen Konfiguration verbraucht etwa 14 kVA¹ bei 220 V~ und etwa 3 kVA bei 48 V=, also total ungefähr 17 kVA. Diese Verlustwärme könnte ohne leistungsfähige Klimaanlage in der warmen Jahreszeit nicht abgeführt werden, ohne dass die Raumtemperatur unzulässig hoch ansteigen würde.

372 Benützte Software-Technologie

Die Programme der Zentralsteuerung sind in einer Sprache der Assemblerstufe geschrieben. Für die Benützung von allgemeinen Schnittstellen werden standardisierte Makroinstruktionen verwendet. Die Rechenanlage des Elektronischen Rechenzentrums der PTT dient als Implementationshilfsmittel für die Software. Dort werden auch die Programmbibliothek gespeichert sowie die Mutationen und Assemblierungen durchgeführt. Ungefähr 40 000 speicherresidente Instruktionen sind für die Steuerung des IFS-Netzes notwendig. Der durch die residenten Programme – mit Einschluss der Programme des Betriebssystems – belegte Speicherplatz beläuft sich auf etwa 64 000 Wörter von 32 bit. Der Informationsspeicher (von der Konfiguration unabhängiger Teil) beträgt 25 000 Wörter, dazu kommen noch je 12 Wörter pro Leitungssatz, entsprechend dem Ausrüstungsgrad der Anlage. Die nichtresidenten Programme sind auf Magnetband gespeichert. Dies sind unter anderem die Programme der automatischen Inbetriebnahme des Systems, die Programme für Konfigurationsänderungen oder für Hardware-Tests.

4 Vorgehen bei Entwicklung und Test

Die Darstellung der IFS-Entwicklung wird Gegenstand eines besonderen Aufsatzes sein [7]. Hier gilt es lediglich, das praktische Vorgehen zum Erreichen des Teilzielmodellphase I aufzuzeigen.

41 Organisation und genereller Ablauf der Entwicklungstätigkeit

In der Systemstudiengruppe werden die nötigen Systemgrundlegendokumente ausgearbeitet, und zwar in der Regel in enger Zusammenarbeit mit den direkt Interessierten (Dienststellen, Entwickler usw.).

Auf dieser Grundlage werden dann wiederum durch die Systemstudiengruppe, oder mindestens unter deren Leitung, die Hardware/Software-Pflichtenhefte als Basis für die eigentlichen Entwicklungsarbeiten erstellt.

Die Hardware-Entwicklungen werden dezentral in den Laboratorien der Partnerfirmen ausgeführt. Der Abnahmetest der Prototypen findet dann in der Modellanlage statt.

Die Software-Entwicklungsarbeit wird weitgehend zentral durch ein besonders für diesen Zweck zusammengestelltes Entwicklungsteam (bestehend aus Mitarbeitern aller Partner) geleistet.

déjà introduit. On s'est limité, dans les cas d'absolue nécessité, à l'adapter au nouvel usage. Par rapport à la construction BW 72, le type modifié BW 72M exige une profondeur de bâti double (450 mm). Le format uniforme adopté pour les plaques de circuits est de 91 × 99,5 modules (environ 231 × 253 mm), ce qui est suffisant pour le montage de 56 circuits imprimés (14 ou 16 broches).

Sans refroidissement forcé, il est possible d'évacuer une chaleur dissipée équivalant à environ 500 W par bâti.

Le mode de construction de la commande centralisée (HAG BW 64/67) ainsi que celui des terminaux (BW 72) étaient imposés par le fait que l'on avait acheté et adapté aux besoins des modules de série existants de Hasler SA ou Siemens-Albis Zurich SA.

Technologie. Conformément à l'état qu'avait atteint la technologie des semi-conducteurs dans les années 1973 à 1975, on a utilisé en majeure partie des composants SSI et MSI de la série TTL normale. Il fallut recourir à un certain nombre de circuits Schottky ou de circuits Low-Power. La possibilité d'utiliser de nouveaux circuits Schottky Low-Power (SLP) se dessinait déjà, mais le choix des modèles disponibles à l'époque dans le commerce était encore trop restreint. Aujourd'hui, l'installation pilote est équipée d'environ 50 000 circuits intégrés (compte tenu des équipements de test).

Alimentation. Vu le haut degré de centralisation de l'IFS, il n'est pas seulement nécessaire d'employer des unités fiables, mais aussi de prendre toutes les précautions voulues au niveau de l'alimentation. Lors du développement, on a tout d'abord exclu la conception de l'alimentation et les blocs d'alimentation. Le convertisseur d'alimentation 48 V/5 V a été repris du programme BW 72. Suivant l'influence que pouvait exercer un défaut d'alimentation, certaines unités ou parties d'unités ont été équipées d'une alimentation double.

Pour des raisons de coût, la commande centralisée n'est alimentée que par le réseau public à 220 V. En choisissant cette solution, on a sciemment accepté le risque d'une défaillance du système en cas de panne du réseau. Les frais qu'aurait entraînés l'établissement d'un réseau assuré ou la transformation en une alimentation à 48 V ne se seraient pas justifiés pour l'installation pilote.

Consommation d'énergie, climatisation. La consommation de l'installation pilote dans sa configuration actuelle est de: Environ 14 kVA¹ à 220 V~ et environ 3 kVA à 48 V=, soit à peu près 17 kVA au total. Sans l'aide d'une installation de climatisation à haut rendement, il serait impossible d'évacuer la chaleur dissipée, sans que la température des locaux atteignît une valeur inadmissible.

372 Techniques d'implémentation du logiciel

Les programmes de la commande centralisée sont écrits en langage assembleur. Pour l'utilisation des interfaces générales, on fait appel à des macro-instructions normalisées.

L'ordinateur du centre de calcul électronique des PTT est utilisé comme support d'implémentation du logiciel.

¹ 3...5 kVA werden durch Peripheriegeräte des Prozessorsystems verbraucht, die lediglich zu Entwicklungs- und Testzwecken benötigt werden

¹ Les appareils périphériques du système de processeur utilisés uniquement à des fins de développement et de test consomment environ 3...5 kVA

42 Hardware-Entwicklung

421 Allgemeiner Ablauf der Hardware-Entwicklung

Aufgrund des Pflichtenheftes werden durch den mit der Entwicklung betrauten Partner eine Produktstudie und ein Realisierungsvorschlag ausgearbeitet.

Während die Produktstudie Auskunft gibt über den zu erwartenden Aufwand an Material, Arbeitskraft, Infrastruktur und somit die Kosten, enthält der Realisierungsvorschlag die für den Entscheid über das weitere Vorgehen notwendigen technischen Informationen.

Pflichtenheft und Realisierungsvorschlag bilden die Grundlage für die Entwicklungsarbeit im Laboratorium und für eine Prüfung vor der Ablieferung an die Modellanlage.

422 Testkonzept

Der bisherige Ablauf der IFS-Entwicklung bedingte den Aufbau der Modellanlage von «ausen nach innen». Dies bedeutet, dass eine neuentwickelte Einheit zuerst für sich allein einem Abnahmetest unterzogen werden muss. Erst zu einem späteren Zeitpunkt besteht in der Regel die Möglichkeit, durch Zusammenschaltung mit weiteren Systemeinheiten die korrekte Zusammenarbeit mit anderen Teilen des Netzes grundsätzlich zu überprüfen. Mit diesem Vorgehen wird erreicht, dass vorhandene Fehler immer auf der Stufe entdeckt und behoben werden, wo sie sich auch wirklich auswirken. Das Auftreten komplexer Fehlfunktionen im System, verursacht durch ein Zusammenwirken mehrerer einfacher Fehler, lässt sich damit weitgehend vermeiden. Für die Software-Entwicklung steht also (nach Abschluss der Hardware-Tests) eine nahezu fehlerfreie Hardware-Infrastruktur zur Verfügung.

423 Testhilfen

Zur Unterstützung der Hardware-Entwicklung und für die Prüfungen der Einheiten vor ihrem Einsatz in der Modellanlage stehen folgende Hilfsmittel zur Verfügung (Fig. 4):

Das PCM-Prüfsystem

Die einheitliche Trennstelle (2 Mbit/s und HDB-3-Code nach CEPT-Norm) zwischen den peripheren IFS-Einheiten ist für die Anschaltung eines universell verwendbaren Prüfsystems prädestiniert.

Die zu diesem Zweck entwickelten Prüfgeräte ermöglichen dem Benutzer, einzelne PCM-Kanäle wahlweise mit frei einstellbarer Information zu füllen oder den Informationsfluss in einzelnen Kanälen zu überwachen und anzuzeigen.

Einheitenspezifische Testgeräte

Diese Hilfsmittel werden hauptsächlich für die Entwicklungsarbeiten benützt, können aber auch in der Modellanlage wertvolle Dienste leisten. Sie dienen normalerweise dazu, interne Abläufe und/oder den Informationsfluss auf internen Bussystemen der Einheiten zu überwachen oder zu beeinflussen.

Testgerät für die Telegrammeinheit und Zusatzgeräte

Die Telegrammeinheit nimmt im System in dem Sinne eine Sonderstellung ein, als sie einen Multiplexer für die

Il mémorise la bibliothèque des programmes, effectue les mutations, exécute les assemblages.

Environ 40 000 instructions résidentes effectuent les tâches de la commande centralisée relatives au réseau IFS. La mémoire des programmes résidents, y compris celle des programmes résidents du système d'exploitation, est de 64 000 mots de 32 bits. La mémoire des informations est de 25 000 mots pour la partie indépendante de la configuration, auxquels il faut ajouter environ 12 mots par équipement terminal de ligne.

Les programmes non résidents sont mémorisés sur bande magnétique. Il s'agit de programmes tels que l'automatisation de la mise en service du système, de ceux qui permettent d'effectuer des changements de configuration, des programmes de test des fonctions hardware.

4 Méthode adoptée lors du développement et des tests

Les méthodes de développement feront l'objet d'un article dans le cadre des publications consacrées à l'IFS [7]. Cet exposé se limite à montrer comment on s'y est pris pour atteindre l'objectif partiel «phase I» de l'installation pilote.

41 Organisation et déroulement général des travaux de développement

Le groupe d'études du système élabore les documents fondamentaux relatifs au système, généralement en étroite collaboration avec les organes intéressés (services, ingénieurs de développement, etc.).

Les cahiers des charges portant sur le hardware et le logiciel, éléments fondamentaux des travaux de développement proprement dits, sont établis sur cette base par le groupe d'études du système ou pour le moins sous sa direction.

Les développements concernant le hardware sont effectués de manière décentralisée dans les laboratoires des maisons partenaires. Le test de recette des unités prototypes se fait dans l'installation pilote.

Le logiciel, en revanche, est développé presque entièrement de manière centralisée par un groupe constitué spécialement à cet effet (il se compose de collaborateurs de tous les partenaires).

42 Développement du hardware

421 Déroulement général du développement du hardware

Au vu du cahier des charges, le partenaire chargé du développement élabore une étude de projet et une proposition de réalisation. L'étude de projet renseigne sur l'importance des moyens à prévoir sur le plan du matériel, de la main-d'œuvre et de l'infrastructure, à savoir sur les coûts. La proposition de réalisation contient les informations techniques permettant de décider de la marche à suivre ultérieure.

Le cahier des charges et la proposition de réalisation constituent la base du travail de développement en laboratoire et du premier test avant la fourniture du hardware à l'installation pilote.

Steuerkanäle, kombiniert mit einem vorverarbeitenden Prozessor, darstellt. Die Trennstelle zwischen Anpassungseinheits- und Telegrammeinheitsbereich ist damit ein idealer Anschlusspunkt für «On-line»-Überwachungseinrichtungen oder Hilfsgeräte für die Erzeugung von Steuerinformation (Telegramme) beim Fehlen von Anpassungseinheit und Zentralsteuerung. Heute verfügt die Testgruppe ausser dem mit dem Prototypen gelieferten Telegrammeinheits-Testgerät über eine «On-line»-Überwachungseinrichtung mit Schnelldrucker und einen Kartenleser für die automatische Erzeugung von Steuerinformation.

Software-Hilfen

Um bestimmte Abläufe weitgehend unter Echtzeitbedingungen überprüfen zu können, wurde in der Software ein nur für Testzwecke bestimmtes Programm entwickelt. Dieses erfordert ein Minimum an Infrastruktur und gestattet die Aufbereitung und das Aussenden von beliebigen Steuertelegammsequenzen (maximal 500 Telegramme) und die Registrierung des Informationsaustausches auf dem Schnelldrucker bis zu einer maximalen Telegrammrate von etwa 10 Telegrammen je Sekunde.

424 Einzelne Testphasen

Einheitentest

Der Einheitentest findet unmittelbar nach der Ablieferung einer neuen Hardware-Einheit an die Modellanlage statt.

In erster Linie soll der Einheitentest mögliche Transportschäden aufdecken. Gegenüber der Entwicklerfirma erfüllen diese Prüfarbeiten zudem die Funktion eines Abnahmetestes durch eine neutrale Stelle, wobei allfällige Interpretationsfehler bezüglich Pflichtenheft frühzeitig erkannt werden.

Als Hilfsmittel stehen in der Regel das PCM-Prüfsystem und die einheitenspezifischen Testgeräte zur Verfügung (siehe 423). Ebenfalls zum Einheitentest gehören einige besondere Messungen und Untersuchungen wie Störabstand, Beeinflussung durch äussere Störungen usw.

Kombinierter Test

Beim Test im Verband sollen einerseits die korrekte Zusammenarbeit der Hardware, andererseits ein grosser Teil der Systemfunktionen überprüft werden.

Sobald als möglich werden verschiedene Einheiten zusammengeschaltet. In der Minimalkonfiguration, bestehend aus je einer Einheit je Typ (TE, DE, WE, T und LS), können die wichtigsten Systemfunktionen grundsätzlich überprüft werden. So ist es zum Beispiel möglich, ganze Verbindungsabläufe gemäss den Systemspezifikationen Schritt für Schritt ablaufen zu lassen und die Systemreaktionen systematisch zu überprüfen. Die Funktionsfähigkeit der Trennstellen zwischen den Einheiten und den Entwicklungstrennstellen sowie die Richtigkeit und Vollständigkeit der Pflichtenhefte und Systemspezifikationen werden dabei praktisch erprobt.

Erfahrungsgemäss können in dieser Testphase die Mehrzahl der Pflichtenheft-, Ausführungs- und Spezifikationsfehler sowie allfällige Defekte (Frühausfälle von Bauelementen) entdeckt und eliminiert werden, und

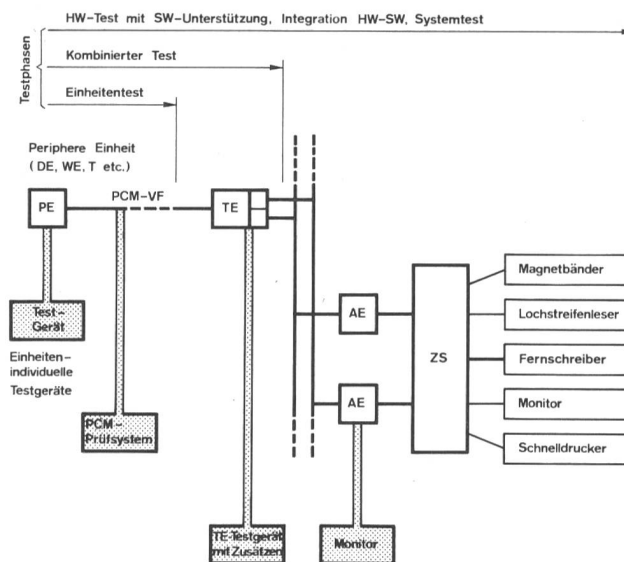


Fig. 4 Testphasen, Testhilfen — Phases de test, auxiliaires de test

Testphasen — Phases de test
 Hardware-Test mit Software-Unterstützung — Test du hardware avec assistance par logiciel
 Integration Hardware/Software — Intégration Hardware/Software
 Systemtest — Test de système
 Kombiniertes Test — Test combiné
 Einheitentest — Test des unités
 Einheitsindividuelle Testgeräte — Equipements de test individuel pour les unités
 PCM-Prüfsystem — Système de test MIC
 Telegrammeinheiten-Testgerät mit Zusätzen — Equipement de test des unités de télégrammes avec accessoires
 Monitor — Moniteur
 Magnetbänder — Bandes magnétiques
 Lochstreifenleser — Lecteur de bandes perforées
 Fernschreiber — Téléimprimeur
 Schnelldrucker — Imprimante rapide
 AE Anpassungseinheit — Unité d'adaptation
 PE Periphere Einheit — Unité périphérique
 TE Telegrammeinheit — Unité de télégrammes
 ZS Zentrale Steuerung — Commande centralisée

422 Conception des tests

Le développement des installations IFS, tel qu'il a été pratiqué jusqu'ici, exigeait que l'installation pilote soit construite de «l'extérieur vers l'intérieur».

Cela signifie qu'une unité nouvellement développée doit tout d'abord être soumise à un test de recette à elle seule. Ce n'est qu'à une date ultérieure qu'il est, en règle générale, possible, par interconnexion avec d'autres unités du système, de vérifier si cette unité fonctionne bien en liaison avec d'autres parties du réseau. Grâce à ce procédé, les défauts existants sont toujours découverts et supprimés au niveau où ils se produisent et exercent leurs effets. Il est ainsi possible d'éliminer, dans une large mesure, les erreurs de fonctionnement complexes dans le système, dues au cumul de plusieurs erreurs simples. On dispose donc pour le développement du logiciel (à la fin des tests concernant le hardware) d'une infrastructure hardware pratiquement exempte d'erreurs.

423 Auxiliaires de test

Pour soutenir le développement du hardware et tester les unités avant qu'elles soient utilisées dans l'installation pilote, on dispose des auxiliaires de test suivants (fig. 4):

zwar bevor die Anlage den Software-Entwicklern für den Programmtest zur Verfügung stehen muss.

Als Testhilfen stehen in der Regel das PCM-Prüfsystem, die einheitenspezifischen Testgeräte und die Testgeräte für die Telegrammeinheit und Zusatzgeräte zur Verfügung (siehe 423).

Hardware-Test mit Software-Unterstützung

Die für diese Testarbeiten eingesetzten Hilfsmittel eignen sich für die Durchführung von Routineprüfungen und hauptsächlich für Untersuchungen bezüglich Telekommunikationsverkehr unter Echtzeitbedingungen.

43 Entwicklung und Test der Software

431 Softwarestruktur

Die IFS-spezifische Software kann folgendermassen aufgeteilt werden:

- Die Software für die Netzsteuerung steuert die verschiedenen Einheiten im Netz und verwaltet die Fernsteuerkanäle.
- Die Telefonie-Software übernimmt den Verbindungsablauf und steuert zugehörige Ausrüstungen, wie Leitungssätze und Register.
- Das Monitorprogramm untersucht die verschiedenen Warteschlangen und teilt den verschiedenen Prozessen unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien (Zeit, Prioritäten usw.) Rechenzeit zu.
- Das Unterhaltssystem der Datenbasis, das beispielsweise bei Änderungen der Netzkonfiguration benützt wird.
- Die Hardware-Testprogramme.
- Die Testprogramme, die als Hilfsmittel zur Entwicklung der Software dienen.

432 Design und Spezifikationen

Ziel des Designs ist das Ausarbeiten der Kriterien, die eine Unterteilung des Systems in Untersysteme gestatten. Es handelt sich dabei um die Definition der zentralisierten Funktionen sowie deren Schnittstellen zu den Anwendungsprogrammen. Nach Abschluss der Design-Phase muss die Struktur der Anwendungsprogramme und der Datenbasis bekannt sein.

Aufgrund der Systempflichtenhefte und der Designergebnisse ist es möglich, die Programmspezifikationen auszuarbeiten und anschliessend die Programme zu koordinieren.

433 Software-Tests

Die Struktur der Anwendungsprogramme weist folgende Grundcharakteristik auf:

- Grosse Auswahl von kleinen Modulen, die durch einfache und standardisierte Schnittstellen mit den Organisationsprogrammen (zum Beispiel dem Monitor) verbunden sind.
- Steuerabläufe, die aus der Ausführung einer Kette von Modulen bestehen, die jeweils die gespeicherten Informationen von den vorhergehenden übernehmen und weiterverarbeiten.
- Die Anzahl der zu testenden Fälle ist sehr gross. Es ist zudem nicht möglich, alle Fälle einfach durch Manipulationen der IFS-Ausrüstung zu generieren.

Systeme de test MIC

L'interface normalisée (2 Mbit/s et code HDB-3 selon spécifications de la CEPT) entre les unités IFS périphériques est prédestinée à la connexion d'un système de test à usage universel.

Les équipements de test développés à cet effet permettent à l'utilisateur d'introduire au choix, dans certains canaux MIC, des informations qui peuvent être définies à volonté. Il peut également surveiller et afficher le flux des informations des canaux présélectionnés.

Equipement de test individuel pour les unités

Ces équipements sont surtout utilisés lors des travaux de développement, mais peuvent aussi rendre des services appréciables dans l'installation pilote. Habituellement, ils servent à surveiller ou à influencer les processus internes et/ou le flux d'information sur des voies de transit internes (bus) des unités.

Equipement de test pour l'unité de télégrammes et les dispositifs auxiliaires

Dans le système, l'unité de télégrammes occupe une place spéciale, en ce sens qu'elle est un multiplexeur et un processeur de prétraitement pour les canaux de commande. L'interface entre l'unité d'adaptation et l'unité de télégrammes est donc un point de raccordement idéal pour les équipements de surveillance «on line». En l'absence de l'unité d'adaptation et de la commande centralisée, il est également possible de simuler des informations de commande. Pour générer et protocoler les informations de commandes nécessaires au système de test MIC, le groupe de test dispose des équipements suivants:

- Equipement de test «unité de télégrammes»
- Lecteur de cartes perforées
- Imprimante rapide

Logiciel d'assistance

Pour qu'il soit possible de contrôler certains processus dans des conditions équivalant au traitement en temps réel, on a développé un programme spécial du logiciel, uniquement à des fins de test. Ce programme exige un minimum d'infrastructure et permet la génération de séquences de programme de commande quelconques (500 télégrammes au maximum). Il enregistre ainsi l'échange d'informations sur l'imprimante rapide, jusqu'à un débit de télégrammes maximal d'environ 10 messages par seconde.

424 Phases de test

Test des unités

Le test des unités est effectué directement après fourniture d'une nouvelle unité hardware à l'installation pilote.

Ce test sert en premier lieu à déceler d'éventuels défauts d'installation ou des dommages dus au transport. A l'égard des maisons chargées du développement, ces tests jouent en plus le rôle de contrôle de recette accompli par un service neutre et permettent de découvrir à temps d'éventuelles erreurs d'interprétation du cahier des charges.

En règle générale, les auxiliaires de test dont on dispose sont le système de test MIC et les équipements de test spécifiques aux unités (voir 423). Font également

- Beim Design wurde darauf geachtet, dass die Echtzeitprobleme soweit als möglich eliminiert werden konnten.

Die hier erwähnten Eigenschaften der Software rechtfertigen den Entscheid, ein «Off-line»-Testsystem zu entwickeln. Die von den Einheiten erzeugten Ereignisse sowie deren Reaktionen auf Software-Steuerbefehle können vorbereitet und auf Magnetband oder Lochstreifen gespeichert werden. Das Testsystem erlaubt, alle logischen Operationen der Software zu prüfen. Nur falsche Auslegungen von Einheitenfunktionen oder Pflichtenheften bleiben unentdeckt. Die Versuche und Resultate der «On-line»- und Integrationstests zeigen, dass diese Methode zwar kostspielig in bezug auf Testvolumen ist, sich aber bezahlt macht.

Um die Qualität der Programme auch nach Änderungen weiterhin zu gewährleisten, wird in einer nächsten Phase ein automatischer Testergebnisvergleich eingeführt. Bei jeder Änderung besteht nämlich die Gefahr, einen neuen Fehler einzubauen. Es ist deshalb nötig, die logischen Zusammenhänge im System auch nach scheinbar geringen Änderungen zu überprüfen. Aus organisatorischer Sicht hat das «Off-line»-Testsystem den Vorteil, die «Batch»-Verarbeitung zu ermöglichen, womit der Programmierer seine Arbeit unabhängig vom Prozessor (bezüglich Ort und Zeit) ausführen kann.

Die Implementationstechnik der angewandten Software begrenzt die Möglichkeiten des Testsystems. Gegenüber einem integrierten System, das die Implementation und den Test vereinigt, weist unser Testsystem einige Nachteile auf wie:

- Es ist nicht möglich, interaktiv zu arbeiten.
- Da die Anlage vom Elektronischen Rechenzentrum der PTT benützt wird, sind die möglichen Assemblierungen auf zwei Run im Tag begrenzt.
- Die vor der Assemblierung benützten Programmsymbole können im Testbetrieb nicht verwendet werden.

434 Produktivität

Die durchschnittliche Programmierproduktivität einschliesslich Programmspezifikationen und Dokumentation betrug ungefähr 7 Befehle je Mann-Tag.

44 Integration Hardware–Software

Nach dem erfolgreichen Abschluss der Testarbeiten an der Hardware wird die off-linegeprüfte Software schrittweise mit der Hardware integriert. Durch die Prüfung in sich abgeschlossener Abläufe unter Echtzeitbedingungen werden die Funktionen sämtlicher neu eingeführter Software-Teile sowie die Einhaltung der Systemspezifikationen überprüft. Fehlinterpretationen der Hardware-Pflichtenhefte bei der Ausarbeitung der Software-Spezifikationen werden in dieser Testphase entdeckt und mögliche Diskrepanzen behoben.

Entsprechend einem je Systemeinheit ausgearbeiteten Abnahmetest-Pflichtenheft werden die Reaktionen von Hardware und Software (im gewünschten Zeitpunkt) nicht mehr simuliert, sondern durch geeignete Konsolen- und/oder Hardware-Eingriffe erzeugt. Ein Echtzeitregistrierprogramm ermöglicht die Aufzeichnung der Software-Abläufe und des Datenaustausches zwischen Hardware und Software.

partie du test des unités certaines vérifications particulières telles que la mesure du rapport signal/bruit, des influences dues à des perturbations extérieures, etc.

Test combiné

Lors du test combiné, il s'agit, d'une part, de contrôler le fonctionnement correct du hardware et de vérifier, d'autre part, une grande partie des fonctions du système. Différentes unités sont interconnectées dès que possible. Dans la configuration minimale, qui consiste en une unité de chacun des types «télégrammes», «commutation», «sélection», «terminal» et «ligne», il est possible de contrôler les fonctions essentielles du système. On peut ainsi, par exemple, simuler pas à pas des processus de liaison complets, conformément aux spécifications, et vérifier systématiquement les réactions du système. Cela permet de contrôler si les interfaces entre les parties du système développées séparément fonctionnent irréprochablement. De plus, il est possible, au cours de cette phase de test, de voir si les cahiers des charges et les spécifications du système sont corrects et complets. L'expérience a montré que ces objectifs sont atteints. Il est possible de mettre à la disposition des ingénieurs de développement du logiciel une installation pratiquement exempte de défauts et conforme aux spécifications. En règle générale, les moyens de test utilisés à cet effet sont le système de test MIC, les équipements de test spécifiques aux unités ainsi que les équipements de test pour l'unité de télégrammes et les dispositifs accessoires (voir 423).

Test hardware avec assistance par logiciel

Les moyens de test utilisés pour ces travaux se prêtent à la réalisation de tests de routine et principalement au contrôle du trafic de télégrammes dans des conditions correspondant à celles du traitement en temps réel.

43 Développement et tests du logiciel

431 Structure du logiciel

Le logiciel spécifique aux fonctions IFS peut être subdivisé de la manière suivante:

- Le logiciel de contrôle du réseau commande les différentes unités du réseau et assure l'existence de canaux de télécommande.
- Le logiciel concernant les liaisons téléphoniques établit et déconnecte les communications en contrôlant les équipements associés, tels que circuits de ligne, enregistreurs.
- Le programme moniteur explore les différentes queues d'attente et attribue du temps de processeur aux différents processus en cours, selon des critères temporels et de priorité.
- Le système de maintenance de la base de données, nécessaire, par exemple, lors du changement de la configuration du réseau.
- Les programmes de test des équipements.
- Les auxiliaires de test utilisés comme supports au développement du logiciel.

432 Design et spécifications

Le but du design est d'élaborer les critères permettant la division du système en sous-systèmes. Il s'agit de dé-

Systemtest

Beim Systemtest werden Systemfunktionen überprüft, bei denen mehrere Systemeinheiten beteiligt sein können. Unter allen zulässigen und im Betrieb zu erwartenden Bedingungen muss die spezifizierte Systemreaktion gewährleistet sein. Insbesondere dürfen sich gleichzeitig ablaufende Vorgänge nie in unzulässiger Weise beeinflussen, wie zum Beispiel:

- Überprüfung der Anrufbehandlung mit und ohne Hardware-Fehler im Netz sowie bei verschiedenem Verhalten des Teilnehmers.
- Auch mehrere gleichzeitig ablaufende Steuerwegrekonfigurationen müssen zu einer stabilen Konfiguration der neuen Steuerwege führen.

45 Erkenntnisse aus den Entwicklungs- und Testarbeiten

Das Vorgehen beim Aufbau und bei den Testarbeiten an der Modellanlage hat sich, gesamthaft gesehen, bewährt.

Die «Off-line»-Prüfung von Hardware und Software und damit die Elimination der Fehler im frühestmöglichen Zeitpunkt wirkte sich positiv auf den Arbeitsfortschritt in allen Phasen aus. In jeder Phase wurden praktisch alle Fehler und Schwierigkeiten entdeckt und auch eliminiert, die aufgrund der jeweiligen vorhandenen Mittel und des Entwicklungsstandes überhaupt gefunden werden konnten. Das gewählte und zum Teil durch den Entwicklungsverlauf bedingte Vorgehen brachte zudem eine grösstmögliche Entkoppelung der Hardware- und Software-Entwicklungsarbeiten, was die Koordination zwischen den Entwicklungsbereichen wesentlich erleichterte.

Sporadisch auftretende Fehler (Entwicklungsfehler, fehlerhafte Bauelemente sind in diesem Zusammenhang nicht interessant) können im Testbetrieb kaum oder mindestens nur mit unverhältnismässig hohem Aufwand eingegrenzt werden. Für die Beseitigung solcher Schwierigkeiten eignet sich eine ruhige Betriebsphase mit klar definierten Umweltbedingungen besser.

5 Dauerbetriebsversuch

51 Begründung, Zielsetzung

Im Testbetrieb wird kaum unter Normalbedingungen gearbeitet, das heisst, dass aus den Erfahrungen in den kurzen Betriebsphasen keine zuverlässigen Schlüsse über das Verhalten des Systems im späteren Einsatz gezogen werden können.

Während beim Test anzustreben ist, dass alle denkbaren Ausnahmesituationen erzeugt und die korrekte Reaktion des Systems überprüft werden können, werden im Normalbetrieb Eingriffe nur vorgenommen, wenn dies die Situation erfordert.

Die Ziele in der ersten Entwicklungsphase waren im technischen Bereich vor allem auf die Ausarbeitung der Konzepte für die digitale Vermittlung und die Steuerfunktionen ausgerichtet. Die Ergebnisse sollten in der Modellanlage überprüft werden.

Für eine umfassende Lagebeurteilung sind aber nach Abschluss der Systemtests noch nicht alle Grundlagen

finir les fonctions qui seront centralisées ainsi que leurs interfaces avec les programmes d'application. La structure des programmes d'application, ainsi que celle de la base de données doivent être connues lorsque le design est terminé.

En appliquant les résultats obtenus aux cahiers des charges du système, il est possible d'écrire les spécifications des différents programmes, puis de coder ces derniers.

433 Tests du logiciel

Les caractéristiques essentielles de la structure des programmes d'application sont:

- Un grand nombre de petits modules, liés aux programmes d'organisation, par exemple le programme moniteur, par des interfaces simples et standardisées.
- Un processus qui consiste dans l'exécution d'une chaîne de ces modules, chaque module utilisant les données mémorisées par son prédécesseur.
- Le nombre des cas à tester est élevé. Les cas possibles ne sont pas tous susceptibles d'être générés par des manipulations simples des équipements IFS.
- Le design a éliminé dans une large mesure les problèmes temporels.

Les motifs ci-dessus justifient la décision de développer un système de tests «off line». A l'aide de commandes appropriées sur bande perforée ou sur bande magnétique, il est possible de simuler les événements provenant des équipements, de même que les réactions de ces équipements à des commandes du logiciel. En fait, ce système de tests permet de vérifier toutes les opérations logiques du logiciel. Seuls les cas d'interprétations erronées des fonctions des équipements ou des cahiers des charges restent cachés.

Les expériences et les résultats des tests «on line» et des tests intégrés montrent que cette manière de procéder, bien que coûteuse du point de vue du volume des travaux de test, est efficace.

Dans une prochaine étape, il sera possible d'assurer la qualité des programmes par la vérification automatique des résultats des tests, même après des modifications. En effet, il y a un danger d'introduction d'erreurs avec chaque modification, c'est pourquoi il est nécessaire de vérifier la logique du système, même après des changements apparemment mineurs. Du point de vue de l'organisation, le système de tests «off line» permet le travail en «batch», ce qui permet aux programmeurs d'exécuter leurs travaux sans être liés au processeur.

Les techniques d'implémentation du logiciel utilisées limitent les possibilités du système de tests. Il présente cependant certains inconvénients par rapport à un système de tests intégré au support d'implémentation du logiciel, tels que, par exemple:

- Il est impossible de travailler de manière interactive.
- Le fait d'utiliser l'ordinateur du centre de calcul électronique des PTT limite à deux par jour le nombre d'assemblages.
- Il est impossible d'utiliser les symboles des programmes lors des tests.

434 Productivité

La productivité moyenne des programmeurs, y compris les spécifications des programmes et la documenta-

vorhanden; besonders bleiben noch folgende wichtige Fragen offen:

- Können mit den angewandten Testmethoden alle vorhandenen Fehler gefunden und ausgemerzt werden?
- Sind die bei den Tests erarbeiteten Erkenntnisse auch für den Normalbetrieb gültig?
- Gibt es Fehler, die aufgrund der kurzen Beobachtungszeiten bei den Testarbeiten nicht entdeckt werden konnten?
- Genügen die im System verwirklichten Vorkehrungen bezüglich Fehlerentdeckung und Fehlerumgehung?
- Müssen für spätere Entwicklungsphasen zusätzliche Test- und Überwachungshilfsmittel bereitgestellt werden?
- Wie weit kann auch bei minimaler Redundanz ein unterbrochener Betrieb gewährleistet werden (Reparatur on-line)?
- Ist die Modellanlage auch ohne Kreisbetriebszentrum betreibbar?

Für die Klärung dieser Fragen eignet sich ein Dauerbetrieb der Anlage und deren Beschaltung mit reellem Verkehr am besten.

52 Randbedingungen

Die Konfiguration der Modellanlage wurde nicht nach betrieblichen, sondern nach funktionellen und finanziellen Gesichtspunkten festgelegt. Aus diesem Grund besitzt die Anlage nur minimale Redundanz. Wird zum Beispiel eine Einheit für Unterhaltsarbeiten kurzzeitig ausser Betrieb genommen, ist für die Dauer des Eingriffes keine Redundanz mehr vorhanden, und Fehler können in solchen Fällen zu einem Totalausfall führen.

Für die Beschaltung mit reellem Verkehr werden heute etwa 75 % der Leitungen eines Bündels über die Modellanlage geleitet (Zentrale Bern-Bollwerk). Es ist offensichtlich, dass ein Ausfall der Anlage in der Hauptverkehrszeit eine starke Verminderung der Dienstqualität zur Folge hätte. Dem Teilnehmer kann dies nur in Ausnahmefällen und zudem nur für kurze Zeit zugemutet werden. Geeignete Massnahmen zur Sicherung des Betriebes sind daher erforderlich.

53 Die Versuchsanordnung

Figur 5 sowie Tabelle II zeigen die Modellanlage in der konventionellen Umgebung und wie sie mit reellem Verkehr beschaltet wird.

54 Massnahmen zur Betriebssicherung

Um trotz der geringen Redundanz des Systems den Betrieb sicherstellen zu können beziehungsweise dem Teilnehmer auch im Fehlerfall eine genügende Dienstqualität anzubieten, wurden folgende Massnahmen ergriffen:

- **Umschaltmöglichkeit.** Die Anschlüsse am Hauptverteiler sind steckbar ausgeführt, so dass in längstens 15 Minuten sämtliche für den Versuch benutzten Leitungen auf die konventionellen Anlagen zurückgeschaltet werden können.
- **Dauerbesetzung der Anlage.** Mit der dauernden Besetzung der Anlage durch Mitarbeiter der Testgruppe

tion, s'est élevée à environ 7 instructions par programmeur et par jour.

44 Intégration hardware — logiciel

Une fois que les essais portant sur le hardware ont été fructueux, le logiciel testé «off line» est intégré progressivement au hardware. Les fonctions de tout le logiciel nouvellement implémenté ainsi que la concordance avec les spécifications du système sont vérifiées par des essais comprenant des processus complets se déroulant en temps réel. Durant cette phase, on découvre et supprime au besoin les erreurs dues à une interprétation erronée des cahiers des charges hardware lors de l'élaboration des spécifications du logiciel.

Un cahier des charges pour tests de recettes est établi pour chaque type d'unité du système. Les fonctions du hardware et du logiciel (au moment voulu) ne sont plus simulées pour chaque unité du système, mais provoquées par entrée de commande, sur les consoles et/ou par intervention dans le hardware. Un programme particulier d'enregistrement en temps réel permet l'enregistrement des processus de logiciel et celui de l'échange des données entre le hardware et le logiciel.

Test du système

Lors du test du système, on vérifie des fonctions du système, auxquelles plusieurs unités peuvent participer. La réaction spécifiée pour le système doit être assurée dans toutes les conditions que l'on peut admettre et prévoir en cours d'exploitation. Il faut notamment exclure les interactions inadmissibles entre des processus se déroulant simultanément, par exemple:

- Vérification du traitement des appels dans le réseau avec ou sans erreurs de hardware ainsi qu'en cas de comportements différents de l'abonné.

Tabelle II. Beschaltung der Modellanlage mit reellem Verkehr

Tableau II. Mise sous trafic réel de l'installation pilote

Total Leistungen Nombre total des lignes	Abgehende Leitungen nach Lignes sortantes vers	Anzahl Leitungen Nombre de lignes	Nummernbereich Secteur de numérotation
40	Biglen	2	90 ...
	Grosshöchstetten	2	91 ...
	Münsingen	8	92 ...
	Schwarzenburg	4	93 ...
	Neuenegg/Laupen	5	94 ...
	Gümmenen	5	95 ...
	Jegenstorf	5	96 ...
	Konolfingen	2	99 ...
3	HA (Überlauf) Débordement	7	Alle, ausgenommen Tous, sauf 97 ... 98 ...
	Teststation Appareil de test	3	98 ...
40	Ankommende Leitungen von Lignes entrantes de	Quartierzentrale Bollwerk Central de quartier Bollwerk	
3	Teststation Appareil de test		

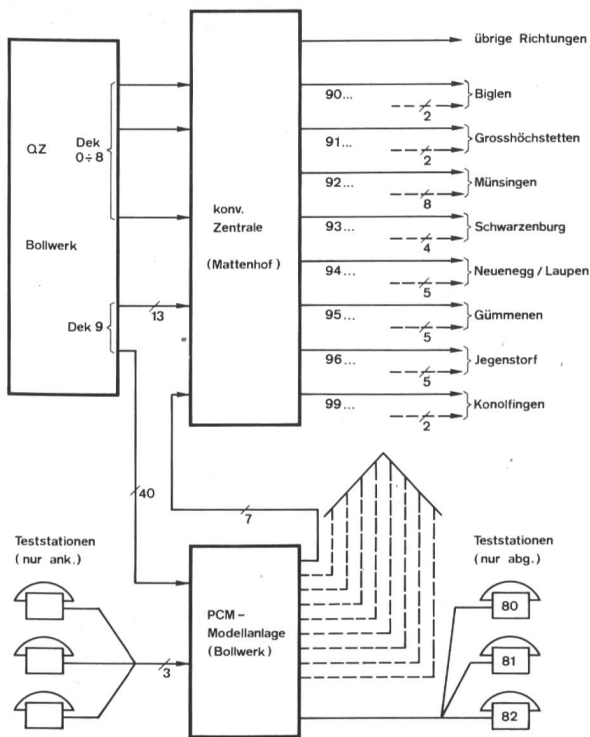


Fig. 5
Die IFS-Modellanlage als Transitzentrale — L'installation pilote IFS en tant que central de transit
Übrige Richtungen — Autres directions
Weitere Erläuterungen siehe Figur 3, S. 8 — Autres explications, voir figure 3, p. 8

oder aus dem Software-Entwicklungsteam wird sichergestellt, dass auftretende Schwierigkeiten und Fehler rasch analysiert und alle notwendigen Massnahmen zeitgerecht getroffen werden können.

- Automatische Überwachung (Fig. 6). Eine automatische Überwachungseinrichtung ist über die Leitungs-

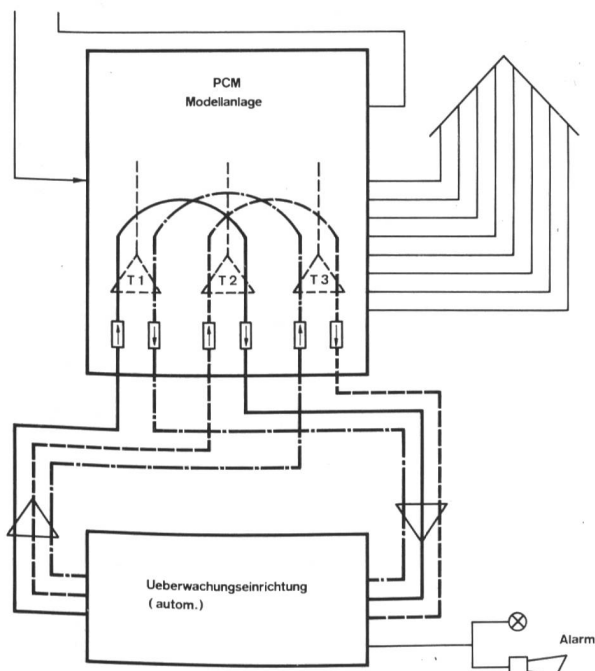


Fig. 6
Automatische Überwachung für den Dauerbetrieb — Surveillance automatique en service continu
Überwachungseinrichtung — Equipement de surveillance (automatique)
PCM-Modellanlage — Installation pilote MIC
Alarm — Alarme

- Même si plusieurs reconfigurations de canaux de télécommande se déroulent simultanément, il faut que la nouvelle configuration soit stable.

45 Connaissances acquises grâce aux travaux de test et de développement

Vue dans l'ensemble, la méthode adoptée lors de la constitution de l'installation pilote à l'occasion des travaux de test a donné, de bons résultats.

Le contrôle «off line» du hardware et du logiciel, partant l'élimination des erreurs à un stade aussi précoce que possible, s'est répercuté positivement sur l'avancement des travaux à toutes les étapes. Dans chacune d'entre elles, il a été possible de découvrir et d'éliminer pratiquement tous les défauts et difficultés pouvant être décelés à l'aide des moyens dont on disposait et selon l'état de développement du système. La méthode adoptée et partiellement imposée par l'évolution du développement a permis, par ailleurs, une séparation aussi poussée que possible entre les travaux d'élaboration du hardware et du logiciel, ce qui a grandement facilité la coordination entre les secteurs de développement.

Les erreurs sporadiques (erreurs de développement, les modules défectueux ne présentant pas d'intérêt à cet égard) ne peuvent être que rarement décelées lors des essais de test si ce n'est que par la mise en œuvre de moyens dont l'importance est disproportionnée au regard des résultats obtenus. Une période d'exploitation calme dans des conditions d'environnement clairement définies permet au mieux d'éliminer de telles difficultés.

5 Essais en service continu

51 Justification, objectifs

Lors des tests, on travaille rarement dans des conditions normales. Au vu des expériences faites pendant ces courtes périodes, il est donc impossible de tirer des conclusions sûres concernant le comportement du système en exploitation continue.

Durant le test, on s'efforce de reproduire toutes les situations possibles et on contrôle si le système réagit correctement. En service normal, on ne procède à des interventions que si la situation l'exige.

Durant la première phase de développement, les objectifs visés dans le domaine technique consistaient surtout dans l'élaboration d'une conception portant sur la commutation numérique et les fonctions de commande. L'installation pilote devait permettre de vérifier les résultats.

Tous les renseignements permettant de juger en détail de la situation ne sont cependant pas encore disponibles à l'achèvement des tests du système. Certaines questions importantes restent encore en suspens, telles que:

- Les méthodes de test utilisées permettent-elles de déceler et d'éliminer tous les défauts existants?
- Les conclusions découlant des tests s'appliquent-elles également au service normal?
- Peut-on concevoir des erreurs ne pouvant être découvertes lors des tests, en raison des brèves durées d'observation?
- Les méthodes adoptées dans les systèmes suffisent-elles à déceler et à éviter les erreurs?

sätze für Teststationen so angeschlossen, dass periodisch Verbindungen über alle drei Terminals aufgebaut und vollständig überprüft werden können. Registriert werden die Anzahl Anrufe sowie die erfolgreichen und die misslungenen Versuche. Kann ein Anruf nicht erfolgreich auf- und abgebaut werden, wird ein Alarm ausgelöst.

- *Periodische Überprüfung der Datenbasis und der Zählerstände der Taxizähler.* Die Datenbasis (Software-Abbild des Hardware-Zustandes) wird bei jedem Schichtwechsel überprüft, desgleichen die Zählerstände der Taximpulszähler für die ankommenden Leitungen.
- *Periodische Überprüfung sämtlicher ankommender und abgehender Leitungen.* Gezielte Anrufe über sämtliche angeschlossenen Leitungen (mit Durchsprechen) ergänzen die automatische Überwachung.
- *Registrierung der Gesprächsdauer für sämtliche ankommenden und abgehenden Leitungen.*
- *Kontakt zum Störungsdienst.* Der Störungsdienst wurde angewiesen, sämtliche Unregelmässigkeiten betreffend der Wahldekade 9 in der Zentrale Bern-Bollwerk sofort dem Schichtführer mitzuteilen, auch wenn nicht eindeutig feststeht, ob die Modellanlage überhaupt an den beanstandeten Verbindungen beteiligt ist.

55 Ablauf des Dauerbetriebsversuches

Am 22. Juli 1976 wurden erstmals 10 Leitungen (Ausgänge Dekade 9 der Quartierzentrale Bern-Bollwerk) auf die Modellanlage geschaltet. Bis 8. August fand eine schrittweise Erhöhung statt, und von diesem Zeitpunkt an waren bis zum 30. September dauernd 35...40 Leitungen im Betrieb, dazu 3 Leitungen für die automatische Überwachung.

Vom 30. September bis 4. Oktober des gleichen Jahres wurde der Versuch unterbrochen, um Fehler im AE/TE-Bereich zu beheben. Die Wiederinbetriebnahme geschah am 5. Oktober, und der Versuch dauerte bis zum 26. Oktober 1976. In der letzten Woche (22.—26. Oktober) wurden bewusst mit erhöhtem Risiko während der verkehrsschwachen Zeiten zusätzliche Versuche durchgeführt.

56 Ergebnisse

Gesamthaft gesehen arbeitet das System zuverlässig. In der Folge werden einige Daten über den Versuchsbetrieb zusammengestellt:

<i>Teilnehmerverkehr</i>	
Anzahl Belegungen	181 412
Effektive Verbindungen	102 910
Ineffektive Verbindungen	78 502 (etwa 43 %)
Mittlere Gesprächsdauer	195 s

<i>Überwachungsverkehr</i>	
Anzahl Belegungen	740 064
Effektive Verbindungen	740 018
Ineffektive Verbindungen	46

Meldungen des Störungsdienstes

Vom Störungsdienst wurden insgesamt 8 Störungen gemeldet. In 3 Fällen lag die Ursache beim IFS, in den restlichen 5 Fällen in den konventionellen Ausrüstungen.

- Faut-il préparer des moyens de surveillance et de test supplémentaires pour les phases de développement ultérieures?
- Dans quelle mesure peut-on assurer un service ininterrompu, compte tenu d'une redondance minimale (réparations «on line»)?
- L'installation pilote peut-elle aussi être exploitée sans le centre d'exploitation d'arrondissement (KBZ)?

En vue de tirer ces questions au clair, la meilleure méthode est de procéder à un service continu de l'installation et de l'exploiter dans des conditions de trafic réelles.

52 Hypothèses de travail

La configuration de l'installation pilote n'a pas été déterminée d'après des critères d'exploitation, mais au vu de considérations fonctionnelles et financières. C'est pourquoi l'installation a été conçue avec une redondance minimale. Si, par exemple, en raison de travaux d'entretien, une unité est mise hors service pour une brève durée, aucune redondance n'est prévue pour la durée de l'intervention. Des défauts peuvent, en pareil cas, conduire à une défaillance totale du système. Pour que l'installation puisse traiter du trafic réel, on l'a reliée à 75 % environ des lignes d'un faisceau du central de Berne-Bollwerk. Il est évident qu'une défaillance de l'installation qui surviendrait durant les heures de pointe conduirait à une forte diminution de la qualité du service. Or, une telle situation n'est supportable pour les abonnés qu'exceptionnellement et pour une brève durée. Il est dès lors nécessaire de prendre toutes mesures utiles pour assurer la sûreté de l'exploitation.

53 Dispositif d'essai

La figure 5 et le tableau II montrent l'installation pilote et son environnement classique, ainsi que la configuration des circuits qui lui permettent de traiter du trafic réel.

54 Mesures visant à garantir la sûreté de l'exploitation

Pour que la sûreté de l'exploitation soit garantie, c'est-à-dire pour que les abonnés bénéficient d'une qualité du service suffisante, malgré la faible redondance du système, on a pris les mesures suivantes:

- *Possibilité de commutation.* Les raccordements au répartiteur principal sont embrochables, si bien que toutes les lignes utilisées pour les essais peuvent être transférées en 15 minutes au plus sur des installations classiques.
- *Occupation continue de l'installation.* Etant donné que l'installation est continuellement occupée par des collaborateurs du groupe de test ou par des ingénieurs chargés du développement du logiciel, il est possible d'analyser rapidement les erreurs pouvant survenir et de prendre à temps toutes les mesures correctives nécessaires.
- *Surveillance automatique (fig. 6).* Un dispositif de surveillance automatique est raccordé par l'intermédiaire des équipements de ligne pour appareils de test. Des

Totalausfälle

Während der Versuchsdauer waren 6 Systemzusammenbrüche (Totalausfälle für die Dauer von 2...5 Minuten) zu verzeichnen. In 4 Fällen hatten kurzzeitig aufgetretene Fehler zur Folge, dass Systemteile oder Steuerwege auch in dem zu diesem Zeitpunkt schon redundanzlosen System ausgeschaltet wurden. Durch eine Modifikation der entsprechenden Steuerprogramme soll diese Reaktion des Systems auf transiente Fehler in Zukunft verbessert werden. In einem weiteren Fall war ein unsachgemässer Hardware-Eingriff die Ursache, und bei einem Systemzusammenbruch genügten die vorhandenen Daten nicht für die eindeutige Abklärung.

Hardware-Ausfälle

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen musste mit einer Fehlerrate für die aktiven Bauelemente von etwa $15 \cdot 10^{-9}/h$ gerechnet werden. In der Einsatzzeit von 3 Monaten war mit dem Auftreten von 2...3 Hardware-Ausfällen zu rechnen; tatsächlich mussten 7 defekte Bauelemente ersetzt werden.

Betrieb ohne Kreisbetriebszentrum

Für die Modellphase I war nicht geplant, ein Kreisbetriebszentrum aufzubauen. Die IFS-Anlagen sollen aber in Ausnahmefällen, wenn auch mit weniger Komfort, über die Konsole der Zentralsteuerung betrieben werden können.

Der Dauerversuch zeigte, dass grundsätzlich ein unterbrochener Betrieb möglich ist. Das System kann auch ohne Kreisbetriebszentrum benützt werden. Allerdings genügt für diesen Fall die heute verfügbare Dokumentation den Anforderungen noch nicht, und das Fehlen der Plausibilitätsprüfungen bei vielen Eingriffen über die Konsole der Zentralsteuerung erfordert den Einsatz von höherqualifiziertem Personal.

6 Schlussbemerkungen

Mit dem erfolgreichen Abschluss des Dauerversuches ist das Ziel der ersten Entwicklungsetappe (Modellphase I) erreicht. Ein unterbrochener Betrieb mit genügender Dienstqualität ist grundsätzlich möglich. Hardware und Software arbeiten sehr zuverlässig, wenn man von den aufgedeckten Entwicklungsfehlern absieht.

Die angewandten Testmethoden und das Vorgehen beim Aufbau der Modellanlage haben sich bisher bewährt. Der Dauerbetrieb förderte keine Fehler zutage, die mit vertretbarem Aufwand bereits in einer früheren Testphase hätten entdeckt werden können. Trotzdem, oder gerade aus diesem Grund, wird man auch in späteren Phasen nicht auf solche dauerbetriebsähnlichen Versuche verzichten können, wenn das System als Ganzes beurteilt werden soll.

Die Besetzung der Anlage durch Entwicklungspersonal rund um die Uhr trägt wesentlich zu einer lückenlosen Erfassung und Auswertung der anfallenden Daten bei, ist aber sehr aufwendig. Künftig wird man daher die Hilfsmittel für eine automatische Prüfung und Überwachung ausbauen müssen. Zudem ist bei der Wahl der Leitungen für die Beschaltung mit reellem Verkehr darauf zu achten, dass Ausfälle der Versuchsanlage nur kleine Teile der einzelnen Bündel betreffen.

communications périodiques peuvent ainsi être établies et entièrement contrôlées. Les trois terminaux sont utilisés à tour de rôle. On enregistre le nombre des appels ainsi que les essais fructueux. Si une communication ne peut être établie ou interrompue avec succès, une alarme est déclenchée.

- *Vérification périodique de la base de données et de l'état des compteurs de taxe.* La base de données (configuration en logiciel de l'état du hardware) est contrôlée à chaque changement d'équipe, en même temps qu'est relevé l'état des compteurs d'impulsions de taxe des lignes entrantes.
- *Contrôle périodique de toutes les lignes entrantes et sortantes.* Des appels systématiques empruntant toutes les lignes raccordées (communications d'essai) complètent la surveillance automatique.
- *Enregistrement de la durée des conversations pour toutes les lignes entrantes et sortantes.*
- *Rapports entretenus avec le service des dérangements.* Le service des dérangements a été chargé d'annoncer immédiatement au chef d'équipe toutes les irrégularités affectant la décade de sélection 9 du central de Berne-Bollwerk, même dans les cas où il n'était pas certain que l'installation pilote participe ou non à la communication mise en cause.

55 Déroulement du service d'essai continu

Le 22 juillet 1976, 10 lignes (sorties de la décade 9 du central de quartier de Berne-Bollwerk) ont été connectées pour la première fois sur l'installation pilote. Jusqu'en date du 8 août, ce nombre de lignes a été progressivement augmenté. A partir de cette époque et jusqu'au 30 septembre 35...40 lignes, y compris 3 lignes pour la surveillance automatique, ont été continuellement en service.

Du 30 septembre au 4 octobre de la même année, les essais ont été interrompus, afin qu'il soit possible de supprimer les défauts dans le secteur des unités d'adaptation et de télégrammes. La remise en service a eu lieu le 5 octobre et l'essai a été poursuivi jusqu'au 26 octobre. La dernière semaine (22 au 26 octobre), on savait qu'il fallait s'attendre à des risques plus élevés vu que des essais supplémentaires étaient réalisés pendant les heures à faible trafic.

56 Résultats

Vue dans l'ensemble, la fiabilité du système est satisfaisante. Les quelques indications qui suivent renseignent sur les résultats obtenus pendant le service d'essai:

Trafic d'abonné

Nombre d'occupations	181 412
Communications fructueuses	102 910
Communications infructueuses	78 502
	(environ 43 %)
Durée moyenne des conversations	195 s

Trafic de surveillance

Nombre d'occupations	740 064
Communications fructueuses	740 018
Communications infructueuses	46

Der mit der ersten Etappe der Systementwicklung verbundene Erfolg hat unter anderem dazu beigetragen, dass ein neuer Vertrag zwischen den Partnern der Arbeitsgemeinschaft PCM für die nächsten Phasen unterschrieben werden konnte. Die System- und Implementierungseigenschaften, die in der Modellanlage geprüft werden können, weisen darauf hin, dass der eingeschlagene Weg gangbar ist. Es muss aber doch bemerkt werden, dass sich das gesamte Betriebs- und Wartungskonzept [3, 4], das noch nicht verwirklicht ist, auf die Hardware- und Software-Detaillösungen auswirken wird. Wenn auch die heutigen Lösungen allgemein gültig bleiben, muss dennoch mit einem grossen Entwicklungsaufwand für den Einbau der erforderlichen Funktionen gerechnet werden.

Die Modellanlage stellt für die kommenden Tests der weiteren Phasen ein Werkzeug dar, auf das es schwierig scheint zu verzichten.

Schliesslich darf behauptet werden, dass die Arbeitsgemeinschaft PCM den Beweis dafür geliefert hat, dass sie in der Lage ist, ihre Aufgabe zu erfüllen. Dies gilt sowohl für die Organisation als auch bezüglich Entwicklungskapazität.

Bien que le fait d'occuper l'installation 24 heures sur 24 par du personnel des groupes de développement contribue largement à la saisie complète des données et à leur analyse, cette méthode se révèle très compliquée et coûteuse. A l'avenir, il faudra donc prévoir des dispositifs automatiques de test et de surveillance du système. Par ailleurs, il importe de choisir les lignes mettant l'installation sous trafic réel de manière que les défaillances n'affectent que peu de circuits des divers faisceaux.

Le but fixé pour la première étape du développement du système est atteint. Le succès rencontré est l'un des motifs qui ont rendu possible la signature d'un nouveau contrat engageant la communauté de travail MIC pour les étapes suivantes. Les propriétés qui peuvent être vérifiées par l'installation pilote font penser que la marche suivie aussi bien en ce qui concerne le système lui-même que l'implémentation est correcte.

Il faut cependant remarquer que la conception générale de l'exploitation et de la maintenance du système [3, 4], élaborée pendant le développement de la première phase, se répercutent profondément sur le détail des solutions hardware et software implémentées. Si, du point de vue général, ces solutions demeurent valables, il n'en reste pas moins qu'un gros effort de développement doit être fourni pour que soient apportées toutes les modifications nécessaires.

Pour les tests des phases suivantes, l'installation pilote représente un outil auquel il paraît difficile de renoncer.

La communauté de travail MIC a prouvé qu'elle était à la hauteur de sa tâche, tant par son organisation que par sa capacité de développement.

Avis du service des dérangements

Le service des dérangements a annoncé en tout 8 dérangements. Dans 3 cas, la cause en était imputable à l'IFS, dans les 5 autres aux équipements classiques.

Défaillances totales

Pendant la durée d'essais, on a observé 6 défaillances du système (défaillances totales d'une durée de 2...5 minutes). Dans 4 cas, des défauts de brève durée ont eu pour effet de déconnecter des parties de système ou des itinéraires de commande, étant donné qu'à cet instant déjà le système était sans redondance. Une modification des programmes de commande correspondants permettra d'améliorer, à l'avenir, la réaction du système à l'égard de défauts transitoires. Dans un autre cas, une intervention incorrecte dans le hardware était à l'origine de la panne, tandis qu'une défaillance totale du système ne put être entièrement tirée au clair, les données disponibles n'étant pas suffisantes.

Défaillances du hardware

Au vu des expériences faites jusqu'ici, il fallait s'attendre à un taux d'erreurs pour les composants actifs d'environ $15 \cdot 10^{-9}/h$. Durant la période d'essai de 3 mois, 2...3 défaillances du hardware étaient donc prévisibles. En fait, 7 composants défectueux ont dû être échangés.

Service sans centre d'exploitation d'arrondissement

Il n'était pas prévu d'établir un centre d'exploitation d'arrondissement pour la phase I de l'installation pilote. Dans des cas exceptionnels, il est toutefois souhaitable que les installations IFS puissent être desservies par l'intermédiaire de la console de la commande centralisée, même s'il en résultait une diminution du confort.

Le service continu a prouvé qu'il était en principe possible d'entretenir une exploitation ininterrompue. Le système peut aussi être desservi sans centre d'exploitation d'arrondissement. La documentation dont on dispose aujourd'hui en pareil cas ne suffit cependant pas aux exigences. L'absence d'un test de plausibilité pour de nombreuses interventions faites par l'intermédiaire de la console de la commande centralisée exige un personnel très qualifié pour desservir l'installation.

6 Conclusions

L'essai continu ayant été achevé avec succès, on peut dire que l'objectif de la première étape de développement (phase I) est atteint. Il s'est révélé possible d'exploiter l'installation de manière ininterrompue et d'assurer une qualité du service suffisante. Le fonctionnement du hardware et du logiciel est très sûr, si l'on fait abstraction des erreurs de développement découvertes. Jusqu'ici, les méthodes de test utilisées et la conception adoptée pour l'établissement de l'installation pilote ont fait leurs preuves. Aucune erreur n'est apparue à la suite du service continu, qui n'aurait pu être découverte dans une phase de test antérieure, par la mise en œuvre de moyens raisonnables. Malgré cela, ou précisément pour cette raison, on ne pourra renoncer à de tels essais continus dans des phases de développement ultérieures, si le système doit faire l'objet d'une appréciation d'ensemble.

Bibliographie

- [1] *Wuhrmann K.* Das Integrierte Fernmeldesystem IFS-1. Bern, Techn. Mitt. PTT 51 (1973) Nr. 12, S. 554...578.
- [2] *Suter W.* Die Systemgrundlagen des Integrierten Fernmeldesystems (IFS). Bern, Techn. Mitt. PTT 55 (1977) Nr. 9, S. 398...410.
- [3] *Wuhrmann K.* Die Grundsätze des Betriebes für das IFS. Wird in den Techn. Mitt. PTT Nr. 3, 1978, erscheinen.
- [4] *Bieri G.* Les dispositifs d'exploitation et d'entretien assisté par ordinateur dans le système IFS. Zürich, Bull. SEV 67 (1976) N° 18, p. 974...977.
- [5] *Herheuser R. und Hochreutener M.* Die vollelektronische und speicherprogrammierte Telexzentrale Hasler T 200. Bern, Hasler Mitt. 33 (1974) Nr. 3, S. 81...99.
- [6] *Zbinden F.* Der IFS-Mustersteuerbereich. Wird in den Techn. Mitt. PTT, Jahrgang 1978, erscheinen.
- [7] *Burger P.* Die Entwicklung des IFS. Wird in den Techn. Mitt. PTT, Jahrgang 1978, erscheinen.
- [8] *Kreis W.* Die Zentralsteuerung im Integrierten Fernmeldesystem IFS. Zürich, Bull. SEV 67 (1976) Nr. 18, S. 963...968.

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

I. Sato, S. K. Sarkar	Bodenstationsantenne mit Rillenhornreflektor als Primärstrahler Antenne de station terrienne alimentée par un cornet cannelé
W. Bolinger	Fehlerortmessung an Koaxialkabel- und Hohlleiteranlagen bei Frequenzen oberhalb 1 GHz
Th. Gerber	Prova di durata di batterie stazionarie con piastre a tubetti English part:
P. Guyer	The AZ 44 Coinbox Telephone
