

Periphere Prozessoren im Integrierten Fernmeldesystem IFS-1

Autor(en): **Waas, O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **67 (1976)**

Heft 18

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915207>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Periphere Prozessoren im Integrierten Fernmeldesystem IFS-1¹⁾

Von O. Waas

681.326.32; 681.513.2

Die peripheren Prozessoren im IFS-1 dienen der Signalvorverarbeitung. Die Möglichkeiten der Prozessorsteuerungen werden anhand der elementaren Strukturen diskutiert, wobei auf die Fragen der Mikroprogrammierung, Maschinensprache, Bedeutung des Betriebssystems für Realtime-Steueraufgaben und Software-Hilfsmittel eingegangen wird. Eine kurze Funktionsübersicht der IFS-1-Einheiten leitet zu den verwendeten Lösungsmitteln über. Den bestehenden Lösungen mit PCM-phasenorientierten Mikroprogrammsteuerwerken werden die Möglichkeiten der Mikroprozessoren gegenübergestellt.

Les processeurs périphériques dans le IFS-1 servent à la préparation des signaux. Les possibilités des commandes des processeurs sont discutées à l'aide des structures élémentaires, en considérant la microprogrammation, la langue machine, l'importance du système d'exploitation pour des tâches de commande en temps réel et les auxiliaires du logiciel. Un bref aperçu des fonctions des unités de l'IFS-1 conduit aux procédés utilisés. Les solutions existantes avec organes de commande à microprogramme par modulation à impulsion sont comparées avec les possibilités des microprocesseurs.

1. Einleitung

Der Aufbau des peripheren Bereiches des IFS-1 ist im Blockschema Fig. 1 dargestellt. Im folgenden sollen vor allem drei der Einheiten, die ihre Steuerfunktionen mit Hilfe von Prozessoren erfüllen, betrachtet werden: die Wahleinheit, die Telegrammeinheit und der Analogkonzentrator. Zuerst soll versucht werden, die Problematik der Steuerungen durch Prozessoren etwas allgemeiner zu beleuchten. Nach einer kurzen Beschreibung der Funktionen im Gesamtsystem soll dann auf die spezifischen Lösungswege näher eingegangen werden.

2. Möglichkeiten der Prozessorsteuerung

Die Worte Prozessor oder Computer sind heutzutage ausgesprochene Reizworte. Man kann sich alles darunter vorstellen, von einem Mikrocomputer, der in einem Chip-Gehäuse untergebracht ist, bis zur Grossrechenanlage. Aus diesem breiten Spektrum soll hier ein Blick auf die Mittel geworfen werden, die zur Lösung der nachfolgend beschriebenen Funktionen eingesetzt worden sind.

Am besten lässt sich die Funktion eines Prozessors am Bild des diskreten sequentiellen Automaten beschreiben (Fig. 2). Ein derartiges Gebilde lässt sich durch folgende 5 Parameter eindeutig beschreiben:

- die Menge der Eingangssignale (1...m)
- die Menge der inneren Zustände (1...n)
- die Menge der abgegebenen Befehle (1...p)
- die Zustandsübergangsfunktion und
- die Ausgangsbefehlsfunktion

Die Funktion und damit die Zusammenhänge zwischen diesen Parametern lässt sich mit einer Entscheidungstabelle gut darstellen. Trifft zum Beispiel das Eingangssignal i auf den Zustand j , so erfolgt der Übergang in einen neuen Zustand l , wobei gleichzeitig der Befehl k ausgegeben wird. Die Eingabedaten werden also mit den Zustandsdaten logisch verknüpft und führen zur Speicherung neuer Zustandsdaten und zur Ausgabe von Befehlen an die Umgebung.

Jeder Prozessor weist eine Struktur entsprechend Fig. 3 auf. Zu den fünf Hauptfunktionen kommt noch ein Taktgenerator, der u.a. dazu benützt wird, dem Steuerwerk eine Programminstruktion nach der andern zuzuführen. Alle Baueinheiten des Prozessors stehen über Schaltstellen mit einem gemeinsamen Bus-Leitungssystem in Verbindung, so dass bestimmte Daten zwischen den Funktionseinheiten übermittelt werden können.

Ein Prozessor enthält mindestens zwei miteinander verknüpfte Automaten. Der erste umfasst das Steuerwerk und

den Programmspeicher; die Eingangssignale sind die verschiedenen Taktphasen, der Zustand ist durch den Inhalt eines Teiles der jeweiligen Programminstruktion gegeben. Ausgangsbefehle sind die Betätigungen der jeweiligen Schaltstellen zum gemeinsamen Bus bzw. das Verändern des Befehlszählers.

Für den zweiten Automaten bestehen die Signale in der Eingabe, und die Zustände sind im Datenspeicher eingelagert. Aufgrund der Programminstruktionen des ersten Automaten werden diese Eingaben und Daten logisch verknüpft in Registern zwischengespeichert, Ergebnisse wieder zurück in den Datenspeicher befördert oder als Befehle ausgegeben.

Die Funktionen dieses zweiten Automaten sind das, was von aussen beim Arbeiten eines Prozessors beobachtet wird. Die besonderen Vorteile der Prozessorsteuerung liegen in der Flexibilität, mit der, gegeben durch die Aufeinanderfolge der einzelnen Programminstruktionen, die Übergänge von Zuständen und die Ausgabe von Befehlen bewerkstelligt werden kann. Die Hardware ist, abgesehen von der Bemessung der nötigen Programm- und Datenspeichermenge, weit-

¹⁾ Vortrag, gehalten anlässlich der 32. STEN am 15. Juni 1976 in Bern.

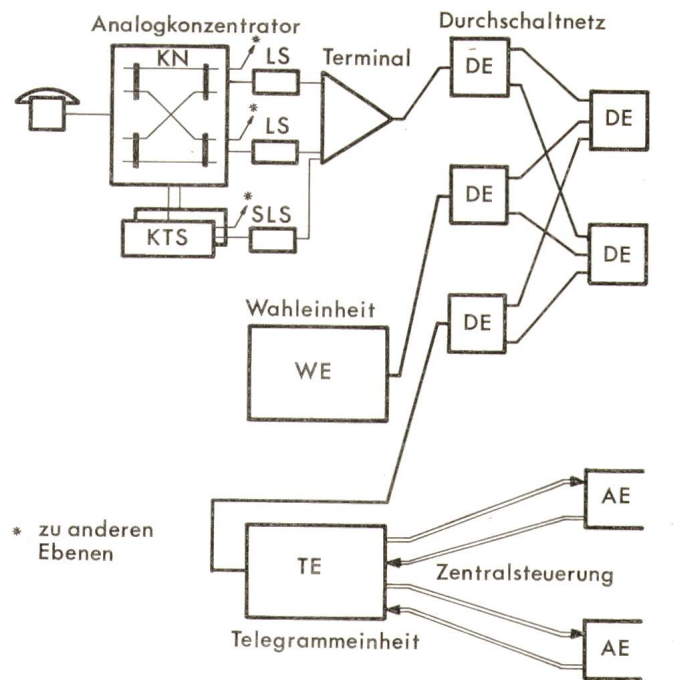


Fig. 1 Peripherer Bereich im IFS-1

KN	Koppelnetz	DE	Durchschalteeinheit
LS	Leitungssatz	AE	Anpassungseinheit
SLS	Steuerleitungssatz	KTS	Konzentratorsteuerung

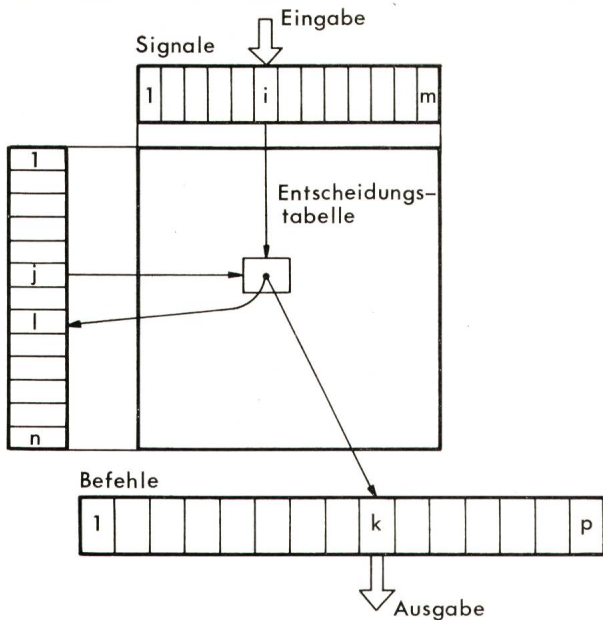


Fig. 2 Wirkungsweise eines Automaten

gehend konstant bzw. modular ausbaufähig. Die Probleme bei der Realisierung der Funktionen verschieben sich damit auf die Festlegung der Folge von Programminstruktionen, d. h. auf die Software (SW).

Selbstverständlich ist die Mannigfaltigkeit der Hardware der Prozessoren mit diesem einfachen Strukturmodell nicht ausreichend beschrieben. Fragen sind z. B., ob Programm- und Datenspeicher getrennt oder gemeinsam aufgebaut sind, wieviele interne Bussysteme existieren, welche Breite das Datenverarbeitungswort besitzt, wieviele Register zur Verfügung stehen und insbesondere, wie das Steuerwerk ausgeführt ist. So kann das Steuerwerk seinerseits wieder programmiert aufgebaut werden, d. h., dass es aus einem Mikrosteuerwerk, einem Mikroprogrammspeicher usw. sowie selbstverständlich der dazugehörigen Software, dem sog. Mikroprogramm, besteht.

Bei der Erstellung der Software besteht die wesentliche Problematik darin, auf Grund der Analyse des Problems, die entsprechende Folge von Instruktionen für Dritte verständlich und fehlerfrei festzulegen (Fig. 4). Normalerweise wird mit Maschinenbefehlen gearbeitet, von denen jeder durch eine Anzahl von Schritten im Mikroprogramm ausgeführt wird. Den Programmierer interessiert deren Ausführung im Detail überhaupt nicht, also die Pulsfolgen, die die verschiedenen Schaltstellen betätigen, die Register auswählen und die Logik umschalten. Er schreibt seine Funktionen in einer symbolischen Sprache z. B. in Assembler, und durch entsprechende Programmaufbereitungs-SW wird diese in Maschinencode umgewandelt. Die Maschine selbst interpretiert diese Anweisungen und führt auf der Mikroebene die einzelnen Operationen durch.

Für die Realtime-Anwendung von Prozessoren, die für Vermittlungsprobleme der Normalfall ist, müssen eine ganze Reihe von verschiedenen Anwenderprogrammen scheinbar gleichzeitig ablaufen. In Wirklichkeit laufen sie ineinander verschachtelt, jeweils immer nur eines zu einem Zeitpunkt ab. Es ist Aufgabe eines Betriebssystems, dafür zu sorgen, dass die verschiedenen Programme entsprechend ihren Be-

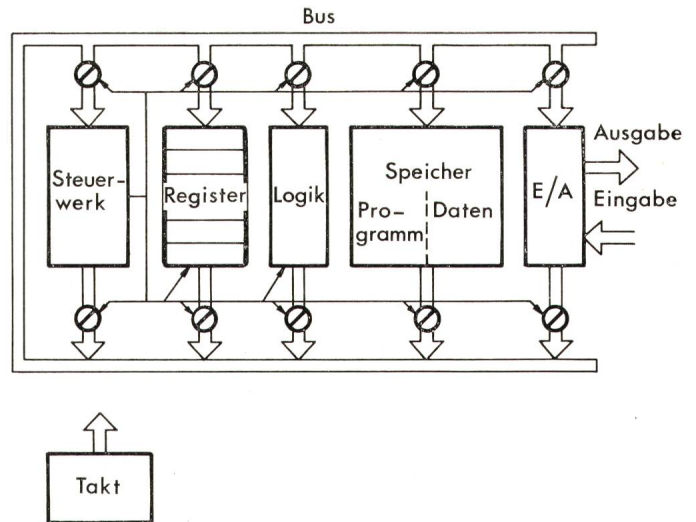


Fig. 3 Prozessorstruktur

dürfnissen miteinander koordiniert werden (Multiprogramming). Man kann noch einen Schritt weiter gehen und das Gesamtsystem inklusive Betriebssystem als einen eigenen Automaten definieren. Der Anwender braucht dann nur die Software für seine Anwenderprogramme zu schreiben und kann dafür z. B. eine andere Art symbolischer Sprache verwenden (High Level Language).

Für die Organisation der Prozessoraufgaben folgt daraus, dass eine ganze Reihe von verschiedenen Lösungswegen besteht. Davon wird einerseits die Hardwarestruktur, andererseits die Art und Weise der Softwareerstellung beeinflusst. Werden die Funktionen durch Mikroprogrammierung gelöst, so können sehr effektive Befehle geschaffen werden, die direkt auf einzelne Steueraufgaben zugeschnitten sind. Ein be-

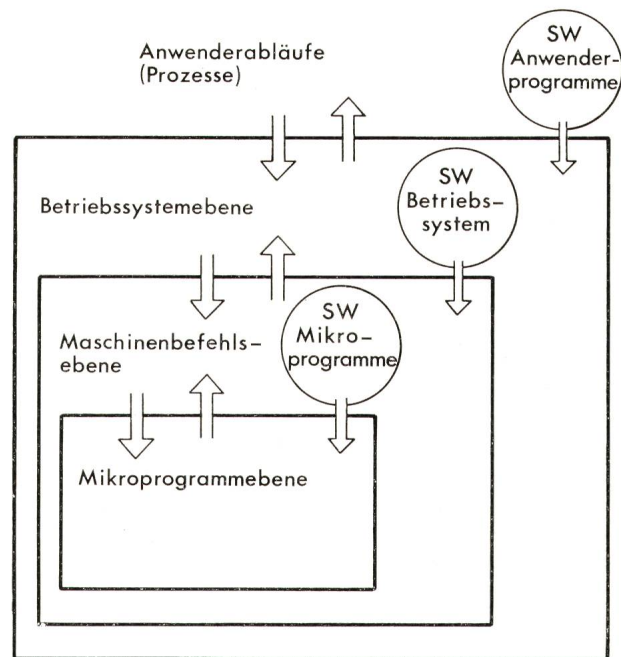


Fig. 4 Verschachtelung von Prozessorfunktionen
SW Software

stimmter vermittlungstechnischer Ablauf kann dann mittels einiger weniger Befehle erledigt werden, was grosse Vorteile bei hoher Verkehrsbelastung bietet. Die Programmierung selbst ist aber ziemlich kompliziert. Sie verlangt vom Programmierer eine ganz genaue Kenntnis der Hardwarestruktur der Maschine. Jeder Mikroablauf stellt eigentlich einen neuen Sonderbefehl auf Maschinenebene dar. Der Befehlsatz wird im Laufe der Entwicklung also ständig angepasst. Dies erschwert den Einsatz von Softwarehilfen bei der Programmerstellung ausserordentlich.

Das Programmieren auf Maschinenebene profitiert hingegen von vorhandenen Softwarehilfen. Ein Programmierer kann sich eher auf seine spezifischen Aufgaben konzentrieren. Allerdings ist er auf die vorher festgelegten Maschinenbefehle beschränkt und muss seine Abläufe manchmal umständlich aus diesen Einzelteilen zusammenbauen. Dies bedeutet, dass die Anzahl der Einzelschritte, die von den Maschineninstruktionen ausgelöst wird, 10...100mal höher liegt als bei Lösungen mittels Mikroprogrammierung. Dementsprechend ist die dynamische Leistungsfähigkeit des Prozessors auch kleiner.

Ferner kann das Problem der Realtime-Verarbeitung, also des Multiprogramming, statt durch ein Betriebssystem durch einen starren, taktgesteuerten Phasenablauf ersetzt werden. Der eigentliche Prozessor wird dann von dieser Routineaufgabe entlastet, und die dynamische Leistungsfähigkeit steigt dementsprechend an. So können beispielsweise in PCM-Anwendungen die Kanalzeiten von 3,9 μ s jeweils einem Einzelprogramm zugeteilt werden. Man spricht dann von Phasenlogik, wobei im vorliegenden Fall die Logik selbst programmiert realisiert ist. Für diese Arbeitsweise kommt allerdings nur Mikroprogrammierung in Frage, und die Anzahl der Programmschritte innerhalb einer Kanalzeit ist verhältnismässig niedrig (ca. 5).

3. Wahleinheit

Eine Wahleinheit WE ist eine ferngesteuerte Zeitmultiplexeinheit zum Empfangen und Senden von Registersignalen, also der Signale, die während des Aufbaus einer Verbindung vom Teilnehmer zum System oder von einem Systemteil zu einem andern übermittelt werden, um den gerufenen Teilnehmer zu kennzeichnen. Dementsprechend wird die Funktion der WE nur während der Aufbauphase eines Telefongesprächs benötigt.

Die WE dient der Vorverarbeitung der dabei verwendeten Signale. Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Wählverfahren. Beispielsweise wird die von der Nummernscheibe der Teilnehmerstation erzeugte Impulswahl oder die aus Kombinationen von Tonfrequenzen bestehende Tastwahl bearbeitet, ferner verschiedene besondere Signalisierverfahren, die zwischen einzelnen Telefonvermittlungssystemen ausgetauscht werden, z. B. die Mehrfrequenzwahl.

Über eine PCM-Vielfachleitung ist die Wahleinheit mit dem digitalen Durchschaltenetz verbunden (Fig. 1 und 5). Den 30 Kanälen der PCM-Vielfachleitung entsprechen in der Wahleinheit 30 voneinander unabhängige Wahlaufnahme- bzw. Wahlsendesätze, die im Zeitmultiplex bedient werden. Jede dieser sogenannten WE-Zeilen kann in ankommender oder abgehender Signalisierart verwendet werden.

Eine Wahleinheits-Zeile wird auf Befehl der zentralen Steuerung einer sich im Anrufzustand befindlichen Verbind-

ung zugeordnet. Diese baut einen digitalen Weg durch die Durchschalteinheiten des normalen Sprechwegekoppelnetzes auf. Die Signalvorverarbeitung erfolgt rein digital. Für Impulswahlensignale sind die nötigen Zeitmessungen zur Erkennung und Störfreieung durchzuführen, tonfrequente Signale werden mit Methoden der digitalen Filtertechnik ausgewertet. Das Resultat, d. h. die betreffende Wahlziffer, wird in Form eines digitalen Telegramms über den Kanal 16 zur Zentralsteuerung gesendet.

Die vorliegende Realisierung der WE verwendet einen mikroprogrammierten Prozessor. Die Koordination der Realtime-Aufgaben erfolgt durch eine Phasenverarbeitung, die an das PCM-Kanalraster gebunden ist. Als Datenspeicher funktioniert der Zeilenspeicher, der entsprechend den 32 Zeitschlitzen des PCM-Vielfachs organisiert ist. Für die WE sind die Programmspeicher der einzelnen Signalisierarten modular und zusteckbar ausgeführt. Bestimmte, immer wiederkehrende Abläufe sind in separaten Programmspeichern festgelegt. Die Programmierung erfolgte direkt im Mikroprogrammcode. Es standen keine Softwarehilfen dafür zur Verfügung.

In der Weiterentwicklung dieser Einheit ist geplant, die phasenorientierte Verarbeitung auf die Ein-/Ausgabefunktion zu beschränken, während die weiteren Verarbeitungsfunktionen einem Mikrocomputer übertragen werden sollen. Damit kann ein Grossteil der Programme auf der Maschinenebene geschrieben und die SW-Erstellung entsprechend erleichtert werden. Es soll ein Mikroprozessor mit einer Ein-Chip-CPU in MOS-Technik vorgesehen werden. Die Programme werden in FAMOS-PROM's festgehalten.

4. Telegrammeinheit

Die Telegrammeinheit TE (Fig. 1) hat die Aufgabe, die in PCM-Form vom Durchschaltenetzwerk herangeführten Fernsteuerkanäle der verschiedenen peripheren IFS-Einheiten an die Zentralsteuerung anzupassen. Dabei erfolgt eine Umsetzung zwischen dem zyklisch organisierten Datenaustausch auf den PCM-Kanälen und den azyklisch erfolgenden Transfer-Operationen der zentralen Steuerungen. Die Telegrammeinheit sendet ferner ständig Sammelfragen zur Peri-

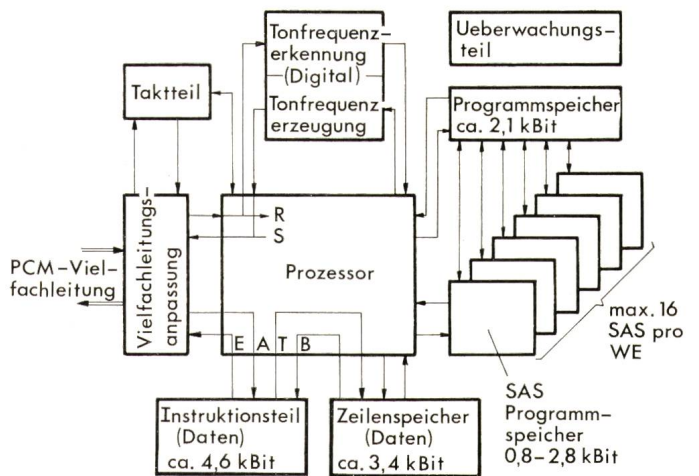


Fig. 5 Gliederung der Wahleinheit WE

A	Ausgabe	S	Senden
B	Bericht	SAS	Signalisierablaufsteuerung
E	Eingabe	T	Transfer
R	Empfang		

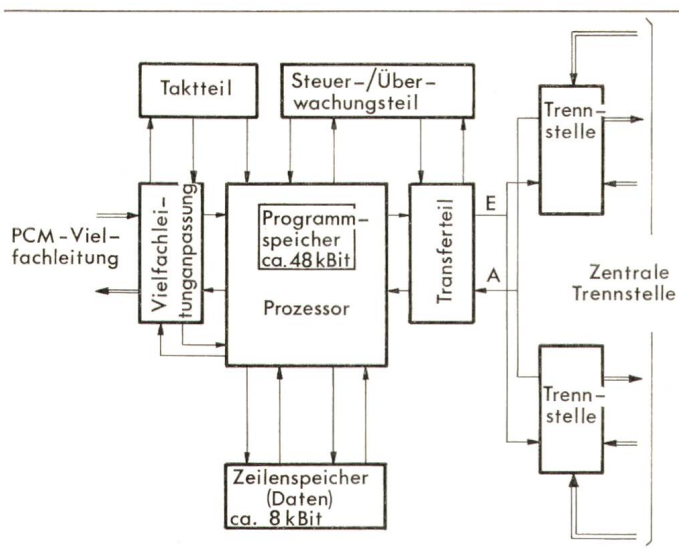


Fig. 6 Gliederung der Telegrammeinheit TE

pherie, die routinemässig mit Quittungen oder entsprechenden Eingaben beantwortet werden. Damit erfüllt sie einen wesentlichen Teil der peripheren Fernsteueraufgaben und entlastet die Zentralsteuerung von Routineverkehr.

Zu jeder TE führt eine PCM-Vielfachleitung mit 31 Steuerkanälen (Fig. 6). Diesen sind 31 Steuerkanalregister fest zugeordnet, die im Zeitmultiplexbetrieb bearbeitet werden. Es ist Aufgabe der TE, neben der Formatumsetzung, eine Reihe von Prüfungen und Kontrollen durchzuführen. So kontrolliert sie unter anderem den PCM-Leitungscode auf Dipulsverletzungen, d. h. auf Abweichungen in der Aufein-

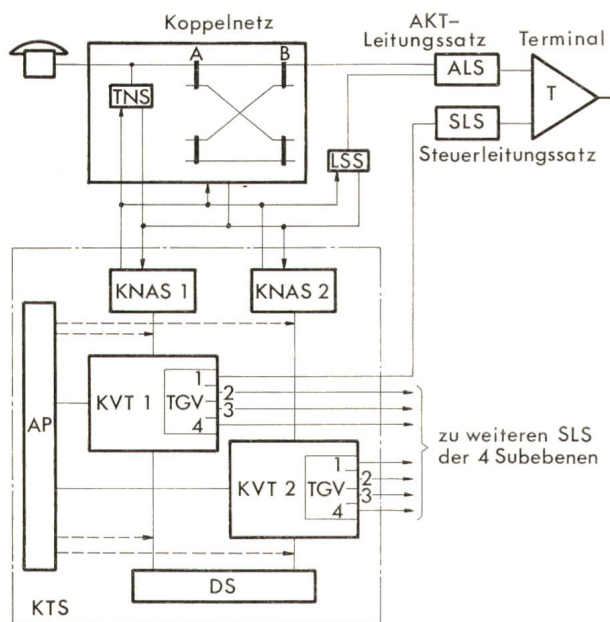


Fig. 7 Gliederung des Analogkonzentrators

- TNS Teilnehmerschaltung
- LSS Leitungssatzschaltung
- KTS Konzentradorsteuerung
- KNAS Koppelnetz-Ansteuerschaltung
- KVT Verarbeitungsteil
- TGV Telegrammverarbeitung
- DS Datenspeicher
- AP Aussperrschaltung
- SLS Steuerleitungssatz
- AKT Analogkonzentrator
- ALS AKT-Leitungssatz

anderfolge von positiven und negativen Impulsen, ferner Laufnummer und Länge sowie Label und Modus des Telegramms auf Plausibilität. Die durch routinemässige Abfragen der Peripherie (Scannen) erhaltenen Informationen werden mit den zuvor erhaltenen verglichen und nur dann zur Zentralsteuerung weitergeleitet, wenn eine Änderung eingetreten ist.

Auch die Telegrammeinheit wurde mit einer Mikroprogrammsteuerung in Phasenlogik realisiert. Für deren Weiterentwicklung gelten die selben Aussagen wie für die WE.

5. Analogkonzentrator

Ein Teilnehmer bietet eine Verkehrsleistung an, die in der Regel zu gering ist, um ohne Konzentration den Übertragungswegen unmittelbar zugeführt zu werden. Im IFS-1 sind deshalb analoge bzw. digitale Konzentratoren vorgesehen. In einer ersten Phase der Entwicklung steht der Analogkonzentrator im Vordergrund, da die grosse Menge der vorhandenen Teilnehmerstationen und Teilnehmerleitungen zunächst noch keinen digitalen Betrieb erlauben. Der Analogkonzentrator erfüllt eine ähnliche Funktion wie die Teilnehmerwahlstufe in konventionellen Vermittlungssystemen. Alle Verbindungen, auch diejenigen zwischen zwei Teilnehmern, die am selben Konzentrador angeschlossen sind, verlaufen über das digitale Durchschaltenetz.

Ein Analogkonzentrator hat Zugang zu allen 4 Subebenen des IFS-1. Er stellt einen Verknüpfungspunkt dieser aus sicherheitstechnischen Erwägungen getrennt aufgebauten Strukturen dar und muss infolgedessen selbst auch strengen Sicherheitsanforderungen genügen. An einen Analogkonzentrator können je nach deren Verkehrswert bis zu 8000 Teilnehmer angeschlossen werden.

Die Konzentradorsteuerung ist einerseits mit den Teilnehmerschaltungen und dem Konzentrador-Koppelnetz und andererseits über Steuerleitungssätze und einen digitalen 64-kbit/s-Kanal mit der Zentralsteuerung verbunden. Die Konzentradorsteuerung ist aus Sicherheitsgründen verdoppelt (Fig. 7). Ein abgehender Verbindungswunsch veranlasst über die Teilnehmerschaltung einen Anreiz an die Konzentradorsteuerung. Nach Erkennen desselben sucht diese einen freien Leitungssatz und schaltet einen Weg durch das Konzentrador-Koppelnetz. Sie sorgt dabei dafür, dass der Verkehr gleichmässig auf die 4 Subebenen verteilt wird. Anschliessend teilt sie der Zentralsteuerung der gewählten Ebene die Daten des rufenden Teilnehmers, die Wegekoordinaten und die Nummer des beteiligten Leitungssatzes mit. Diese Kriterien werden ebenfalls im eigenen Datenspeicher vermerkt.

Bei einer ankommenden Verbindung erhält die Konzentradorsteuerung zunächst ein Telegramm mit der Nummer des gerufenen Teilnehmers. Sie stellt fest, ob der betreffende Teilnehmer frei ist, sucht einen freien Leitungssatz in der Subebene, von der das Steuertelegamm gekommen ist, und schaltet einen Weg durch das Konzentrador-Koppelnetz. Anschliessend wird eine Vollzugsmeldung an die Zentralsteuerung zurückgesandt, die die Nummer des gewählten Leitungssatzes enthält. Die Verbindung kann in den digitalen Durchschalteinheiten dann zu dem entsprechenden Satz aufgebaut werden, worauf der gewünschte Teilnehmer gerufen wird. Handelt es sich beim gerufenen Teilnehmer um einen aus einer Mehrfachanschlussgruppe, so führt die Konzentradorsteuerung autonom die Auswahl unter den einzel-

nen Leitungen der Gruppe durch. Ist eine Teilnehmerleitung gestört, so kann sie durch ein Steuertelegramm gesperrt werden. Unnötige Belegungen von gemeinsamen Einrichtungen können durch einen Abwurf-Zustand in der Teilnehmerschaltung abgefangen werden, so dass keine zusätzliche Belastung des übrigen Systems erfolgt.

Die beiden Konzentradorsteuerungen arbeiten abwechselnd. Dabei sperren sie sich gegenseitig vom Zugriff zu Teilnehmerschaltung, Koppelfeld und Datenspeicher aus. Die Konzentradorsteuerung kann während einer inaktiven Phase jedoch weiterhin Steuertelegramme aufnehmen und absenden.

Für die Steuerung des Analogkonzentrators, die sich noch in der Entwurfsphase befindet, ist pro Konzentradorverarbeitungsteil an eine Kombination von zwei Prozessoren gedacht. Weil die Zusammenarbeit mit den Teilnehmerschaltungen und dem Koppelfeld äusserst zeitkritisch ist, sollen diese Funktionen durch Mikroprogrammierung gelöst werden. Alle anderen Funktionen, die weniger zeitkritisch sind, sollen auf

der Maschinenebene ablaufen. Für die Vorverarbeitung der über die Steuerleitungen geführten Telegramme von und zur Zentralsteuerung ist ein weiterer Mikroprozessor vorgesehen. Er prüft Label, Länge des Telegramms, Laufnummer, Plausibilität des Modus und das Vorhandensein von Dipulsverletzungen.

Die Telegrammvorverarbeitung soll wieder ein Mikroprozessor in MOS-Technik übernehmen, während die Hauptsteuerung des Analogkonzentrators durch einen Mikroprozessor realisiert wird, der aus einem bipolaren CPU-Chip-Set aufgebaut ist. Er ist seinerseits mikroprogrammierbar, so dass ausser einem bereits eingeführten Maschinenbefehlssatz noch die speziellen IFS-1-Vermittlungsabläufe emuliert werden können. Als Speicher werden Halbleiterspeicher in REPROM- bzw. RAM-Ausführung in MOS-Technologie vorgesehen.

Adresse des Autors

Oskar Waas, Dipl. Ing., Siemens-Albis AG, Postfach 605, 8021 Zürich.

David Edward Hughes 1831–1900

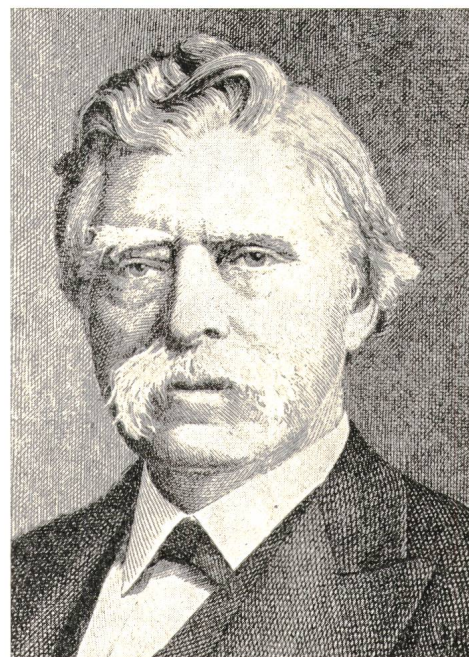
Mitte des 19. Jahrhunderts war das Interesse am Telegraphen sehr gross, war er doch das einzige rasche Kommunikationsmittel. Des zunehmenden Verkehrs wegen erwies sich der Morseapparat als zu wenig leistungsfähig. Man suchte daher nach Mitteln, mehr Nachrichten in der gleichen Zeit zu übermitteln.

In dieser Zeit lebte David Edward Hughes. Er wurde am 16. Mai 1831 in London geboren. Als er siebenjährig war, zog die Familie nach Amerika. In einer Kleinstadt in Kentucky besuchte Edward eine Musikschule und erhielt 1850 das Diplom als Lehrer für Musik und Naturwissenschaft. Seinen Lebensunterhalt verdiente er mit Musikprivatstunden, widmete sich aber vorwiegend Telegraphieversuchen. 1855 wurde der Leiter der «Commercial Printing Telegraph Comp.» (CPTC) auf Hughes Arbeiten aufmerksam und kaufte ihm die noch nicht einmal ausgereifte Idee des Telegraphen für 100000 \$ ab. Die Gesellschaft, die noch Patente für einen andern Telegraphen besass, nahm von beiden Systemen das Beste, wobei Hughes mitwirkte und sich ein Patent für den Schnelltelegraphen sichern konnte.

Hughes fuhr 1857 nach England und 1860 nach Frankreich, um dort den neuen Apparat einzuführen. Nach einem einjährigen Versuchsbetrieb übernahm die französische Regierung das Hughes-System, und die meisten europäischen Staaten folgten diesem Beispiel. Nun wurde der Erfinder mit Ehrungen überhäuft.

Der Hughes-Schnelltelegraph erhöhte die Übertragungsfähigkeit auf 2400 Worte pro Stunde, etwa das Dreifache des Morseapparates. 1869 kamen die ersten vier Hughes-Apparate in die Schweiz, und Hughes setzte sie persönlich in Betrieb. Ihre Bedienung war relativ kompliziert, weshalb besondere Schulungskurse nötig waren. Aber der Schnelltelegraph bewährte sich; erst 70 Jahre später, nämlich 1939, wurden bei uns die letzten Hughes-Apparate durch modernere Geräte ersetzt.

Nach 17 Jahren zog Hughes von Paris abermals nach London, wo er sich mit anderen Versuchen über Elektrizität und Magnetismus beschäftigte. 1878 erfand er ein Kohlemikrophon und im Jahr darauf die Induktionswaage. 1880 ernannte ihn die Royal Society zum Fellow. Eine Zeitlang präsidierte er die Institution of Electrical Engineers (IEE). Er starb am 22. Januar 1900 in London. Sein beträchtliches Vermögen, das ihm seine Erfindungen eingetragen hatte, vermachte er Spitälern und wissenschaftlichen Körperschaften. *H. Wüger*



Union Internationale des Telecommunications, Genève