

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = 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 Telegrafenbetriebe |
| Band: | 54 (1976) |
| Heft: | 6 |
| Artikel: | Modernisierung bestehender Telefonzentralen mit Prozessrechnern |
| Autor: | Widmer, Rudolf |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-875834 |

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: 24.01.2026

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

Modernisierung bestehender Telefonzentralen mit Prozessrechnern

Rudolf WIDMER, Zürich

621.395.344-52:681.323

Zusammenfassung. Es wird das Konzept und der Aufbau eines prozessrechnergesteuerten Registers beschrieben, das die bestehenden Ortsregister in Rotaryzentralen 7A ersetzt. Das neue Register wird einstweilen in den 7A-Zentralen des Ortsnetzes Zürich eingesetzt, wo es die Nummernkapazität erhöht, die Verwirklichung der MFC-Signalisierung erlaubt und die Möglichkeit zur Identifizierung der Zentralenkennziffer gibt. Es sind auch Vorbereitungen getroffen, um allenfalls Teilnehmer-Tastenwahlapparate mit Tonfrequenzwahl anschliessen zu können.

Modernisation de centraux téléphoniques existants à l'aide de processeurs

Résumé. L'auteur décrit la conception et la construction d'un enregistreur à commande par processeur, remplaçant les enregistreurs locaux existant dans les centraux du système Rotary 7A. Le nouvel enregistreur est provisoirement utilisé dans les centraux 7A du réseau local de Zurich, où il permet d'augmenter la capacité en numéros, de réaliser la signalisation MFC et offre la possibilité d'identifier l'indicatif du central. Des travaux préparatoires sont aussi exécutés pour que les appareils d'abonnés à clavier, pour la sélection à basse fréquence puissent, le cas échéant, être raccordés.

Modernizzazione di centrali telefoniche dotate di processori

Riassunto. L'autore descrive il concetto e la struttura di un registro comandato mediante processori, il quale sostituisce il registro locale nelle centrali Rotary 7A. Il nuovo registro viene impiegato provvisoriamente nelle centrali 7A della rete locale di Zurigo, dove permette di potenziare il volume dei numeri, di realizzare la segnalazione MFC e di identificare gli indicativi di centrale. Sono inoltre in corso preparativi per un eventuale allacciamento degli apparecchi con comutatore a tastiera, mediante la selezione a frequenza vocale.

1 Einleitung

Die starke Nachfrage nach Teilnehmeranschlüssen im engeren Vermittlungsbereich eines Ortsnetzes kann das gegebene Angebot nahezu ausschöpfen. Dies mag den Anwärter auf einen Einzelanschluss nicht sofort betreffen, indessen kann der berechtigten Forderung der Grossteilnehmer, wie Krankenhäuser, Hochschulen, Banken und Versicherungsanstalten, nach der Durchwahlmöglichkeit in vielen Fällen nicht stattgegeben werden, weil die dazu erforderlichen Nummernbereiche nicht zur Verfügung stehen. Eine Vergrösserung des Angebotes durch Einführung 7stelliger Rufnummern anstelle der bestehenden 6stelligeren kann sich also aufdrängen, wie dies in einem Teil der Landzentralen der Netzgruppe Zürich bereits verwirklicht worden und für die Stadt vorgesehen ist¹.

Die Frage liegt nahe, welche Eingriffe in die zum Teil älteren Vermittlungsanlagen des Ortsnetzes Zürich dazu notwendig werden. Dabei ist festzuhalten, dass es sich ausschliesslich um indirekt gesteuerte Vermittlungssysteme handelt. Die vom Teilnehmer gewählte Rufnummer wird von einem Register gespeichert, analysiert (gegebenenfalls unter Zuhilfenahme eines Umrechners) und verarbeitet. Dem Register kommt also beim Aufbau einer Verbindung fundamentale Bedeutung zu. Die Einführung 7stelliger Rufnummern hängt also in erster Linie von der Speicherkapazität des Registers ab. Im Zuge der Einführung 7stelliger Rufnummern werden indessen noch weitergehende Anforderungen an das Register gestellt, nämlich:

- Informationsaustausch mit anderen Vermittlungsanlagen nach dem MFC-Signalisierungsverfahren
- Möglichkeit zur Identifizierung der Zentralenkennziffer
- Vorbereitung für eine allfällige Einführung der Teilnehmertastenwahl.

Während in den Anlagen neuerer Bauart, zum Beispiel im System Pentaconta [1] diesen Anforderungen mit verhältnismässig geringem Aufwand Genüge getan werden kann, stellen sich bei den Registern des älteren Rotarysystems grössere Probleme schaltungstechnischer und baulicher

Art. Die knappen Platzverhältnisse in den Rotaryanlagen und die von betrieblicher Seite aufgestellte Forderung, den Aufwand für Wartung und Unterhalt zu reduzieren, haben die verantwortlichen Instanzen bewogen, auf den Ausbau der bestehenden Register zu verzichten und sie durch eine Prozessrechnersteuerung zu ersetzen.

Im folgenden wird das Konzept und der Aufbau eines prozessrechnergesteuerten Registers beschrieben, das die bestehenden Ortsregister in den Rotaryanlagen Typ 7A ersetzen wird. Das neue Register ist grundsätzlich in sämtlichen von der Ablösung betroffenen 7A-Zentralen des Ortsnetzes Zürich universell einsetzbar. Anpassungen, die sich wegen des unterschiedlichen Ausbaugrades der einzelnen Zentralen und wegen verschiedenartiger Netzbedingungen als notwendig erweisen, werden durch einen entsprechenden Ausbau sowie durch Überführungs- und Programmänderungen vorgenommen.

2 Allgemeine Systemmerkmale

Die bestehenden Ortsregister sowie die ihnen für die internationale Teilnehmerselbstwahl über eine Wahlstufe zugeordneten Zusatzregister werden durch stark vereinfachte Register geringerer schaltungstechnischer Intelligenz abgelöst. Diese erfüllen lediglich einfache Speicher- und Übertragungsfunktionen. Die Vollspeicherung der vom Teilnehmer gewählten Rufnummer sowie sämtliche Umrechnungs- und Steuerfunktionen werden von einem einzigen Organ, dem Prozessrechner, übernommen. Dieser steuert zudem die automatische Prüfeinrichtung, die das einwandfreie Funktionieren der vereinfachten peripheren Register dauernd überwacht.

Obwohl ein Prozessrechner leistungsmässig in der Lage ist, den gesamten anfallenden Registerverkehr einer Zentrale mit 10 000 Teilnehmeranschlüssen allein zu verarbeiten, ist für deren Betrieb aus Sicherheitsüberlegungen ein Doppelrechnersystem vorgesehen. Die beiden Rechner des Systems arbeiten asynchron und vollständig unabhängig voneinander nach dem Lastteilungsprinzip. Der Ausfall eines Rechners hat die Auslösung und somit den Verlust der von

¹ Vgl. dazu auch Technische Mitteilungen PTT Nr. 5/1976, S. 177

ihm behandelten Neuanrufe zur Folge. Die Auslösung dieser im Aufbau begriffenen Verbindungen wird vom zweiten Rechner überwacht.

Die Kapazität des eingesetzten Prozessrechners gestattet es, maximal 105 peripherie Register für 10 000 Teilnehmeranschlüsse vorzusehen, was aber den gegenwärtigen Bedarf in sämtlichen von der Registerablösung betroffenen Zentralen bei weitem deckt und sogar einen allfälligen Ausbau grosszügig berücksichtigt. Bauweise, Konzept der Datenübertragung und Organisation der Programmierung ermöglichen eine einfache Anpassung der Anzahl peripherer Register an die Erfordernisse des Teilnehmerverkehrs. Die Verwendung von speicherprogrammierten Prozessrechnern verleiht der Registersteuerung ein hohes Mass an Flexibilität, da die kernspeicherresidenten Tabellen bei Leitwegänderungen mit geringem Aufwand angepasst werden können.

Den peripheren Registern sind – dies ist eine unerlässliche Voraussetzung für die Einführung der MFC-Signalisierung in den 7A-Zentralen – die MFC-Signalsätze individuell zugeordnet. Sie übernehmen die Analog-Digital-Umwandlung der über Zweidrahtleitungen ausgetauschten Mehrfrequenzsignale. Einer in Zukunft möglicherweise stärkeren Verbreitung von Tastenwahlstationen wird dadurch Rechnung getragen, dass die peripheren Register für die Zuordnung von Tastenwahlempfängern vorbereitet sind.

Die als Bestandteil des Systems konzipierte automatische Prüfeinrichtung überwacht durch routinemässige Prüfung der Register deren einwandfreies Funktionieren. Im Bedarfsfall kann ein einzelnes Register gezielt angesteuert werden, um es zur Lokalisierung komplexer Fehler einem umfassenderen Test zu unterziehen. Die hierzu notwendigen Testprogramme sind nicht kernspeicherresident, sondern werden von einem externen Datenträger eingelesen. Solche gezielten Prüfungen setzen gewisse Eingriffe seitens des Wartungspersonals voraus, die über ein Bedienungsfeld mit entsprechenden Bedienungs- und Anzeigeelementen erfolgen können. Die von der automatischen Prüfeinrichtung festgestellten Fehler werden über den jedem Rechner zugeordneten Fernschreiber ausgedruckt. Dies gilt auch für die statistischen Angaben über die Dienstqualität der Anlage.

Tritt ein Programmfehler auf, so wird nach Ansprechen des Prozessorzeitalarms das Betriebsprogramm von einem Kassettenbandgerät eingelesen. Der Einlesevorgang wird seinerseits von einem Zeitalarm überwacht; erst nach mehreren erfolglosen Versuchen spricht dieser an und löst einen dringenden Alarm aus.

Mit Ausnahme weniger Schaltungen in der automatischen Prüfeinrichtung sowie in den Alarmstromkreisen sind sämtliche Schaltungen auf steckbaren Leiterplatten ausgeführt. Dies und die Möglichkeit, fehlerhafte Leiterplatten mit Hilfe der Prozessrechner erkennen zu können, tragen wesentlich zur Senkung des Aufwandes für den Betrieb und den Unterhalt bei. Als Bauelemente gelangen miniaturisierte PZ-Relais, in einigen Spezialfällen quecksilberbenetzte Reed-Relais sowie Halbleiter in diskreter und integrierter Form zur Anwendung.

Relaisschaltungen werden von der -48V-Zentralenbatterie, elektronische Schaltungen über DC/DC-Umformer -48V/±5V gespeist. Zwei DC/AC-Wechselrichter -48V/220V gewährleisten die netzunabhängige Speisung der Prozessrechner und ihrer Peripheriegeräte.

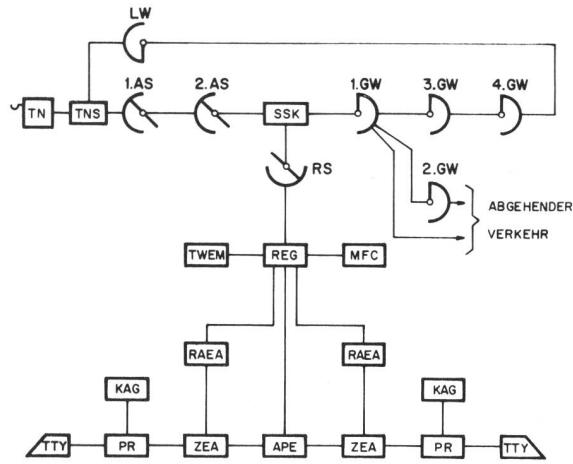


Fig. 1
Blockschematic

| | | | |
|------|------------------------------|------|--------------------------|
| APE | Automatische Prüfeinrichtung | TNS | Teilnehmerschaltung |
| KAG | Kassettengerät | TTY | Teletype (Fernschreiber) |
| LW | Leitungswähler | TWEM | Tastenwahlempfänger |
| MFC | Mehr frequenzcode-Signalsatz | ZEA | Zentral-Ein-/Ausgabe |
| PR | Prozessrechner | AS | Anrufsucher |
| RAEA | Rahmen-Ein-/Ausgabe | GW | Gruppenwähler |
| REG | Register | RS | Registersucher |
| TN | Teilnehmer | SSK | Schnurstromkreis |

3 Systemaufbau

Der Aufbau einer prozessrechnergesteuerten 7A-Zentrale geht aus dem vereinfachten Blockschemabild (Fig. 1) hervor. Der Ausgang des Registersuchers bildet die Stossstelle zwischen dem 7A-Durchschalteteil (Vorwahl-, Gruppenwahl- und Leitungswahlstufen) und den prozessrechnergesteuerten Registern. Mit Ausnahme jener Änderungen in den Ausgangsleitungssätzen, die im Zusammenhang mit der Einführung der MFC-Signalisierung erforderlich sind, erfährt der Durchschalteteil keinerlei Eingriffe.

Die Registersucher (RS) haben Zugang zu den peripheren Registern (REG), deren Anzahl den ersetzen alten Ortsregistern entspricht. Im Gegensatz zu diesen verfügen die neuen Register nur noch über eine geringe schaltungstechnische Intelligenz.

Die Zentral- und Rahmen-Ein-/Ausgabe (ZEA und RAEA) bilden den Interface-Register-Prozessrechner, über den die Register mit einem Zyklus von 20 ms abgetastet werden. Die unabhängig voneinander arbeitenden Prozessrechner sind schaltungstechnisch lediglich in den Registern miteinander verknüpft.

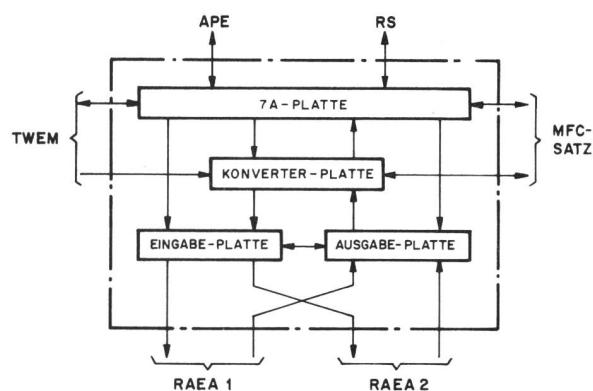


Fig. 2
Das Register

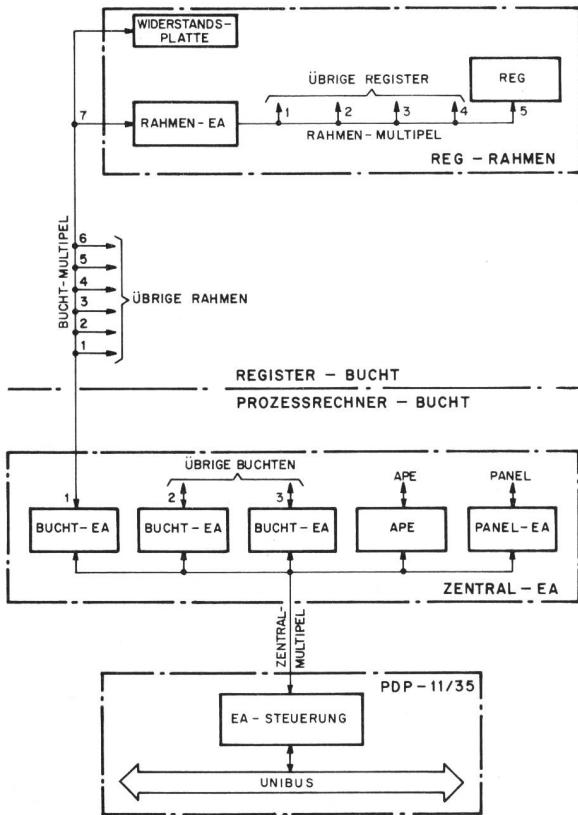


Fig. 3
Daten-Ein- und -Ausgabe

Die den beiden Prozessrechnern (PR) gemeinsam zugeordnete automatische Prüfeinrichtung (APE) kann von ihnen nicht gleichzeitig belegt werden.

31 Das Register

Wie aus Figur 2 hervorgeht, setzt sich das Register aus vier Leiterplatten zusammen. Die 7A-Platte enthält jene Schaltelemente, die für den Signal- und Informationsaustausch mit dem 7A-Durchschalteteil erforderlich sind:

- Überwachung der Teilnehmerschleife
- Einspeisung des Summ- und Besetzttones
- Steuerung und Überwachung des Schnurstromkreises
- Zählschaltung für die Rückwärtsimpulse der Wahlstufen
- Anschaltung an die automatische Prüfeinrichtung.

Auf der Konverterplatte werden die Signale von der 7A-Platte sowie vom MFC-Signalsatz und vom Tastenwahlempfänger vom -48V-Pegel auf den +5V-Pegel umgesetzt und umgekehrt. Auf der Eingabeplatte wird die Information, die dem Prozessrechner angeboten werden soll, zum Teil zwischengespeichert und in den vom Rechner verarbeitbaren Code umgesetzt. Die Information vom Prozessrechner wird auf der Ausgabeplatte in codierter Form empfangen und für die Weiterverarbeitung decodiert. Sie enthält auch die Aussperrschaltung, die gewährleistet, dass das Register nur von einem Prozessrechner gleichzeitig bedient werden kann. Je fünf Register sind mit den beiden Rahmen-Ein-/Ausgabeeinheiten (RAEA) zu einer bestückungs- und verdrahtungsmässigen Einheit zusammengefasst.

32 Konzept der Ein- und Ausgabe der Daten

In der Regel werden sieben Registerrahmen zu einer Registerbuchte zusammengefasst, die in bezug auf die Datenübertragung eine Einheit bildet. Durch seine Leistungsfähig-

keit bedingt, können von einem Prozessrechner höchstens drei Registerbüchten oder 105 Register bedient werden.

Jeder Prozessrechner verfügt sowohl in der Eingabe- als auch in der Ausgabericitung über eine Anzahl Daten- und Steuerkanäle. In der Zentral-Ein- und -Ausgabeeinheit (ZEA) werden die Datenkanäle jedes Rechners auf die drei Registerbüchten verteilt; innerhalb einer Registerbuchte sind sie über alle Rahmen vielfachgeschaltet. Nach der jedem Rechner zugeordneten Rahmen-Ein- und Ausgabeeinheit sind die Datenkanäle über alle fünf Register vielfachgeschaltet (Fig. 3).

Ist ein Datenaustausch vorzunehmen, legt der Prozessrechner über seine Steuerkanäle die Adresse des Registers in codierter Form an. Aufgrund dieser Adresse bestimmt die ZEA die anzusteuernde Registerbuchte und legt an deren Steuervielfach die Adresse des Rahmens und des Registers. Die adressierte RAEA übermittelt dem anzusteuernden Register dessen Adresse, das damit autorisiert ist, Informationen zu empfangen oder zu übermitteln.

33 Prozessrechner

Sämtliche Speicher-, Umrechnungs- und Steuerfunktionen obliegen einem Kleincomputer PDP-11/35. Dieser ist ein 16-Bit-Mehrzweck-Parallellogik-Rechner und verwendet Zweierkomplement-Arithmetik. Es können direkt 32 768 16-Bit-Worte oder 65 536 8-Bit-Bytes im Kernspeicher adressiert werden. Der Datenaustausch zwischen der zentralen Recheneinheit, dem Kernspeicher und den peripheren Geräten geschieht über eine Hochgeschwindigkeitsverbindung, den UNIBUS. Die Arbeitsweise des Rechners ist asynchron.

Zur Konfiguration des Rechners gehören 8 programmierbare Mehrzweck-Maschinenregister, die als Akkumulatoren (Zwischenspeicher), Indexregister oder Adressierungszeiger verwendet werden können. Für die Steuerung einer Zentrale mit 10 000 Teilnehmeranschlüssen sind zwei PDP-11/35 mit je 16-K-Kernspeicher vorgesehen.

34 Programmstruktur

Figur 4 zeigt die Struktur des 7A-Programmsystems:

| | |
|--------|---|
| URLAD | Der Urlader ist in einem Festwertspeicher (ROM) programmiert. Ein Prozessrechner-Zeitalarm oder ein Druck auf die Ladetaste bewirkt einen Kaltstart: URLAD liest ABSLAD von der Programmkkassette und startet ihn |
| ABSLAD | Der Absolutlader lädt zunächst PRTEST und nach dessen erfolgreichem Ablauf (Prozessrechner in Ordnung) die speicherresidenten Programmteile. Er startet INIT und darf anschliessend zerstört werden |
| PRTEST | Der Prozessrechner-tester prüft, ob der Rechner einwandfrei funktioniert. Stellt er einen Fehler fest, löst er einen Dringendalarm aus und stoppt den Rechner. Funktioniert der Rechner einwandfrei, startet er ABSLAD von neuem |
| INIT | Der Initiator versetzt die veränderlichen Tabellen und Daten im Arbeitsspeicher in den Grundzustand, startet Zeittaktunterbrecher und Prozessrechner-Zeitalarm und übergibt die Kontrolle an DIR. INIT wird durch das Laden eines kassettenresidenten Programmteiles (zum Beispiel APE-Programme) zerstört |
| DIR | Der Direktor steuert den zeitgerechten Ablauf der Echtzeitprogramme. Er erhält bei jedem Zeittakt die Kontrolle von ZEIT |

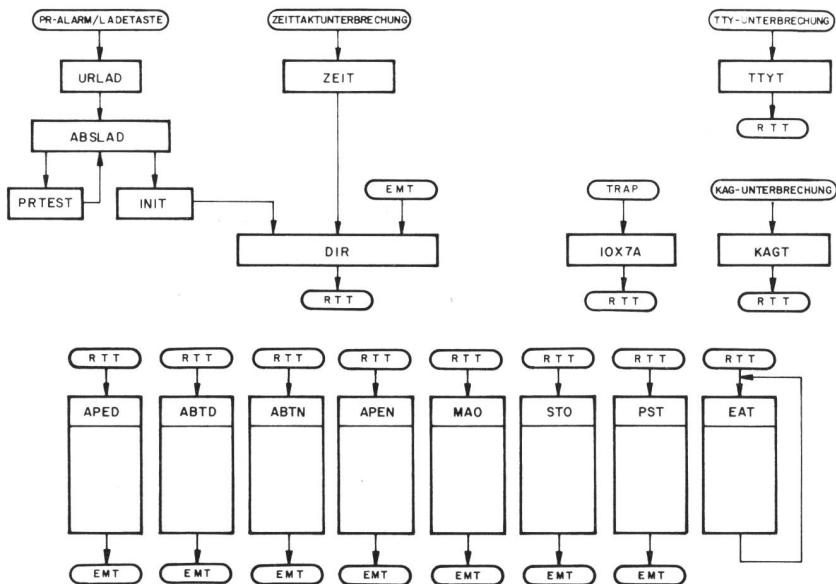


Fig. 4
Struktur des Betriebsprogrammes

- ZEIT** Die *Zeitbasis* zählt die Zeittakte und berechnet fortlaufend Uhrzeit und Datum. Sie gibt die Kontrolle stets an DIR ab
- TTYT** Der *Teletypetreiber* steuert die Ein- und Ausgabeoperationen des Fernschreibers
- KAGT** Der *Kassettengerätetreiber* steuert die Ein- und Ausgabefunktionen des Kassettengerätes.

Die eigentliche Echtzeitarbeit wird von acht Organisatoren erledigt, wobei jeder über ein Paket Prozeduren und Subroutinen verfügen kann:

- APED Automatische Prüfeinrichtung, dringende Arbeiten
- ABTD Abtaster für die Registerbedienung, dringende Arbeiten
- ABTN Abtaster für die Registerbedienung, nicht dringende Arbeiten
- APEN Automatische Prüfeinrichtung, nicht dringende Arbeiten
- MAO Meldungs-Aufbereitungsorganisator
- STO Statistikorganisator
- PST Prüfsummentester
- EAT Ein-/Ausgabeeinheit-Tester.

35 Arbeitsweise des Programmsystems

Die *Ladephase* umfasst die Abwicklung folgender Arten:

- Sicherstellen, dass der Prozessrechner einwandfrei arbeitet
- Laden des Betriebsprogrammes (speicherresidente Teile).

Programmfolge:

- URLAD
- ABSLAD
- PRTEST
- ABSLAD
- INIT

In der *Betriebsphase* arbeiten alle Programmteile in einem Zyklus von 20 ms, dem *Abtastzyklus (ATZ)*.

Zu Beginn eines ATZ erteilt der DIR die Kontrolle immer an den Organisator APED. Dieser erledigt die dringenden Arbeiten für die APE. Die nicht dringenden Arbeiten, die oft auch umfangreicher sind, merkt er lediglich vor. Danach gibt

er die Kontrolle an DIR zurück, indem er eine Emulator-Trap-Instruktion (EMT) ausführt (programmerzeugte Unterbrechung).

Dazu steht ihm eine Zeit von 1 ms zur Verfügung. Versucht er, mehr Zeit zu beanspruchen, wird er durch den Zeittakt unterbrochen. Nach dem Durchlaufen von ZEIT erhält DIR die Kontrolle und suspendiert den Organisator APED zwangsweise bis zum nächsten Abtastzyklus.

Nachdem APED freiwillig oder zwangsweise suspendiert worden ist, erteilt DIR die Kontrolle an den Organisator ABTD. Dazu dient das Gegenstück der EMT-Instruktion: der Rücksprungbefehl RTI (ReTurn from Interrupt).

ABTD tastet alle Register ab, führt dringende Arbeiten sofort aus und merkt nicht dringende Arbeiten vor. Er darf die gesamte verfügbare Zeit ausnützen, im Notfall sogar eine Verlängerung des ATZ verlangen; im Normalfall gibt er jedoch nach wenigen Millisekunden an DIR zurück.

Danach folgen alle übrigen Organisatoren ABTN bis EAT, soweit die Zeit eines ATZ reicht. Jeder dieser Organisatoren wird jede Millisekunde durch den Zeittakt unterbrochen und erhält die Kontrolle nur zurück, wenn der ATZ noch nicht abgelaufen ist. Jeder kann also zu jedem Zeitpunkt zwangsweise suspendiert werden. Darüber hinaus kann sich jeder außer EAT auch mit EMT freiwillig suspendieren lassen, wenn er seine momentan anstehenden Arbeiten erledigt hat oder auf irgend etwas warten muss. Der Organisator EAT darf keine EMT-Instruktion ausführen, sondern muss nach getaner Arbeit in einer Schleife warten, bis der Zyklus abgelaufen ist. Dadurch wird erreicht, dass alle ATZ gleich lang sind und somit als Zeitnormal verwendet werden können.

Bibliographie

- [1] Burkhard E. und Haldi H. Das Pentaconta-Automatensystem im schweizerischen Telefonnetz. Bern, Techn. Mitt. PTT 45, 1967, Nr. 4, S. 150...164.

Adresse des Verfassers: Rudolf Widmer, c/o Standard Telephon und Radio AG, Postfach, 8055 Zürich