

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 telegraфи svizzeri
Herausgeber:	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
Band:	53 (1975)
Heft:	12
Artikel:	Möglichkeiten und Probleme beim Einsatz von rechnergesteuerten Registern in herkömmlichen, dezentral gesteuerten Vermittlungssystemen
Autor:	Grundbacher, Willy
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-875624

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: 15.01.2026

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

Möglichkeiten und Probleme beim Einsatz von rechnergesteuerten Registern in herkömmlichen, dezentral gesteuerten Vermittlungssystemen

Willy GRUNDBACHER, Bern

621.395.344:681.3:62-52

Zusammenfassung. Im Herbst und Winter 1974 wurde die erste in der Schweiz gebaute Musteranlage von prozessorgesteuerten 7A-Orts/Fernregistern von den schweizerischen PTT-Betrieben geprüft. Der vorliegende Bericht bildet in erster Linie eine Zusammenfassung aller wichtigen Ergebnisse aus der Zeit der Projektbearbeitung, ohne dabei Ansprüche auf Vollständigkeit zu erheben. Ferner werden die betrieblichen Erwartungen, die an prozessorgesteuerte Multiregisteranlagen gestellt werden, behandelt. Der Verfasser versucht auch, die Frage zu beantworten, unter welchen Umständen eine Modernisierung der konventionellen Zentralen sinnvoll ist.

Possibilités et problèmes lors de l'emploi d'enregistreurs commandés par processeur dans les systèmes de commutation conventionnels à commande décentralisée

Résumé. Durant l'automne et l'hiver 1974, l'Entreprise des PTT suisses a testé le premier prototype d'enregistreurs local et interurbain 7A à commande par processeur construit en Suisse. Le présent rapport récapitule surtout les événements importants survenus lors de l'élaboration du projet et ne prétend pas être complet. L'auteur explique ensuite les avantages d'exploitation que l'on escompte retirer des installations à multienregistreurs commandés par processeur. Il essaie de définir dans quelles conditions il vaut la peine de moderniser les centraux conventionnels.

Possibilità e problemi riguardanti l'impiego di registri a calcolatori nei sistemi di commutazione tradizionali a comando decentralizzato

Riassunto. Durante l'autunno e l'inverno 1974, l'Azienda delle PTT ha esaminato il primo impianto campione di un registro locale/interurbano 7A comandato da un calcolatore di processo e costruito in Svizzera. Il presente rapporto, senza voler essere completo, è anzitutto un riassunto dei risultati importanti come affiorarono durante l'elaborazione del progetto. Inoltre, si discutono le aspettative dell'esercizio in merito agli impianti a registri multipli comandati da calcolatori di processo. L'autore cerca di dare una risposta anche alla domanda circa le condizioni alle quali risulta opportuno modernizzare una centrale convenzionale.

1 Gründe zur Modernisierung konventioneller Zentralensysteme

Mit der ständig zunehmenden Grösse und Komplexität der Fernsprechnetze einerseits und der notwendigen neuen Dienste anderseits werden immer mehr Forderungen an die automatischen Vermittlungsanlagen gestellt. Zudem ändern sich die Ansprüche an vermittelungstechnische Ausrüstungen im Laufe der Zeit. In neuen rechnergesteuerten Zentralensystemen können diese Ansprüche meist erfüllt werden. Ihre Einführung erfolgt jedoch durchwegs stufenweise. Damit in dieser Übergangszeit, die Jahre dauern kann, für alle Teilnehmer eines Bereichs die gleichen Dienste angeboten werden können, ist eine Anpassung der konventionellen Zentralen wünschenswert. Softwaremässig programmierte Multiregister mit modular aufgebauter Hardware und Software erlauben, mit einem tragbaren Aufwand Anpassungen durchzuführen und ein Vermittlungssystem laufend nach modernsten Gesichtspunkten zu betreiben.

11 Teilnehmerbezogene Dienste

Von den teilnehmerbezogenen Diensten steht die Ton-Tastenwahl im Vordergrund. Mit ihr ist eine kürzere Zeit für die Nummernwahl und die Registerbelegung zu erwarten. Messungen am effektiven Teilnehmerverkehr zeigten jedoch, dass dies nur für eine beschränkte Anzahl Teilnehmer trifft. Da heute die Impuls-Tastenwahlstation [6] und verschiedene Zusatzapparate zur Verfügung stehen, kann die Ton-Tastenwahl nicht mehr als «harte» Forderung bezeichnet werden.

Die Möglichkeit, böswillige Anrufer zu ermitteln, ist auch in konventionellen Zentralen erwünscht. Weitere Dienste, wie individuelle Zuteilung von Kurzwahlnummern, Anrufumleitung, Verbindungsauflauf ohne Wahl usw., sind wünschenswert. Sie sind jedoch nur dann zu verwirklichen, wenn die Identifizierung der rufenden Teilnehmernummer möglich ist.

12 Betriebsbezogene Leistungsmerkmale

Eine flexiblere *Leitweglenkung* ist eine Forderung, die manchmal für sich allein den Aufwand der Modernisierung eines konventionellen Zentralensystems rechtfertigt. Das rasche Ansteigen der Zahl der Teilnehmeranschlüsse bedingt ein erweitertes Ziffernanalysevermögen (in der Schweiz zum Beispiel siebenstellige Rufnummern) und oft zusätzliche Direktbündel zwischen Vermittlungsstellen. Im Katastrophenfall (Kabel unterbrochen, Gegenzentrale defekt) muss die Möglichkeit bestehen, bestimmte Richtungen auf eine vorbereitete Sprechtextansage zu leiten oder über eine Umwegverbindung zu schalten.

Die Freizügigkeit der Leitweglenkung soll sich auch auf die Markierung der Taxonen, die Anschaltung von betrieblichen Sprechtexten (wie «Dieser Anschluss ist nicht mehr in Betrieb»), mechanisierte Dienste (etwa Sprechende Uhr) und auf die Zuteilung von Mehrfachanschlüssen erstrecken.

Die *Einführung* eines neuen normalisierten Zeichengabesystems, in der Schweiz das *Mehr frequenz-Code-Wahlverfahren* (MFC) [5], ist auch in konventionellen Zentralen wünschenswert. Die MFC-Technik ermöglicht das Identifizieren der rufenden Teilnehmernummer innerhalb einer Netzgruppe und auch des Fernnetzes. Ein weiterer Vorteil der neuen Zeichengabesysteme ist die hohe Übertragungsgeschwindigkeit und die Verkürzung der Registerbelegungszeiten. Dies trifft besonders dann zu, wenn ein ganzer Netzbereich – grosse Nebenstellenanlagen inbegriffen – mit dem gleichen Signalisierungssystem betrieben wird.

Rechnergesteuerte Register ermöglichen die *Einführung eines einheitlichen Common-Channel-Signalisierungssystems*. Dieses Zeichengabesystem wird besonders bei der Zusammenarbeit mit modernen Vermittlungssystemen Vorteile zeigen. Eine sehr starke Vereinfachung der Leitungs- und Signalisierungssätze wird damit in alten und neuen Zentralensystemen möglich. Die Leistungsfähigkeit eines solchen Signalisierungssystems ist zudem beachtlich gross.

Ist eine *Identifizierung* der rufenden Teilnehmernummer vorgesehen, dann wird die Einführung folgender weiterer betrieblicher Dienste ermöglicht [3]:

- Unterscheidung von Teilnehmeranschlussklassen
- Sperrung bestimmter Teilnehmeranschlüsse (Kassen-sperren)
- Identifizierung von Teilnehmern in Abwurfstellung (Dau-erbrenner)
- Verbindungswege-Identifizierung.

Im weiteren wird von modernisierten Zentralsystemen eine dauernde *Überwachung der Dienstqualität* erwartet. Mit einem Bonus-Malus-Zähler, der für jede Richtung die Anzahl Durchschaltungen und Fehler vergleicht, wurden gute Erfahrungen gemacht. Damit kein dezentraler Fehler einen Alarm auslösen kann, muss diese Überwachung während der verkehrsarmen Zeit (beispielsweise 24.00 h bis 07.00 h) ausgeschaltet werden.

Die *Fehlerregistrierung* ist eines der wichtigsten Betriebs-hilfsmittel. Der Ausdruck eines Verbindungsfehlers muss zumindest folgende Angaben enthalten:

- Zeit
- Beteiligte Stromkreise
- Vom Teilnehmer gewählte Nummer
- Verbindungsart
- Verbindungsaufbauphase, bei der der Fehler festgestellt wurde
- Anzahl ausgezählte Zeichen (Ziffern).

Automatische Prüfeinrichtungen (APE) für neue und auch für Stromkreise in konventioneller Technik lassen sich leicht bei einer Systemmodernisierung integrieren. Im Projekt der neuen, prozessrechnergesteuerten 7A-Register [1] ist vorerst die APE nur für die neuen Register vorgesehen. Die ersten guten Erfahrungen mit dieser integrierten Prüfeinrichtung bewegen die Sachbearbeiter der PTT, den Routinetest für die konventionellen Ausgangsleitungen ebenfalls mit den 7A-Register-Prozessoren steuern zu lassen.

Eine automatische Prüfeinrichtung befriedigt nur, wenn die von den PTT-Betrieben geforderten Bedingungen erfüllt sind. Nachstehend einige Punkte, die besonders wichtig sind:

- Die Prüfabläufe müssen klar definiert sein.
- Die Prüfprogramme müssen auf einfache Weise den augenblicklichen Bedürfnissen angepasst werden können (beispielsweise Vollprogramm, Kurzprogramm, Wiederholung eines bestimmten Programmschrittes mit normaler oder verlangsamter Prüfgeschwindigkeit oder manuell gesteuert).
- Die einzelnen Funktionen müssen unter sogenannten Grenzwertbedingungen geprüft werden.

Mit einer *Zentralisierung* immer wiederkehrender Routinearbeiten lässt sich der Betrieb eines Telefonnetzes wesentlich rationalisieren. Der kleine Teil noch verbleibender Fehlerarbeiten ist aber sehr anspruchsvoll. Er kann mit wenigen, aber ständig im Training stehenden Mitarbeitern bewältigt werden.

Mit einer *Fernsteuerung* der Prozessrechner können von einem Betriebs- und Wartungszentrum aus folgende Funktionen überwacht und gesteuert werden:

- Selbstdiagnose Übertragung der Alarne und der wichtigsten Statistikangaben
- Abruf zusätzlicher Alarm- und Statistikangaben
- Ferngesteuerter Start von Prüfprogrammen
- Übertragung von Fehlermeldungen
- Vorbereitete Verkehrsleitwege schalten oder umschalten

Ausdruck - Art	Stunde	Minute	Tag	Monat	Jahr	Total Register - Belegungen	Total Umrechnungen	Total Durch - schaltungen	Total Zeitabwürfe (Fehler)	Fehlerrate F	Lastwert L
5001	16:00	30,01.75	00716	00585	00546	00005	009	01			

Fig. 1
Beispiel eines Stundenausdruckes

- Änderung von Teilnehmer-Anschlussklassen
- Zu- und Abschalten von Teilnehmerdiensten.

Im schweizerischen Telefonbetrieb wird vorläufig von einer Fernsteuerung der Zentralen abgesehen. Erst mit der Einführung des neuen digitalen Vermittlungssystems IFS-1 soll die heute noch dezentrale Unterhaltsorganisation auf zentralisierte Betriebs- und Wartungszentren umgestellt werden.

Die gezielte *Statistik* ist eine zusätzliche Hilfe, mit der man öfters hartnäckige Fehler frühzeitig erkennen kann. Nachfolgend sind zwei Arten von Statistikangaben aufgeführt, die in den Anlagen der prozessorgesteuerten 7A-Rotary-Register [1] zur Anwendung kommen:

- *Stundenausdruck* (Fig. 1) (Zusammenfassung der vergangenen Stunde)
- *Tagesmeldung* (Fig. 2) (Zusammenfassung des vergangenen Tages).

Im Kopf der Figur 2 sind von links nach rechts: die Ausdrucksart, Kennzeichen der Anlage, Nummer des Prozessrechners, Zeit und Datum des vorliegenden Ausdruckes und Zeit und Datum des letzten Neustartes des betreffenden Prozessrechners.

Die letzte Kolonne enthält die Fehlerrate F in %, bezogen auf das jeweilige Bündel. Angaben über die Ergebnisse der automatischen Prüfprogramme während des vergangenen Tages, die zurzeit umgelenkten Richtungen und die am ver-

BUENDEL	UMRECHNG	DURCHSCH	HOLDOVER	%
00	00006	00004	00000	000
11	00038	00037	00000	000
12	00035	00033	00001	030
13	00023	00023	00000	000
14	00012	00010	00000	000
16	00004	00004	00000	000
18	00011	00010	00001	100
19	00007	00007	00000	000
10	00003	00003	00000	000
21	00006	00005	00000	000
22	00006	00006	00000	000
23	00011	00010	00000	000
24	00015	00014	00000	000
25	00004	00004	00000	000
26	00005	00005	00000	000
27	00001	00001	00000	000
28	00003	00003	00000	000
29	00006	00006	00000	000
20	00000	00000	00000	000
31	00000	00000	00000	000
32	00000	00000	00000	000
33	00009	00008	00000	000
34	00005	00005	00000	000
35	00000	00000	00000	000
36	00000	00000	00000	000
37	00006	00006	00000	000
38	00002	00002	00000	000
39	00006	00005	00000	000
30	00000	00000	00000	000

APEP001: 00024 REG, 00075 FEHLER

KAT-LEITWEG:

REG AUSSER BETRIEB:

Fig. 2
Beispiel einer Tagesmeldung

gangenen Tage nicht belegten Register bilden den Abschluss der Tagesmeldung.

Weiter untergeordnete Statistikprogramme werden im Falle des 7A-Registers nur ausnahmsweise mit einem Überwachungsprogramm (Surveillance-Programmes) aufgerufen.

Eine gewisse Bedeutung hat die *statistische Auswertung der Fehlerausdrucke*. Würden bei konventionellen Zentralen alle Meldungen über die Fehlerregistrierung ausgedruckt, dann ergäbe dies eine Informationsflut, die nie von Hand verarbeitet werden könnte. Mit einer direkten Aufzeichnung der Fehlerangaben auf einen Datenträger (Kassette, Lochstreifen) hat man jedoch die Möglichkeit, die Fehlermeldungen zu sammeln und nachträglich mit einem besonderen Programm nach Fehlerart, Bündel und Stromkreis zusammenzufassen. So ist es möglich, auch fehlerhafte Stromkreise festzustellen, die nur sporadisch Fehler verursachen. Die Wirtschaftlichkeit einer solchen statistischen Auswertung muss jedoch vor der Realisierung überprüft werden, besonders dann, wenn die dazu vorgesehene Organisation umfangreich ist.

13 Bauliche und wirtschaftliche Aspekte

Die durch die Zunahme der Zahl der Teilnehmeranschlüsse bedingte Erweiterung der Zentralen ist oft in den vorhandenen Gebäuden nicht möglich. Im Beispiel der 7A-Zentralen [1] konnte mit einer Neuentwicklung der bis anhin voluminösen Register wesentlich Platz gewonnen werden.

Die Wirtschaftlichkeit der Modernisierung eines konventionellen Zentralensystems kann man schwer zum voraus beurteilen. Wie für moderne Vermittlungssysteme gilt auch hier die Frage: Welche Fazilitäten sind notwendig, und wieviel darf dafür investiert werden [3]?

Eine Neuentwicklung der 7A-Rotary-Register drängte sich aus der vorgenannten Notwendigkeit einer erweiterten Leitungsgelenkung auf. Die heute vorliegenden Kalkulationen zeigen, dass die gewählte Lösung – prozessrechnergesteuerte Register – investitionsmässig zwar etwa 10% teurer als eine Neuentwicklung konventioneller Bauart ist, dafür aber die erwähnten betrieblichen Vorteile bietet.

2 Systemmerkmale

Die konventionellen Zentralensysteme können in zwei Gruppen aufgeteilt werden.

a) Systeme ohne spezifische Markierer

In diesen werden die Verbindungen stufenweise aufgebaut, direkt aus dem Register oder der Teilnehmerstation gesteuert. Eine Modernisierung derartiger Systeme beschränkt sich auf die Neuentwicklung der Register [1]. Gegebenenfalls sind kleine Änderungen in den Verbindungsstromkreisen (Taxmarkierung) und Teilnehmerschaltungen (Identifizierung) notwendig. Fraglich wird der Einsatz rechnergesteueter Register dann, wenn es sich um ein Direktwahlsystem handelt. In solchen Fällen wird eine zusätzliche Anpassung der Verbindungsstromkreise (Richtungswähler) und eine neue Konzentrationsstufe (Registersucher) notwendig.

b) Systeme mit Stufen- oder Wegesuchmarkierer

In ihnen werden vorteilhafterweise neben den Registerfunktionen auch solche Markiererfunktionen in die Modernisierung einbezogen, die oft geändert werden [2].

21 Mögliche Aufbauarten

Alle möglichen Aufbauarten prozessrechnergesteuerter Register sind durch die Konzentration sämtlicher Speicher-, Umrechnungs- und Steuerfunktionen charakterisiert. Um den Forderungen der Sicherheit gegenüber Ausfällen [3] genügen zu können, werden von den Zentralenlieferanten zwei verschiedene Wege eingeschlagen:

- *Mehrfachrechnersysteme mit Lastteilung* (load sharing) [1], [2]. Diese Gruppierungsart der Prozessoren hat den Vorteil, dass die Zahl der Rechner und ihre Verkehrsleistung optimal an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden können. Nach Angaben der Lieferfirmen ist es auf diese Weise möglich, je Kleinrechner der Grösse des Typs PDP11/40,50...80 Register bedienen zu können, im Notfall (Ausfall eines Rechners) sogar die doppelte Zahl. Damit bei jedem möglichen Fehler in der zentralen und dezentralen Hardware kein Totalausfall der Anlage eintritt, sind besonders in dieser Gruppierungsart genügend Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.
- *Multiregistergruppen als Ausfalleinheiten*. Werden für die unveränderlichen Steuerfunktionen Mikroprozessoren eingesetzt, dann ist die Zusammenfassung von heute etwa 5...20 Registern zu einer Multiregistereinheit eine weitere Lösungsmöglichkeit. In diesem Falle muss jedoch ein den Mikroprozessoren übergeordnetes Mehrfachrechnersystem (gemäss vorangehendem Abschnitt) die Speicherung aller variablen Daten übernehmen.

22 Anpasseinheiten (Registersätze)

Die Anpasseinheiten bilden die Schnittstelle zwischen den konventionellen Zentralenstromkreisen mit ihren Analog- und Hochpegelsignalen und den integrierten Rechnerbausteinen mit den digitalen Niederpegelsignalen. Je nach Registerart (Orts-, Ausgangs-, Eingangs- oder Transitregister) enthalten die Registersätze entsprechende Funktionseinheiten, wie

- Steuerung und Überwachung der Verbindungsstromkreise
- Ein- und Auszählschaltungen für Impulswahl
- Ein- und Auszählschaltungen für MFC-Wahlen
- Einspeisung der Töne
- Überwachung der Teilnehmerschläufe
- Tastenwahlempfänger
- Anschaltung an die Prüfeinrichtung.

Selten verwendete Sende- und Empfängerschaltungen können gegebenenfalls nur bei Bedarf angeschaltet werden. Die Anschaltmethode darf jedoch die Sicherheit bezüglich Ausfall ganzer Anlageteile nicht gefährden.

Im Projekt «prozessgesteuerte 7A-Register» sind alle Funktionseinheiten direkt dem Register zugeteilt.

23 Daten-Ein- und -Ausgabehardware (Multiplexer)

Die Zusammenfassung der Daten aus allen Registern oder Registergruppen besorgt die Ein-/Ausgabe-Einheit. Die Leistungsfähigkeit der Prozessoren wird in erster Linie durch die Struktur und Adressierungsart dieser Einheit bestimmt. Im weiteren sorgen die Multiplexer dafür, dass nur *ein* Prozessor an ein Register oder an eine Registereinheit angeschlossen wird.

24 I/O-Einrichtungen (Bedienungsmöglichkeiten)

Für die Bedienung der Prozessoren stehen verschiedene Möglichkeiten offen. Bewährt haben sich besonders

- Fernschreiber oder Blattdrucker als Ausgabegerät für Fehlermeldungen, Statistikangaben usw.

- Kassettenbandgeräte zum Einlesen der Betriebs- und Prüfprogramme bei Neuanlauf sowie zum Aufzeichnen von Daten, die für eine Weiterverarbeitung bestimmt sind
- Spezial-Bedienungspanele zur Bedienung der Prüfeinrichtungen und Statistikprogramme sowie der Anzeige der Betriebszustände (Fig. 3)
- Datensichtgeräte für Programm- und Datenmutationen (im Projekt «7A-Register» nicht vorgesehen).

25 Prozessrechner

Mit der Modernisierung konventioneller Zentralensysteme und der Einführung verschiedener rechnergesteuerter Spezialeinrichtungen, wie FEPAM (Fernmessen und -prüfen Alarmübertragung), GZR (Gesprächszeitregistrieren) usw., ist ein umfangreicher Einsatz von Kleinrechnern in den Anlagen der PTT zu erwarten [9]. Um eine Kräftezersplitterung bezüglich der Hardware- und Softwarewartung zu vermeiden, sind die Schweizerischen PTT-Betriebe bestrebt, die in ihrem Bereich eingesetzten Rechner zu standardisieren. Die Durchführung von Programmänderungen durch eine zentrale Stelle muss möglich sein. Dies bedingt jedoch, dass neben der Prozessrechnerhardware auch die Daten-Ein- und -Ausgabehardware und die Software für alle gleichgearteten Projekte normiert werden.

An die Hardware der Prozessrechner, die in Vermittlungssysteme integriert eingesetzt werden – was auch die Multiregistersteuerung betrifft –, müssen besondere Anforderungen gestellt werden:

- Die Stromversorgung soll direkt von der Zentralenstromverteilung (Batteriespannung) erfolgen.
- Die Bauweise der Hardware soll den im betreffenden Vermittlungssystem üblichen Abmessungen entsprechen.
- Baudichte und Konstruktion sollen so gewählt werden, dass zur Kühlung keine Ventilatoren notwendig sind.

Werden Mikroprozessoren angewendet, dann wird es leichter, diese Wünsche zu erfüllen. Ein Mikroprozessormodul ist jedoch kein Ersatz für einen Kleinrechner. Obwohl in den meisten Anwendungsfällen die noch notwendige Umgebung dieses Moduls an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst wird, darf damit die angestrebte Standardisierung nicht gefährdet werden.

26 Software

Leistungsfähigkeit und Betriebszuverlässigkeit eines Systems werden massgebend durch die Struktur der Software bestimmt. Ein modularer Aufbau wird gefordert. Die Programm-Moduln müssen für sich allein abgeändert, erweitert und auch getestet werden können. Sie müssen auch unter sich unabhängig sein; ein Fehler darf nicht Kettenfehler produzieren. Zu grosse Moduln machen die Software unübersichtlich. 200...300 Maschinenbefehle oder 1 Funktion je Modul stellt die ideale Modulgrösse dar.

Auch für Vermittlungsanlagen wird langfristig gesehen anstelle der Assemblersprache eine höhere Programmiersprache angestrebt. Diese soll Programmierstandards enthalten, die besonders das Programmieren der vermittelungs-technischen Probleme erleichtern.

Komplizierte und unübersichtliche Programmiermethoden sollten vermieden werden. Oft lassen sich programmieraufwendige Funktionen einfacher durch eine entsprechende dezentrale Hardware ersetzen.

Damit nach Jahren jederzeit mühelos Programmänderungen möglich sind, muss schon bei der Entwicklung der Software darauf geachtet werden, dass für Drittpersonen eine

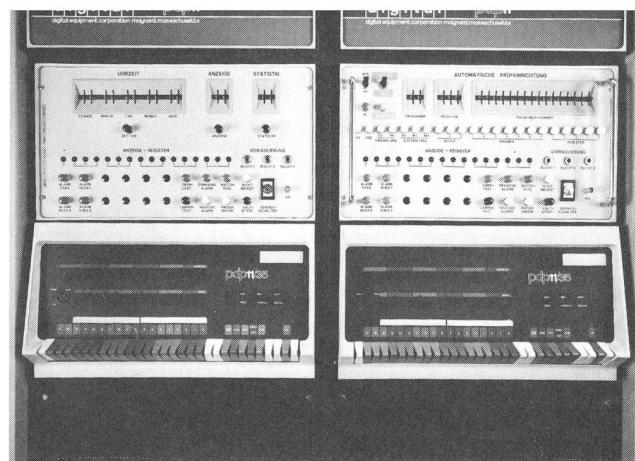


Fig. 3

Das Herz der rechnergesteuerten 7A-Register: Die beiden Rechner mit den Bedienungspanels

übersichtliche *Dokumentation* entsteht. Diese muss enthalten:

- Übersicht der Softwarestruktur
 - Arbeitsweise des Programmsystems
 - Beschreibung der Schnittstellen zwischen den Programm-Moduln
 - Verzeichnis und Beschreibung der verwendeten Befehle, Subroutinen und Abkürzungen.
- Die Unterlagen über die einzelnen Programm-Moduln sollten enthalten:
- Ausführliche Ablaufdiagramme (Flussdiagramme)
 - Listing (programmierte Befehle) mit ausführlichen Kommentaren
 - Programmbeschreibung
 - Bedienungsanleitung (wenn notwendig).

Die schweizerischen PTT-Betriebe verlangen, dass Änderungen von semipermanenten Daten, wie Nachführen von Leitwegtabellen und Umrechnungstabellen, bei Bedarf von den zuständigen Dienststellen selbst durchführbar sein sollen. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn dazu keine Hilfsmittel notwendig sind, die in den PTT-Betrieben fehlen (beispielsweise besondere Datenverarbeitungsanlagen).

Um die *Betriebssicherheit* der Rechner sicherzustellen, muss sich die Software selbst dauernd überwachen. Im Projekt «prozessorgesteuerte 7A-Register» geschieht das durch eine verdrahtete Zeitalarmschaltung, die verlangt, dass das Programm in bestimmten Zeitabständen bestimmte Manipulationen an ihrem Datenwort vornimmt. Ist dies in einer vorgeschriebenen Zeitspanne nicht der Fall, dann wird ein Restart (Kaltstart) veranlasst.

Nach jedem Ausfall muss ein automatischer Wiederanlauf (Kaltstart) gewährleistet sein. Vor dem Laden des speicherresidenten Betriebsprogrammes soll ein Testprogramm kontrollieren, ob der Prozessrechner einwandfrei arbeitet. Ist dies nicht der Fall, dann ist nach einer begrenzten Anzahl Kaltstartversuchen eine Fehlermeldung der dringlichsten Stufe abzugeben.

Eine ausführliche Fehlermeldung muss ausserdem nach jedem Programmfehler abgegeben werden.

Im weiteren muss dafür gesorgt werden, dass bei einem Rechnerausfall die wichtigsten Statistikangaben erhalten bleiben.

Der Schutz gegen Fehlbedienung ist eine weitere Forderung, die an die Software gestellt wird. Alle Eingabedaten müssen vor der Weiterverarbeitung mit wirkungsvollen Plau-

sibilitätstests kontrolliert werden. Im Projekt «7A-Register» wird deshalb die Tastatur der elektrischen Schreibmaschine nicht verwendet; Eingaben können nur über das Spezialbedienungspanel erfolgen. Programm- und Datenmutationen werden auf einer Drittanlage durchgeführt. In der Betriebsanlage selbst wird nur die Magnetbandkassette ausgewechselt.

3 Stromkreistechnische Probleme bei der Einführung prozessrechnergesteuerter Register

Mit der Einführung elektronischer Baugruppen und Prozessrechner in konventionelle elektromechanische Zentralen sind immer gewisse Schwierigkeiten zu überwinden. Die heutige Halbleiterschaltungstechnik hat jedoch einen Stand erreicht, mit dem es möglich ist, trotz den in der konventionellen Zentrale eingestreuten hohen Störpegeln eine hohe Betriebssicherheit zu gewährleisten.

In den Registersätzen müssen die Interfaceschaltungen der Schnittstellen so ausgelegt sein, dass keine *Überspannung* die Elektronik gefährden kann. Dies gilt im besonderen für die direkten Zugriffsmöglichkeiten nach Verbindungs- und Teilnehmerleitungen.

Impulsempfangsschaltungen müssen eine Anzugs- und Abfallverzögerung aufweisen, die erfahrungsgemäß mindestens 12 ms betragen soll. Von Wählern verursachte kurzzeitige Unterbrüche und Kurzschlüsse können damit eliminiert werden. Vorteilhafterweise werden digitale Verzögerungsschaltungen eingesetzt, die auch eine rasche Folge von Störimpulsen richtig verarbeiten.

Der *Empfang und die Auswertung von Mehrfrequenzcode-Wahlsignalen* ist wegen den Störungsmöglichkeiten auf dem Übertragungsweg problematisch [4]. Die Kontaktübergänge in den elektromechanischen Durchschaltenetzwerken verursachen oft Störgeräusche und kurzzeitige Unterbrüche, die den Empfang des richtigen Übertragungssignals erschweren. Im Projekt der prozessorgesteuerten 7A-Register konnte eine Auswertemethode verwirklicht werden, die alle Erwartungen bezüglich der Dienstqualität übertrifft.

Die Signalverzögerung und Codekontrolle wird mit der Software folgendermassen durchgeführt:

Werden MFC-Signale erwartet, dann werden die Digitalausgänge des analogen Signalempfängers geprüft. Liegt keine 2-aus-5-Kombination vor, wird das Signal ignoriert; fällt die Codekontrolle positiv aus, wird das Zeichen zunächst lediglich zwischengespeichert. Nur wenn auf diese Weise während 40 Millisekunden unverändert dasselbe Zeichen erkannt wird (3 Abtastungen), gilt das empfangene Signal als gesichert. Das Verschwinden des Signals wird auf die gleiche Art kontrolliert. Nur wenn während 3 aufeinanderfolgenden Abtastungen das Signal nicht wieder erscheint, gilt es als beendet.

Die *Empfangsauswertung von Mehrfrequenzsignalen aus Tastenwahlstationen* ist insofern schwieriger, als unter Umständen sehr wenig Zeit für die Signalauswertung zur Verfügung steht. Die schweizerischen PTT-Betriebe verlangen eine sichere Erkennung der Signale bei einer Mindest-Tastendruckzeit von 35 ms und einer Mindest-Pausenzeit von 40 ms. Versuche in der «7A-Register»-Musteranlage zeigten, dass dies in konventionellen Zentralen – besonders beim ersten Wahlzeichen – schwer zu verwirklichen ist. Noch mehr als in modernen elektronischen Zentralen sind hier Störgeräusche vorhanden, die den Empfang des effektiven Wahlzeichens verzögern.

Eine Verbesserung der Mehrfrequenzcode-Signalübertragung bringt die *Gleichstromfritten*. Sie ist erst dann wirksam, wenn über alle Kontakte des Übertragungsweges mindestens 0,5 mA Gleichstrom fliessen.

An die *Übertragung der Signale und Daten zwischen den elektronischen Baugruppen* werden hohe Anforderungen bezüglich Informationsmenge und Störabstand (Fehlerrate) gestellt. Die konventionellen Methoden – Übertragung mit digitalen Hochpegelsignalen (– 48 V) oder über ein Mehrfrequenzcodesystem – sind zu langsam und zu aufwendig. Heute sind integrierte Datenübertrager auf dem Markt, die die auf Übertragungsleitungen wirkenden Störungen unterdrücken (magnetische Parallel-Impulstransformatoren, Optokoppler mit magnetischen Seriedrosseln, elektronische Line-drivers usw.).

In den 7A-Registern wurden mit Erfolg Line-driver/receiver eingesetzt [8]. Die Übertragungsleitungen mussten allerdings mit RC-Gliedern verzögert werden, damit die auf die Zentralverkabelung wirkenden kurzzeitigen Störspannungen mit steilen Flanken, hervorgerufen durch das Abschalten von Induktivitäten ohne Funkenlöscher (Relais, Fluoreszenzröhren usw.), unwirksam wurden.

Die *Alarmsignalisierung* neuer Anlageteile muss sich in das bestehende Prinzip der konventionellen Technik integrieren lassen. Dabei sind besonders folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Sicherungs- und Stromkreisalarme müssen sauber getrennt sein (Sicherungen können vom Hilfspersonal ersetzt werden).
- Es sind mindestens 2 Dringlichkeitsstufen vorzusehen. Sind zentrale Funktionen so gestört, dass ein zweiter Fehler eine Totalblockierung verursachen könnte, dann ist ein Dringendalarm zu signalisieren, der ein sofortiges Personalaufgebot veranlasst. Sind hingegen nur einzelne dezentrale Stromkreise blockiert ($\leq 10\%$), dann genügt ein Nichtdringendalarm.

Die *Stromversorgung* aller lebenswichtigen Zentralenteile muss unterbruchlos und netzunabhängig sein. Es liegt nahe, dass auch der Prozessrechner und die I/O-Einrichtungen aus der Zentralenbatterie gespeist werden müssen. Im Projekt «7A-Register» [1] geschieht dies über Gleichstrom/Wechselstrom-Umformer. Noch besser ist eine direkte Gleichstrom/Gleichstrom-Umwandlung auf die von den Verbraucherschaltungen benötigte Speisespannung. Eine lagegetrennte Doppelaustrüstung der Stromversorgung ist ausserdem notwendig, um jederzeit den Betrieb sicherzustellen.

4 Betriebliche Probleme bei der Einführung prozessrechnergesteuerter Register

41 Betriebszuverlässigkeit

Die für die Zentralentechnik gültigen *Grenzbeanspruchungen* bezüglich Zentralenbatteriespannung und Klima müssen auch von den neuen Anlageteilen erfüllt werden. Die Musteranlage der prozessorgesteuerten 7A-Register wurde zum Beispiel 75 Stunden lang störungsfrei in einer Umgebungstemperatur von 40°C und 20% Luftfeuchtigkeit betrieben.

Um die in der Zentralentechnik übliche lange *Lebensdauer* auch für die Prozessrechner garantieren zu können, sind ausreichende Garantieverträge, Ersatzmaterial und Dokumentationen notwendig. Der dafür notwendige Aufwand ist unter Umständen beachtlich gross.

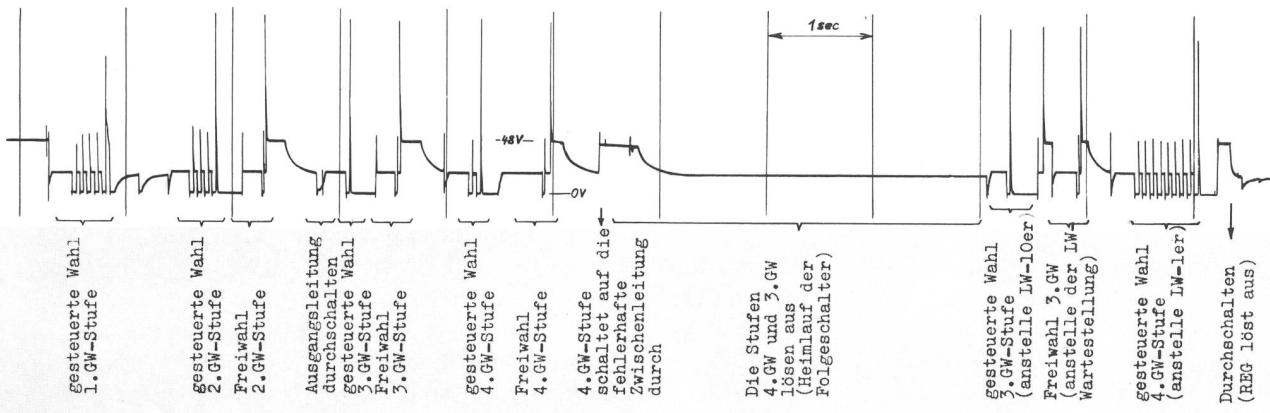


Fig. 4
Diagramm der Leitungssignale (b-Draht) einer 7A-Verbindung mit Stromkreisfehler (Kurzschluss zwischen b- und c-Draht nach dem 4. Gruppenwähler)

Der *Ausfall* einzelner Teile der Anlage darf nicht zu einer massiven Behinderung ganzer Teilnehmergruppen führen [3]. Eine Doppelausrüstung der zentralen Stromkreise genügt nicht, um diese Forderung zu erfüllen. Versuche an den prozessorgesteuerten 7A-Registern zeigten, dass verschiedene Überwachungen notwendig sind (Redundanz). Neben der im Kapitel «Software» erwähnten rechnereigenen Kontrolle muss ein Hintergrund-Testprogramm dauernd das richtige Funktionieren der eigenen Datenkanäle (Multiplexer) prüfen. Im weiteren sind Zustandsprüfungen, die von einem fremden Rechner durchgeführt werden, notwendig.

Mit dem Einsatz neuer elektronischer Register hat man nun die Möglichkeit, unter Berücksichtigung der im Kapitel 3 beschriebenen Massnahmen auch die *Dienstqualität* der konventionellen Zentralenteile zu verbessern. Die Register, die meistbeanspruchte Funktionsgruppe einer Zentrale, sind damit nicht mehr der Abnützung unterworfen.

42 Wartung und Unterhalt

Die im Abschnitt 12 beschriebenen betriebsbezogenen Leistungsmerkmale bilden die Grundlage für die Unterhaltsarbeiten an rechnergesteuerten Registern in konventionellen Zentralen.

Die *vorbeugenden Unterhaltsarbeiten* können wie folgt gruppiert werden:

Jeden 2. oder 3. Tag:

- Mit der automatischen Prüfeinrichtung alle Stromkreise testen
- Kontrolle der Statistikmeldungen bezüglich Fehlerrate.

Monatlich:

- Kontrolle der Fehlerschreiber oder Blattdrucker auf Papierführung, Verschmutzung und Abnützung
- Prüfung aller Ventilatoren (im Prozessor-Geräteschrank)
- Wenn notwendig, reinigen der Luftfilter.

Halbjährlich:

- Reinigung der Schreib-/Leseköpfe in den Magnetbandgeräten mit einem Putzmittel, das sich leicht verflüchtigt
- Funktionskontrolle der Sicherungs- und Stromkreisalarme.

Fehler sollen möglichst bei ihrem ersten Auftreten *automatisch erkannt*, diagnostiziert und nach Bedarf dem Betriebs- und Wartungszentrum gemeldet werden. Eine zuverlässige Alarmsignalisierung und nicht zuletzt eine richtige Registrierung der Fehler ist eine notwendige Voraussetzung (ver-

gleiche Abschnitt 12). Wird die Wegesuche nicht in die Modernisierung des Zentralensystems einbezogen, so können nur jene Signale für die Fehlerregistrierung verwendet werden, die über die Drähte der Registersucher kontrollierbar sind. Figur 4 zeigt ein Beispiel, weshalb mit dieser Methode falsche Interpretationen möglich sind.

Für das Register waren die Leitungssignale richtig. Nach der vermeintlichen «vollständigen» Auszählung wurde durchgeschaltet. Das Rufsignal gelangte jedoch nur bis in die Stufe 4. Gruppenwähler (GW). Ein Fehlerausdruck wäre möglich, wenn das Register jede Wahlstufe identifizieren könnte.

Gleichartige Fehlererscheinungen sind auch mit «falschen» Fehlerausdrucken möglich. In einem solchen Fall wird die Verbindung nach einer teilweisen Auslösung ebenfalls weiter ausgezählt, kann dann jedoch aus irgendeinem Grunde (beispielsweise wenn die Signalisierung des Registers nicht mit der betreffenden Wahlstufe übereinstimmt) nicht durchgeschalten. Der resultierende Fehlerausdruck ist verwirrend, da der Endzustand der unvollständig aufgebauten Verbindung nicht mit den Angaben auf dem Fehlerausdruck übereinstimmt.

Glücklicherweise sind derartige Fehler eher selten anzutreffen. Erfahrener Unterhaltspersonal wird zudem diese schon in der alten Technik bekannten Anormalitäten kennen und meistern.

Die automatische Fehlererkennung genügt im allgemeinen nicht, um die Fehler auf die Baugruppe oder den Baustein genau eingrenzen zu können. Mit der automatischen Prüfeinrichtung (vergleiche Abschnitt 12) kann nur ein Teil der Fehlerursachen gefunden werden. Nur zu oft ist man auf die alte Methode – eine fehlerhafte Verbindung zu blockieren (Zeitüberwachung ausschalten) – angewiesen. Wichtig ist nun, dass auch nach einer Modernisierung die bewährten Suchmethoden beibehalten werden können. In den neuen 7A-Registern wurden deshalb unter anderem die registerseitigen Leitungsabschlüsse nachträglich wieder erdfrei geschaltet, um den sogenannten Fingertest – Spannungsmessung mit den feuchten Fingern – zu ermöglichen.

Um während der ganzen Betriebszeit der Anlagen (für die prozessrechnergesteuerten 7A-Register mehr als 20 Jahre!) einen *rationellen Reparaturdienst* garantieren zu können, ist bei der Einführung solcher Anlagen ein grosser Aufwand an Ersatzteilen, Prüfgeräten, Prüfprogrammen und Dokumentationen notwendig. Die mögliche Lebensdauer der Anlagen ist nicht zuletzt von der Tauglichkeit der Reparaturstellen abhängig.

Erfahrungsgemäss ist in den vorliegenden Anlagen im Durchschnitt nur alle Jahre mit einem schwerwiegenden Fehler zu rechnen. Das Unterhaltspersonal wird deshalb kaum in der Lage sein, anhand von effektiven Fehlereingrenzungsarbeiten das notwendige «know-how» aufrechtzuerhalten. Mit einem *Instruktionsmodell* können sichergestellt werden:

- Training von Manipulationen, die aus Sicherheitsgründen nicht an den in Betrieb stehenden Anlagen durch das Unterhaltspersonal ausgeführt werden dürfen
- Training des Unterhaltspersonals in der Fehlerlokalisierung
- Ausbildung von neuem Unterhaltspersonal
- Ausprüfen von Programmen nach Modifikationen (zum Beispiel Änderung von Leitwegtabellen).

Ein Instruktionsmodell vermag aber nur dann zu genügen, wenn alle **Hardwarefunktionen** vorhanden sind und effektiv betrieben werden können. Dies gilt insbesondere für jene Anlageteile, die aus Sicherheitsgründen mit Ersatzschaltungen ausgerüstet sind. Im Projekt 7A-Register ist ein Instruktionsmodell vorgesehen, das mit 5 Registersätzen ausgerüstet ist, die jederzeit nach Bedarf an eine Zentrale angeschaltet werden können.

5 Schlussfolgerungen

Die Modernisierung konventioneller Vermittlungssysteme durch den Einsatz von prozessrechnergesteuerten Registern bietet die Möglichkeit, über einen ganzen Netzbereich dieselben Teilnehmerdienste anzubieten. Für die Betreiber der Anlagen wird es zudem möglich, die alten, dezentral gesteuerten, und die neuen, modernen speicherprogrammgesteuerten Vermittlungssysteme mit derselben Unterhaltsstrategie (beispielsweise von einem Betriebs- und Wartungszentrum aus) zu behandeln, da die dafür nötige Voraussetzung – die Möglichkeit zur Fernsteuerung und -überwachung der Anlagen – erfüllt ist.

Alle Vorteile einer solchen Modernisierung dürfen allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, dass mit ihr auch Nachteile verbunden sind, die sich unter anderem durch einen höheren Grundlast-Leistungsbedarf der elektronischen Schaltungen gegenüber konventionellen Registern zeigen. Bei der unbedingt notwendigen Überprüfung der Wirtschaftlichkeit müssen auch die zusätzlichen Mehraufwände (Personalrekrutierung, Ausbildung, Mehrbesoldung und auch Reparaturdienst, Ersatzteillager usw.) und die betrieblichen Einsparungen (Wartung und Unterhalt) berücksichtigt werden. Die Wirtschaftlichkeit ist um so besser, je mehr änderbare Funktionen von den Registern ausgeführt werden. Dies wird deshalb besonders für internationale Leitregister höchst interessant.

Bibliographie

- [1] *Widmer R.* Ersatz der 7A-Rotary-Register durch Prozessrechner. Paris, Elektr. Nachrichtenwesen 49, 1974, Nr. 2, S. 149...152.
- [2] *Ellstam S., Mannby P. R.* Registersystem ANA 30 mit speicherprogrammierter Steuerung für Koordinatenschaltervermittlungen. Stockholm, Ericsson Review, 1973, Nr. 4, S. 131...145.
- [3] *Grundbacher W.* Beurteilungskriterien von Vermittlungsanlagen. Bern, Techn. Mitt. PTT 53, 1975, Nr. 2, S. 54...61.
- [4] *Gasser L., Rahmig G.* Ergebnisse von Betriebsversuchen mit Mehrfrequenz-Codewahlverfahren (MFC-Wahl). Paris, Elektr. Nachrichtenwesen 39, 1964, Nr. 4, S. 550...565.
- [5] *Zach W.* Die Mehrfrequenzcode-Zeichengabe im schweizerischen Telefonnetz. Bern, Techn. Mitt. PTT 52, 1974, Nr. 11, S. 384...391.
- [6] *Nuoffer B.* Die Tastenwahl im Telefonapparat Modell 70. Bern, Techn. Mitt. PTT 52, 1974, Nr. 1, S. 2...11.
- [7] *Ebel H.* Die Signalisierungsaufgaben des Tastfernsprechers und ihr Einfluss auf Vermittlungssysteme. Berlin, Fernsprech-Vermittlungstechnik 5, 1969, Nr. 4, S. 208...212.
- [8] Data transmission with line drivers and receivers. SN 55107 Serie. Dallas, Texas Application Report, Bull. CA-130 and CA-146.
- [9] *Murbach G., Jaquier J.-J.* Prozessrechner – 1. Teil: Eine Einführung in die Technik der Prozessrechner. Bern, Techn. Mitt. PTT 53, 1975, Nr. 10, S. 367...378.