

# Mikroprozessorgesteuerter Konzentrator

Autor(en): **Stutz, R.**

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-915210>

## **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.

# Mikroprozessorgesteuerter Konzentrator <sup>1)</sup>

Von R. Stutz

681.518.52 : 621.395.743

*Die Wirtschaftlichkeit des Ortsnetzes kann durch die Reduzierung der schlecht ausgenutzten Teilnehmerleitungen erhöht werden. Aus einer Anzahl Möglichkeiten bietet der Einsatz von Konzentratoren eine kostengünstige Lösung. Der Aufsatz beschreibt den Hardware- und Software-Aufbau eines mikroprozessorgesteuerten Konzentratoren. Einige Aspekte der Zuverlässigkeit werden erwähnt, welchen bei zentralisierter Steuerung vermehrt Beachtung geschenkt werden muss.*

*La rentabilité du réseau local peut être augmentée en réduisant les lignes d'abonnés mal utilisées. Parmi plusieurs possibilités, l'emploi de concentrateurs est une solution au coût intéressant. L'auteur décrit la disposition du matériel et le logiciel d'un concentrateur piloté par microprocesseur. Quelques aspects de la fiabilité sont mentionnés, dont il faut tenir compte davantage dans le cas d'une commande centralisée.*

## 1. Einleitung

Es ist eine bekannte Tatsache, dass die Teilnehmerleitungen im Vergleich zu allen übrigen Anlagen des Telefonnetzes sehr schlecht ausgenutzt sind. Bei einem durchschnittlichen Teilnehmeranschluss beträgt die Ausnutzung ca. 3 %. Im weiteren ist der Investitionsanteil der Teilnehmerleitung im Vergleich zu den Gesamtinvestitionen eines Teilnehmeranschlusses sehr hoch. Aus diesen Gründen ist es naheliegend, Mittel und Wege für eine Kosteneinsparung zu suchen. Dies ist auf verschiedene Arten möglich (Fig. 1).

Eine der bekanntesten Lösungen ist der Gemeinschaftsanschluss, bei dem zwei Teilnehmer über nur eine Leitung an die Endzentrale angeschlossen werden. Nachteilig ist, dass die beiden Teilnehmer nicht gleichzeitig telefonieren können.

Eine bessere Lösung bietet der Konzentrator. Bei diesem wird eine grössere Anzahl Teilnehmer über eine teilnehmerseitige und eine amtsseitige Konzentratorstufe an die Endzentrale angeschlossen. Mit Hilfe der Verkehrstheorie kann gezeigt werden, dass bei einer bestimmten durchschnittlichen Verkehrsmenge nur 1 % Verlust entsteht; d. h. pro 100 Anrufe kommt nur eine Verbindung nicht zustande, weil alle Verbindungsleitungen schon belegt sind.

Eine weitere Möglichkeit sind Multiplexsysteme, die sowohl im Frequenz- als auch im Zeitbereich arbeiten können. Der Einsatz von Multiplexern im Ortsnetz ist aber bis heute und auch in nächster Zukunft nicht wirtschaftlich.

Auch eine Kombination von Konzentrator und Multiplexer ist denkbar. In diesem Fall werden die hohen Kosten, die beim Multiplexer in der Teilnehmerschaltung anfallen, auf eine grössere Anzahl Teilnehmer verteilt.

Bei entsprechend ausgerüsteten Zentralen besteht auch die Möglichkeit, auf den amtsseitigen Konzentrator zu verzichten. Der teilnehmerseitige Konzentrator wird in diesem Fall vom Amt gesteuert. Diese Lösung kann in neuen rechnergesteuerten Vermittlungsstellen relativ einfach realisiert werden.

Als zukunftsorientierte Lösung wäre die Ringleitung zu nennen, bei der an jeder beliebigen Stelle der Leitung Teilnehmer angeschlossen werden können. Die Gerätekosten pro Teilnehmer sind sehr hoch.

Aus all diesen Möglichkeiten ersieht man, dass der Einsatz eines Konzentratoren eine optimale Lösung darstellt. Durch eine Wirtschaftlichkeitsrechnung kann gezeigt werden, unter welchen Bedingungen sich der Einsatz eines Konzentratoren lohnt. Dies hängt natürlich stark von der Distanz zwischen Endzentrale und den Teilnehmeranschlüssen sowie von der örtlichen Streuung und Verteilung der Anschlüsse ab. Eine weitere Möglichkeit besteht im temporären Einsatz

eines Konzentratoren. Bei Überlastung des Leitungsnetzes durch die starke Zunahme der Teilnehmeranschlüsse können Konzentratoren kurzfristig eingesetzt werden. Auch wenn zu wenig Grundlagen für die Planung des zukünftigen Netzes bekannt sind, kann vorübergehend ein Konzentrator eingesetzt werden.

## 2. Aufbau des Konzentratoren

Bei der Neuentwicklung des Konzentratoren wurden vier Ziele vorgegeben: wartungsfreier Betrieb, hohe Zuverlässigkeit, kleiner Platzbedarf und Senkung der Herstellkosten. Alle diese Ziele erhöhen die Wirtschaftlichkeit gegenüber den bisherigen Konzentratoren.

Der Konzentrator kann in zwei Funktionsgruppen unterteilt werden, in Koppelfeld und Steuerung. Für das Koppelfeld boten sich zwei Lösungsvarianten an: ein elektronisches oder ein elektromechanisches Koppelfeld. Bei den hohen Spannungen und Strömen des konventionellen Telefonnetzes ist der Einsatz eines elektronischen Koppelfeldes sehr kostspielig. Die Fernspeisung des teilnehmerseitigen Konzentratoren vom Amt her bedingt eine leistungslose Haltung der Verbindung. Der Kreuzwähler erfüllt diese Bedingungen und lässt sich auch sehr kostengünstig einsetzen.

Für die Steuerung standen die drei Lösungsmöglichkeiten elektromechanisch (z. B. Printrelais), elektronisch festverdrahtet oder mittels Mikroprozessor zur Wahl. Um das Koppelfeld einfach und kostengünstig realisieren zu können, wurde eine zentralisierte Steuerung angestrebt. Durch die volle Zentralisierung würde aber eine elektromechanische Steuerung zu komplex und zu umfangreich. Die Mikroprozessorsteuerung bietet gegenüber der festverdrahteten elektronischen Steuerung Preisvorteile. Weitere Vorteile liegen in der Flexibilität und in der Möglichkeit, zusätzlich Prüfroutinen und Fehlerauswertrountinen einzubauen.

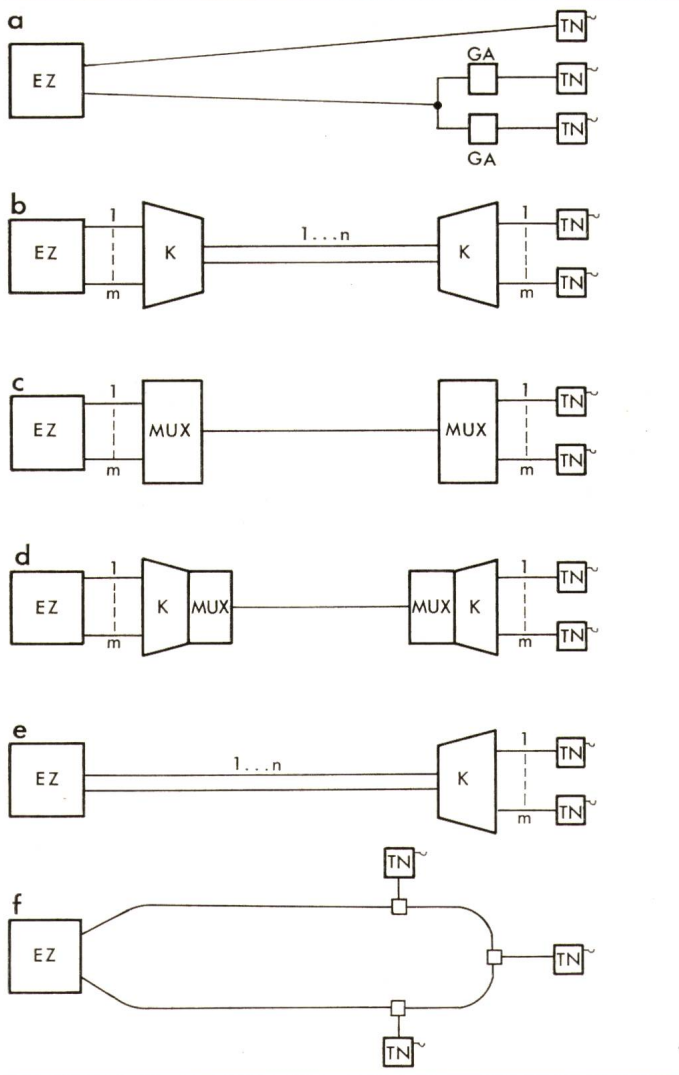
Fig. 2 zeigt das Blockscheema des amtsseitigen Konzentratoren. Er kann in drei Bereiche unterteilt werden: in Koppelfeld, Peripherie und Mikrocomputer. Der teilnehmerseitige Konzentrator ist grundsätzlich gleich aufgebaut.

Das Koppelfeld ist zweistufig und erfüllt die Aufgabe der Konzentration und Durchschaltung der Sprechadern.

Die Peripherie bildet das Interface zwischen der 48-V-Telefonieseite und dem Peripheriebus des Mikrocomputers. Über ein Pegelanpassnetzwerk tastet der Mikrocomputer den momentanen Zustand der c-Drähte ab (ABTAM). Das Potential auf dem c-Draht sagt aus, ob der entsprechende Teilnehmeranschluss frei oder belegt ist. Wenn alle Verbindungsleitungen belegt sind oder bei innerer Blockierung des Koppelfeldes wird über den ABTAM das Besetzt Kriterium auf die entsprechenden c-Drähte gegeben. Im teilnehmerseitigen

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





**Fig. 1** Möglichkeiten zur besseren Ausnutzung des Teilnehmerleitungsnetzes  
 a Gemeinschaftsanschluss GA  
 b Konzentrator K  
 c Multiplexer MUX  
 d Multiplexer mit vorgeschaltetem Konzentrator  
 e Von der Zentrale gesteuerter, abgesetzter Konzentrator  
 f Ringleitung  
 EZ Endzentrale  
 TN Teilnehmerstation  
 1...m Teilnehmeranschlüsse 1...n Verbindungsleitungen

Konzentrator werden anstelle der c-Drähte die Schleifenzustände abgetastet.

Zur Ansteuerung des Koppelfeldes werden über den Peripheriebus die Register mit den Stangencodes geladen (KANST). Durch eine Decodierschaltung wird der anzusteuende Koppelpunkt markiert. Durch weitere Befehle wird der Antrieb in der richtigen zeitlichen Sequenz aktiviert, worauf im Kreuzpunkt eine Verbindung entsteht und mechanisch gehalten wird. In die Verbindungsleitungen sind Trennkontakte eingefügt zum Öffnen und Schliessen der Gleichstromschleufe (TRENN). Durch die leistungslose Betätigung der Koppelkontakte kann deren Lebensdauer erhöht werden. Über die Trennkontakte werden die Verbindungsleitungen vor der Durchschaltung auf Unterbruch und Kurzschluss geprüft.

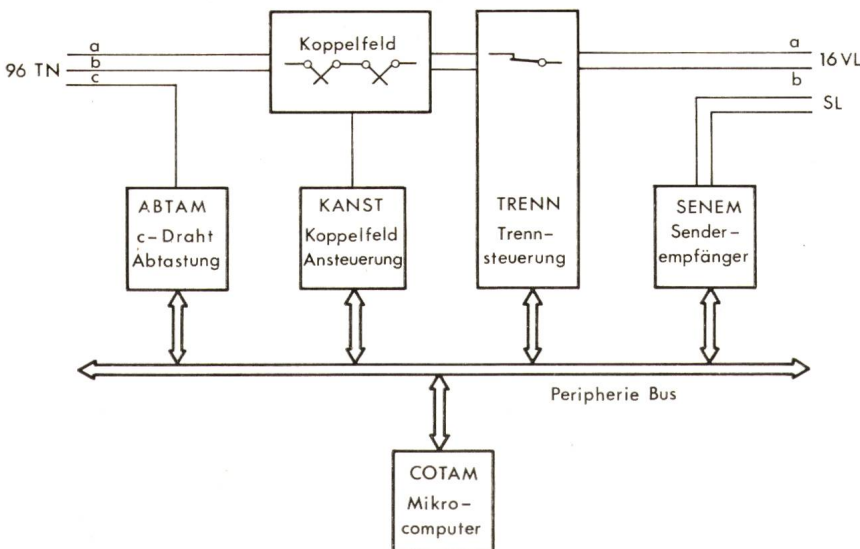
Der Sender-Empfänger (SENEM) dient dem Informationsaustausch zwischen dem amtsseitigen und dem teilnehmerseitigen Konzentrator. Es ist ein asynchrones Übertragungssystem mit Halbduplexbetrieb.

### 3. Der Mikrocomputer

Der Mikrocomputer besteht im wesentlichen aus drei Funktionsgruppen, dem Mikroprozessor, dem Daten- und Programmspeicher mit dazugehörigem Bussystem und Speichersteuerung sowie dem Peripheriebussystem und der Peripheriesteuerung. Dazu kommen noch einige Hilfsschaltungen wie Taktgeber, Speisespannungsüberwachung und Start-Stop-Steuerung.

Wegen des geringen Leistungsverbrauches wurde ein CMOS-Mikroprozessor eingesetzt (Fig. 3). Er benötigt eine einzige Speisespannung und ist unempfindlich gegen Spannungsschwankungen. Die internen Schaltungen sind statisch, daher kann der Takt unterbrochen oder variiert werden, wenn langsame Peripherien oder Speicher bedient werden müssen. Das Hauptmerkmal des internen Aufbaus sind die 16 Generalregister. Drei 4-Bit-Register stehen zur Verfügung, um einzelne Register des Gesamtblocks zu bezeichnen. Es können 65 000 Speicherplätze adressiert werden. Der Mikroprozessor bietet zudem die Möglichkeit für Interrupt und DMA.

Der Datenspeicher ist ein Schreib-Lese-Speicher (RAM), während der Programmspeicher ein Festwertspeicher



**Fig. 2** Hardwareaufbau des Konzentrators  
 TN Teilnehmeranschlüsse  
 VL Verbindungsleitungen  
 SL Steuerleitung

(PROM) ist. Beide werden über den gleichen 16-bit-Adressbus (MA) adressiert. Da der Mikroprozessor die Adresse byte-weise im Zeitmultiplexverfahren ausgibt, wird für das höhere Byte ein Adressregister benötigt. Das niedrigere Adressbyte wird über eine Treiberstufe geführt. Der Datenbus des Mikroprozessors ist über Multiplexer und Treiber mit dem Datenbus des Speichers verbunden. Die Steuerlogik regelt den Datentransfer zwischen Speicher und Mikroprozessor.

Der Peripheriebus (Fig. 4) besteht im wesentlichen aus dem 8-bit-Adressbus und dem 8-bit-bidirektionalen Datenbus. Die Adresskapazität wurde erweitert, indem mit einer speziellen Ausgabeinstruktion eine 5-bit-Adresse über den Datenbus in ein Adress-Register geladen wird. Mit diesen 5 bit wird eine bestimmte Peripherie adressiert. Mit den 3N-bit können auf der adressierten Peripherie bis zu 8 verschiedene Befehle ausgeführt werden. Der Peripheriedatenbus ist über

Multiplexer und Treiberstufen mit dem Datenbus des Mikroprozessors verbunden. Die Statusinformation der Peripherie wird über den Peripheriedatenbus in ein Flag-Register geladen, wo sie der Mikroprozessor abtastet, um bedingte Programmsprünge auszuführen.

#### 4. Programmaufbau

Um eine klare Organisation der Programme zu erreichen, wurde folgendes Konzept gewählt (Fig. 5):

Die Steuerfunktionen werden in einzelne in sich abgeschlossene Steuerprogramme mit genau definierten Aufgaben aufgeteilt. Diese werden durch ein übergeordnetes Koordinationsprogramm angestoßen. Ist ein Steuerprogramm durchlaufen, geht die Kontrolle wieder zurück an das Koordinationsprogramm. Auf Grund der Daten, die im Steuerprogramm generiert werden, wird im Koordinationsprogramm entschieden, welches nächstfolgende Programm

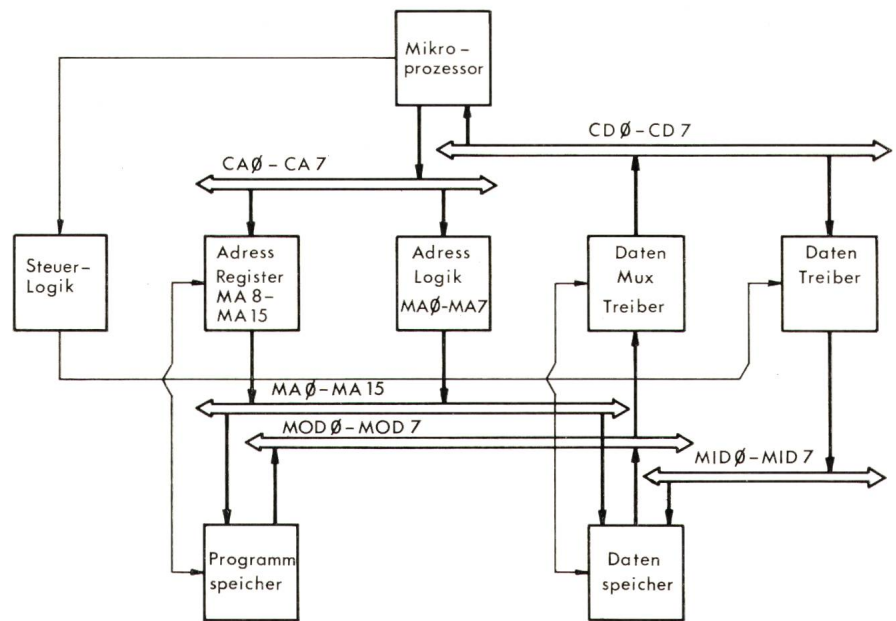


Fig. 3  
**Programm- und Datenspeicher Bussystem**  
 CA $\emptyset$  -CA 7 Mikroprozessor Adressbus  
 CD $\emptyset$  -CD 7 Mikroprozessor Datenbus  
 MA $\emptyset$  -MA 15 Speicher Adressbus  
 MOD $\emptyset$ -MOD 7 Speicher Dataoutbus  
 MID $\emptyset$  -MID 7 Speicher Datainbus

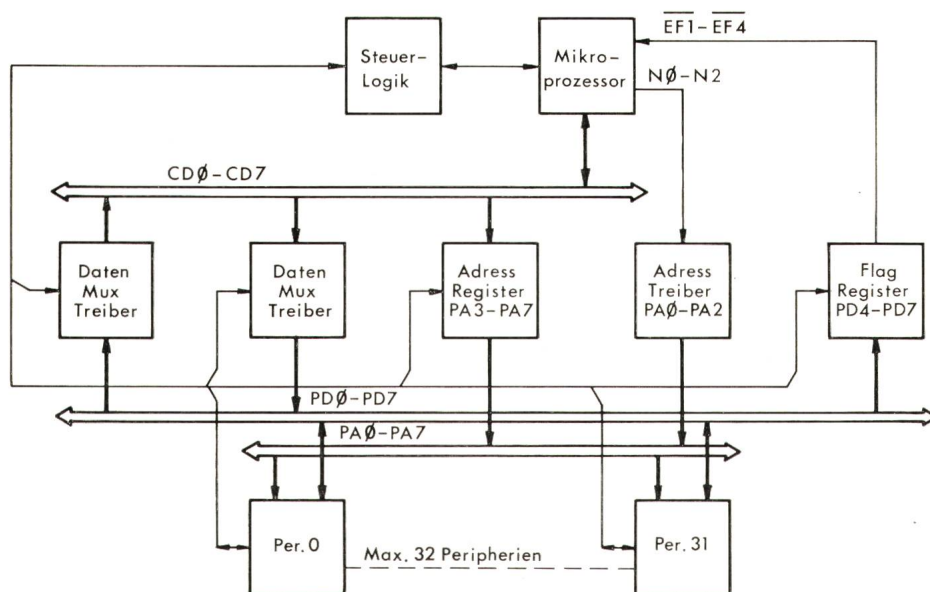


Fig. 4  
**Peripherie-Bussystem**  
 CD $\emptyset$ -CD 7 Mikroprozessor Datenbus  
 PD $\emptyset$ -PD 7 Peripherie Datenbus  
 PA $\emptyset$ -PA 7 Peripherie Adressbus  
 N $\emptyset$  -N 2 Ein-/Ausgabe-Befehlssignale  
 $\overline{\text{EF}}1$  - $\overline{\text{EF}}4$  Peripheriestatus Eingänge





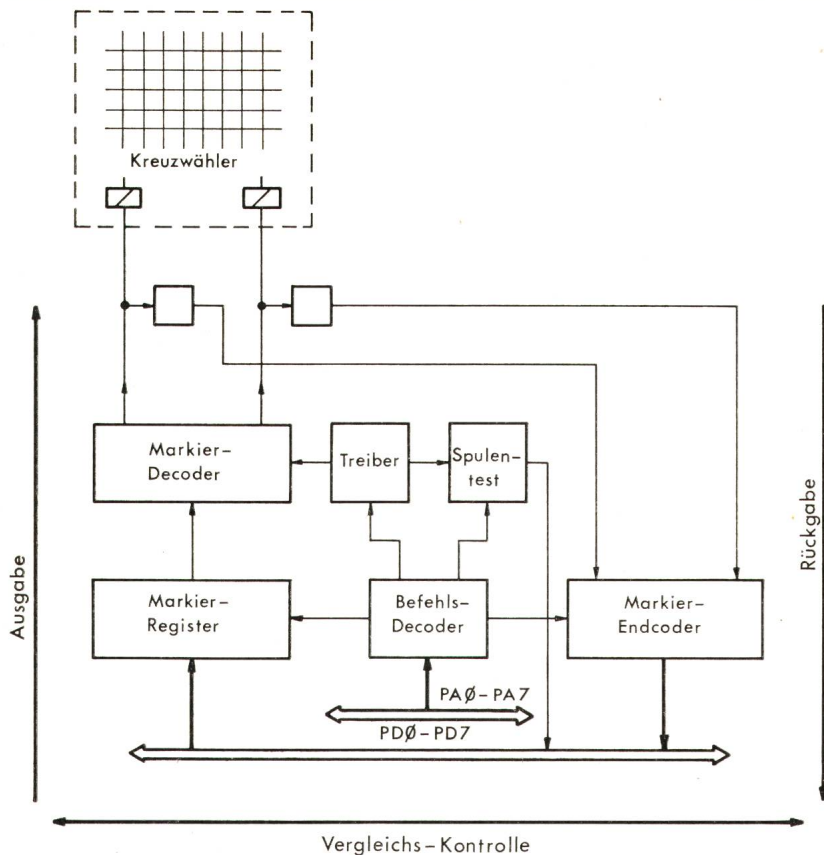


Fig. 7  
Prüfschaltung zur Fehlererkennung bei der Ansteuerung des Koppelfeldes

speicher nachgeführt, nachher kann wieder das Abfrageprogramm angestoßen werden. Bei fehlerhafter Durchschaltung wird die Verbindung wieder ausgelöst, und im nächsten Abfragezyklus wird der gleiche Verbindungswunsch nochmals festgestellt.

Der Programmablauf ist im amtsseitigen und im teilnehmerseitigen Konzentratoren grundsätzlich gleich. Alle Aktivitäten im teilnehmerseitigen Konzentratoren werden durch die amtsseitigen Programme ausgelöst. Dadurch entsteht kein Prioritätenproblem, und für die Übertragung der Steuerinformation genügt ein Halbduplexkanal. Die Aufgabe des Koordinationsprogramms im teilnehmerseitigen Gerät besteht daher lediglich im Decodieren des empfangenen Befehls und dem Anstoßen des entsprechenden Steuerprogrammes. Die ersten 3 bit des Befehls-telegrammes bezeichnen die Art des Befehls und bestimmen damit die Bedeutung der nachfolgenden Information.

Nach dem Durchlaufen des Steuerprogrammes wird vom Koordinationsprogramm eine Quittung zum amtsseitigen Konzentratoren gesendet. Die Quittung enthält neben dem Art-code des empfangenen Befehls-telegrammes die Information, ob der Befehl fehlerfrei ausgeführt wurde.

### 5. Zuverlässigkeit

Eines der Ziele bei der Neuentwicklung eines Konzentratoren war eine hohe Zuverlässigkeit. Das heisst aber nicht unbedingt, dass, um dies zu erreichen, alle Störquellen eliminiert werden müssen. Es sind grundsätzlich 2 Ursachen zu unterscheiden: Momentane Störungen, die nur sehr kurzzeitig auftreten. Ihre Ursache sind zum Beispiel Fremdspannungen, die auf das System einwirken. Sie dürfen keine bleibenden Auswirkungen haben und müssen deshalb erkannt und deren Auswirkungen durch geeignete Massnahmen eliminiert

werden. Die zweite Gruppe bilden bleibende Fehler, die ihre Ursache z. B. in defekten Bauelementen haben. Solche Fehler dürfen keine Auswirkungen auf das gesamte System haben, sondern sollen auf den Ausfall der kleinstmöglichen Funktionsgruppe beschränkt bleiben.

An einigen Beispielen soll gezeigt werden, wie durch das Zusammenwirken von Hardware und Software Fehler erkannt werden können. Bei der Ansteuerung des Koppelfeldes wird über einen Encoder der Code des markierten Koppelpunktes wieder eingelesen und mit dem ausgesendeten Code verglichen (Fig. 7). Es werden somit alle Fehler erfasst, die von der Ausgabe des Befehls bis zum markierten Koppelpunkt auftreten. In einer Prüfschaltung wird der Stromkreis des Kreuzwählers auf Kurzschluss und Unterbruch geprüft. Das Programm wertet die Fehlermeldungen aus.

Der Informationsübertragung zwischen dem amtsseitigen und dem teilnehmerseitigen Gerät wurde bezüglich Fehlererkennung grosse Beachtung geschenkt. Durch die periodischen Abfrage-telegramme wird die Steuerleitung dauernd

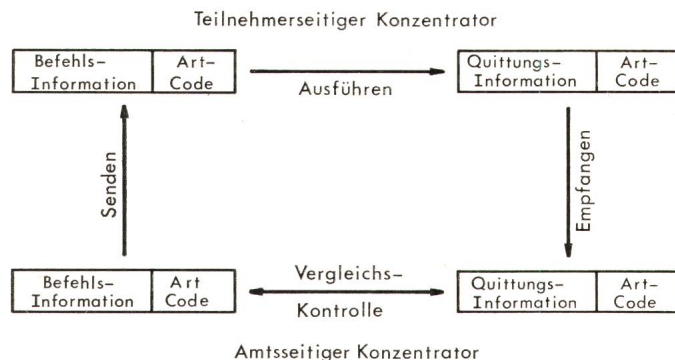


Fig. 8 Fehlererkennung bei der Informationsübertragung



überwacht. Neben der Paritätskontrolle wird auch der Artcode geprüft (Fig. 8). Wenn der Artcode des Telegramms nicht mit dem Artcode der Quittung übereinstimmt, werden die Telegramme wiederholt. Trifft die Quittung nicht innerhalb einer bestimmten Zeit ein, so findet auch eine Wiederholung statt. Nach 3maliger Wiederholung des gleichen Fehlers leuchtet in einem Anzeigefeld eine Signallampe (LED) auf. Die LEDs sind so angeordnet, dass die fehlerhafte Funktionsgruppe bestimmt werden kann. Ferner steht je ein potentialfreier Kontakt zur Verfügung für dringende und nicht dringende Alarme. Ein dringender Alarm wird ausgelöst, wenn das ganze System blockiert ist, während nicht dringende Alarme einzelne Teilnehmer oder Verbindungsleitungen betreffen. Bei der Behebung eines Fehlers wird die steckbare Funktionsgruppe ausgewechselt. Die Steckkarten werden an einer zentralen Stelle repariert.

## 6. Schlussbemerkungen

Eine erschwerende Bedingung für den teilnehmerseitigen Konzentration war die nur beschränkt zur Verfügung stehende Leistung, da das Gerät vom Amt her über Steuerleitung und freie Verbindungsleitungen ferngespeist wird. Auch strenge klimatische Bedingungen waren zu erfüllen, da das Gerät im Freien aufgestellt werden kann. Die Fremdspannungseinwirkungen auf elektronische Schaltungen ergaben einige spezielle Probleme, die gelöst werden mussten. Trotz diesen grossen Anforderungen konnten die vorgegebenen Ziele erreicht werden. Die Labormessungen und Feldversuche ergaben positive Resultate.

### Adresse des Autors

R. Stutz, Chr. Gfeller AG, Brünnenstrasse 66, 3018 Bern.

---

## Literatur – Bibliographie

---

DK 621.315.621 : 666.3

SEV-Nr. A 488

**Elektrokeramik.** Werkstoffe – Herstellung – Prüfung – Anwendungen. Von *Alfred Hecht*. 2. Auflage. Berlin/Heidelberg/New York, Springer-Verlag, 1976; 8°, VII/334 S., 197 Fig., Tab. – Preis: gb. D 120.–.

Nachdem die 1. Auflage dieses Werkes seit 1964 vergriffen ist, füllt nun die 2. Auflage die dadurch entstandene Lücke wieder auf. Der Autor hat die Neuauflage mit einer Reihe von in Fachkreisen bestbekanntesten und kompetentesten Mitarbeitern überarbeitet und ergänzt. Das Buch gliedert sich in: Feinkeramische Werkstoffe, Fertigungsprozesse, Eigenschaften und technische Werte, Prüfung, Form und Konstruktion sowie Anwendung.

Bedeutend erweitert wurde der Abschnitt über die Keramik in der Hochfrequenztechnik, neu sind zusammenfassende Kapitel, welche den keramischen Magnetika und der Piezokeramik gewidmet sind. Die Autoren verstehen es, die wertvollen Eigenschaften der keramischen Werkstoffe und Erzeugnisse in bezug auf Lebensdauer, Temperaturbeständigkeit, Härte, geringe Anfälligkeit gegen Verschmutzungseinwirkung und Widerstandsfähigkeit gegen Witterungs- und Freilufteinflüsse sowie deren Umweltfreundlichkeit hervorzuheben.

Bis auf einen Autor sind alle Herren ehemalige Mitarbeiter der inzwischen von Rosenthal übernommenen Steatit-Magnesia AG. Es ist deshalb verständlich, dass das Produktionsprogramm der ehemaligen Stomag im Vordergrund der Ausführungen steht.

Das Werk enthält eine grosse Fülle von wertvollen Einzelheiten. Viele nützliche Hinweise, ja geradezu eine Konstruktionslehre bringt das Kapitel über Form und Konstruktion. Dabei wünschte man sich für die Konstruktion und Formgebung der Freileitungs- und Geräteisolatoren ähnlich präzise Angaben, wie sie für Installations- und Wärmeteile gegeben werden. Es mag hier auch erwähnt werden, dass verschiedene Angaben auf dem Stand der letzten Auflage geblieben sind. So werden z. B. die seit gut 15 Jahren mit grossem Erfolg angewendeten Sonderporzellane mit mittleren Zugbruchwerten von ca. 600 kp/cm<sup>2</sup> (gemessen an Stäben mit Strunkdurchmesser 85 mm) nur am Rande erwähnt. Ähnliches gilt auf dem Gebiet des Ultraschalles und den Anwendungen im Freileitungsgebiet.

Trotzdem, ein Fachbuch, welches sowohl jedem Elektroingenieur, der sich eingehend mit der Elektrokeramik befassen möchte, als auch jedem Keramikingenieur, der sich mit den Anforderungen, wie sie an die Keramik von den Anwendungen in der Elektrotechnik her gestellt werden, zu befassen hat, empfohlen werden kann.

B. Staub

DK 621.315.024

SEV-Nr. A 487

**Power transmission by direct current.** By Erich Uhlmann. Berlin/Heidelberg/New York, Springer-Verlag, 1973; 8°, X/389 p., 224 fig., tab. – Price: cloth DM 148.–.

Die Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom (HGÜ) gewinnt immer mehr an Bedeutung. Das ist bedingt durch ihre technischen Eigenschaften. Diese erlauben in vielen Fällen eine Lösung von Übertragungsproblemen, die mit Wechselstrom gar nicht oder nur mit wesentlich höherem Aufwand möglich wäre.

Der Autor ist einer der Pioniere der modernen HGÜ-Technik. Er hat seit Jahrzehnten an ihren theoretischen Grundlagen gearbeitet. Mit diesem Buch sollen sie einem breiteren Kreis zugänglich gemacht werden, damit die Eigenschaften der HGÜ besser in die Entscheidung über die Ausführung neuer Übertragungsprojekte einbezogen werden können.

Das Buch ist somit als Lehrbuch zu verstehen. Im ersten Teil wird die Theorie der Stromrichter und des Verhaltens der gesamten Übertragung ausführlich behandelt. Dem Autor gelingt es dabei, auch komplizierte Zusammenhänge in allgemeiner, auf das Wesentliche reduzierter Form darzustellen. Es wurden nur Stromrichterschaltungen mit ihren Eigenschaften ausgewählt, die für die HGÜ Bedeutung haben. Dem Verhalten unter praktischen Bedingungen wird besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Es ist nur ein Schönheitsfehler, dass die Formelzeichen nicht in allen Fällen den von den CEI empfohlenen entsprechen.

Im zweiten Teil werden die Bauteile von HGÜ-Verbindungen und ihre Dimensionierung behandelt: Freileitungen, Kabel, Erdelektrode und natürlich die Stromrichterstationen selbst mit Ventilen, Transformatoren, Filterkreisen.

Damit wird dem Nichtfachmann ein guter Überblick über einige Zusammenhänge gegeben. Als Nachteil ist anzusehen, dass besonders bei den Stromrichterstationen und deren Auslegung nur eine von mehreren verfügbaren Lösungen beschrieben wird. Trotzdem kann dieses Buch jedem empfohlen werden, der sich mit Netz- und Übertragungsproblemen beschäftigt. Es vermittelt die Kenntnisse, die notwendig sind, um die Eigenschaften der HGÜ bei der Planung elektrischer Versorgungssysteme schon im Frühstadium einzubeziehen.

H. P. Lips