

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

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 49 (1971)

**Heft:** 4

**Artikel:** Das internationale Fernwahlsystem ESK A46

**Autor:** Waas, Oskar / Schnorf, Alex / Fornara, Renato

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874273>

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 30.04.2026

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

*Zusammenfassung. Das internationale Fernwahlsystem ESK A64 erfüllt alle Bedingungen des Welt-Numerierungs- und des Leitwegplanes. Für die ankommenden, abgehenden und transitierenden Verbindungen lassen sich die standardisierten Signalisierungssysteme CCITT Nr. 4, 5 oder R2 (MFC) verwenden. Das System ESK A64 ist von einem elektronischen Prozessor mit gespeichertem Programm gesteuert.*

## **Le système de sélection internationale ESK A64**

*Résumé. Le système de sélection internationale ESK A64 remplit toutes les exigences du plan mondial de numérotation et d'acheminement. Les liaisons entrantes, sortantes et de transit peuvent être établies à l'aide des systèmes standardisés de signalisation CCITT n° 4, 5 et R2 (MFC). Le système ESK A64 est contrôlé par un ordinateur à programme mémorisé.*

## **Il sistema di selezione internazionale ESK A64**

*Riassunto. Il sistema di selezione internazionale ESK A64 risponde a tutte le esigenze del piano mondiale di numerazione e d'istadamento. Per le comunicazioni in arrivo, in partenza e transitanti possono essere impiegati i sistemi di segnalazione campionati CCITT n° 4, 5 o R2 (MFC). Il sistema ESK A64 è comandato da un calcolatore elettronico a programma memorizzato.*

## **1. Einleitung**

Die Entwicklung des internationalen Telephonverkehrs ist durch die Anwendung moderner Signalisierungssysteme und weltweiter Numerierungs- und Leitwegpläne, wie sie vom CCITT empfohlen wurden, gekennzeichnet. Mit der Einführung der internationalen Teilnehmerselbstwahl wird zudem eine Integration des internationalen Betriebes ins nationale Netz erforderlich.

Zur Bewältigung dieser neuen Bedingungen und aufgrund der Erfahrungen mit dem nationalen Fernwahlsystem ESK<sup>1</sup> A60 wurde ein neues internationales Fernwahlsystem ESK A64 entwickelt. Die vieradrige Durchschaltung der Sprechwege wie auch alle Funktionen der Leitungsrelaisätze und Register werden ebenso wie beim System ESK A60 von schnellschaltenden ESK-Relais übernommen. Die Bedingungen eines internationalen Amtes stellen grössere Anforderungen an die elektronische Steuerung, so dass hier erstmals ein Prozessor mit gespeichertem Programm eingesetzt wird.

Der wesentlich gesteigerte Umfang der Wahlinformation, die auszuwerten ist, war für die Verwendung eines Prozessors massgebend. Dazu kommen noch zahlreiche Zusatzbedingungen, die in den Informationsumwerteprozess einzubeziehen sind. So ergibt die Notwendigkeit, verschiedene Leitwege in wiederholten Versuchen aufzubauen, eine Vielzahl an abzuwickelnden Programmen. Sowohl die Zifferauswertungen als auch die Leitwegprogramme sind häufigen Änderungen unterworfen.

Die rasch fortschreitende technische Entwicklung zwingt dazu, vorhandene Systeme in immer kürzerer Frist an neue Aufgaben anzupassen. Auf einen Spezialzweck zugeschnittene Apparate werden durch normalisierte Funktionseinheiten abgelöst, die unter der Aufsicht eines Programms zusammenarbeiten. Je verwickelter die Probleme sind,

desto grösser wird der Anteil, der durch Programmierung zu lösen ist. Erst das Beherrschen neuer technischer Mittel ermöglicht es, diese Zielsetzung mit wirtschaftlich tragbarem Aufwand zu verwirklichen.

Aus diesen Gründen wurden die Umwertelisten und auch die Programminstruktionen aus den fest verdrahteten Strukturen, wie sie im System ESK A60 verwendet werden, herausgelöst und in einen Magnetkernspeicher verlagert. Mit Hilfe eines Steuerwerkes in integrierter Technik werden die Funktionseinheiten des Prozessors kontrolliert. Diese Entwicklung erstrebt eine wesentlich grössere Flexibilität in der Programmgestaltung und schafft ausserdem die Möglichkeit, die Überwachung und Fehlerkontrolle des Systems entscheidend zu verbessern.

## **2. Gliederung des Fernwahlsystems ESK A64**

An eine internationale Kopfzentrale können, wie *Figur 11* zeigt, internationale Eingangs-, Ausgangs- und doppeltgerichtete Leitungen der verschiedenen, international standardisierten Systeme angeschlossen werden. Dazu kommen noch Impulswahlleitungen für Nachbarschaftsbeziehungen. Nationale Eingangsleitungen sind in vier Gruppen gegliedert. Die ersten zwei umfassen Zubringerleitungen vom manuellen Amt und direkte Querverbindungen von anderen internationalen Ämtern des Landes, während die restlichen zwei aus dem eigenen Fernknotenamt kommen. Das Bündel 3 wickelt den Selbstwählverkehr der eigenen Netzgruppe ab, wobei Taxierung und Zählimpulsübertragung über den Rückwärtssignalkanal vor sich gehen. Über die Leitungsgruppe 4 wird sowohl der Transitverkehr von weiteren internationalen Ämtern des Landes, soweit er über nationale Leitungen führt, als auch der Selbstwählverkehr der angeschlossenen Fernendämter angeboten. In letzterem Fall erfolgt Taxrückmarkierung durch Mehrfrequenz-Code (MFC).

<sup>1</sup>ESK = Edelmetall-Schnell-Kontakt

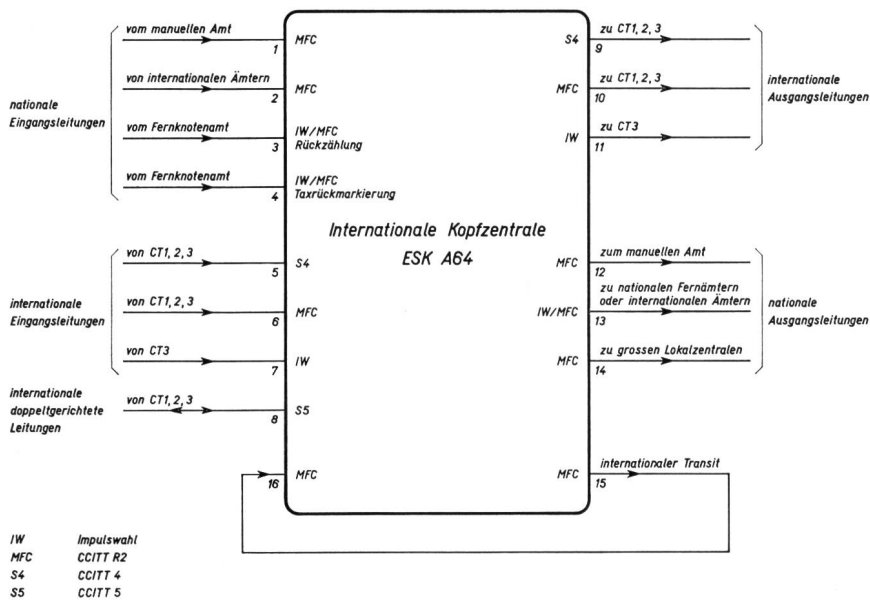


Fig. 11  
Übersicht über die Leitungsarten

Die nationalen Ausgangsleitungen führen mit besonderen Bündeln zu den manuellen Ämtern, dem Fernnetz und zu den grossen Lokalzentralen des eigenen Ortsbereiches. Für internationalen Transit ist in bestimmten Fällen ein zweimaliger Durchlauf durch das Amt vorgesehen. Aus *Figur 12* sind die Verbindungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Leitungsarten zu ersehen. Der Übersichtsplan *Figur 13* schliesslich zeigt die Gliederung der einzelnen Apparaturen.

Den ankommenden und abgehenden Leitungen sind Relaisätze fest zugeordnet. Die Verbindungen durch das Amt werden über einen dreistufigen, sechsadrigen ESK-Richtungskoppler aufgebaut. Er wird vom elektronischen Prozessor weitspannend markiert. An den Eingangsrelaisatz kann über einen dreistufigen, zwölfadrigen Registerkoppler ein Register angeschaltet werden. Wendet man für die ankommenden oder abgehenden Verbindungen eines der MFC-Verfahren (System Nr. 5 oder R2) an, so werden MFC-Empfänger über einen Mischkoppler mit dem Register verbunden. Die Markierung geschieht auch in diesen Fällen durch den Prozessor. Die Signalempfänger für die Leitungssignale der Systeme Nr. 4 und 5 sind in den Relaisätzen und Registern enthalten. Den doppelgerichteten S5-Übertragern werden bei Bedarf Echosperrern zugeordnet. Abgehende Zweidrahtleitungen zu Ortszentralen sind durch Gabelverstärker entdämpft.

Die Steuerung des Amtes wurde dem bereits erwähnten elektronischen Prozessor mit gespeichertem Programm übertragen. Ein Taximpulsgenerator erzeugt die Gebühren-

		Ausgang national			Ausgang international				
		zum manuellen Amt	zur nationalen Fernwahl	zu grossen Lokalzentralen	CCITT-System Nr. 4	CCITT-System R 2 (MFC)	Impulswahl	CCITT-System Nr. 5	Transit
		12	13	14	9	10	11	8	15
Eingang national	vom manuellen Amt	1	•		•	•	•	•	
	von internationalen Ämtern	2	•		•	•	•	•	
	vom Fernknotenamt Rückzählung	3			•	•	•	•	
	vom Fernknotenamt Taxrückmarkierung	4			•	•	•	•	
Eingang international	CCITT-System Nr. 4	5	•	•	•	•			•
	CCITT-System R 2 (MFC)	6	•	•	•	•	•	•	
	Impulswahl	7	•	•	•				
	CCITT-System Nr. 5	8	•	•	•		•		•
	Transit	16			•			•	↙

Fig. 12  
Verbindungsmöglichkeiten in der internationalen Kopfzentrale

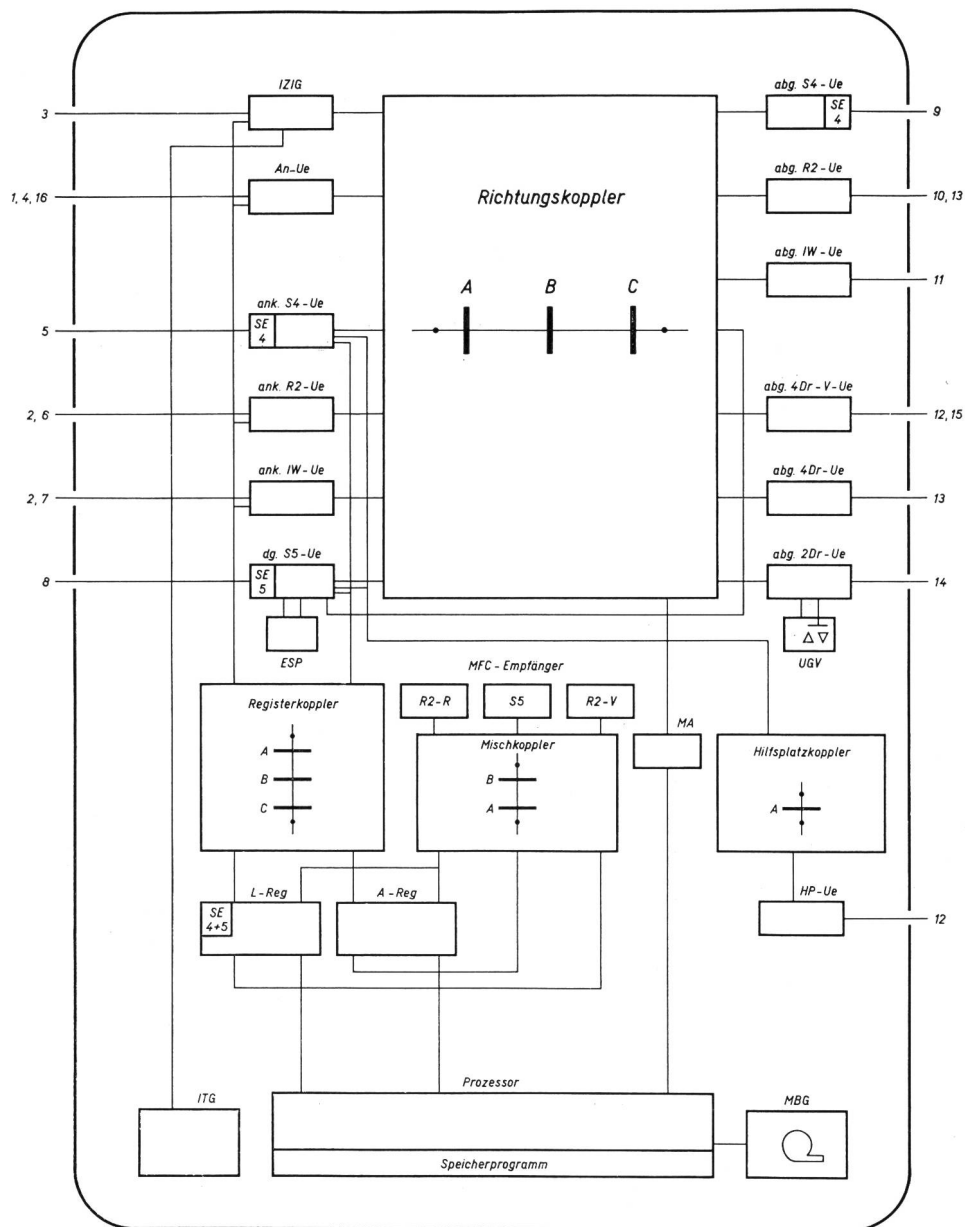


Fig. 13  
Gliederung des  
internationalen Kopffamtes  
ESK A64

- |            |   |               |  |
|------------|---|---------------|--|
| IZIG       | = internationaler Zeitimpulsgeber                 | abg. IW-Ue    | = abgehender Impulswahlübertrager                  |
| An-Ue      | = Anschalteübertrager                             | abg. 4Dr-V-Ue | = abgehender Vierdrahtverbindungsübertrager        |
| ank. S4-Ue | = ankommender Übertrager CCITT-System Nr. 4       | abg. 4Dr-Ue   | = abgehender Vierdrahtübertrager (Impulswahl, MFC) |
| ank. R2-Ue | = ankommender Übertrager CCITT-System R2 (MFC)    | abg. 2Dr-Ue   | = abgehender Zweidrahtübertrager                   |
| ank. IW-Ue | = ankommender Impulswahlübertrager                | UGV           | = Universalgabelverstärker                         |
| dg. S5-Ue  | = doppelgerichteter Übertrager CCITT-System Nr. 5 | HP-Ue         | = Hilfsplatzübertrager                             |
| ESP        | = Echosperre                                      | L-Reg         | = internationales Leitregister                     |
| SE 4, 5    | = Signalempfänger CCITT-System Nr. 4, 5           | A-Reg         | = internationales Ankunftsregister                 |
| abg. S4-Ue | = abgehender Übertrager CCITT-System Nr. 4        | ITG           | = internationaler Taximpulsgeber                   |
| abg. R2-Ue | = abgehender Übertrager CCITT-System R2 (MFC)     | MBG           | = Magnetbandregistriergerät                        |

impulse, die bei Selbstwählverkehr entsprechend dem internationalen Tarif ausgewählt und dem Teilnehmer zugeleitet werden.

### 3. Zusammenarbeit der Systemteile

Im internationalen Fernwahlsystem ESK A64 geschieht die Informationsbearbeitung in drei Stufen. Relaisätze, die auf das jeweilige Signalisierungssystem zugeschnitten sind, verarbeiten die Leitungssignale. Aufnahme, Speicherung und Wiederaussenden der Wahlinformation sind Aufgaben der Register, und schliesslich führt der elektronische Prozessor die Bewertung der gesammelten Information durch. Er übernimmt auch die Durchschaltung der Verbindungen durch Richtungskoppler, Registerkoppler und Mischkoppler.

Im Anschalteübertrager sind während des Verbindungsaufbaues ankommende und weiterführende Sprech- sowie Signaldrähte aufgetrennt und direkt zum Leitregister durchverbunden. Nach der Durchschaltung werden der Antwort-, Besetzt- und Auslösezustand fallweise gespeichert, damit sie für die Gesprächsregistrierung zur Verfügung stehen. Eine Rückauslösung des Richtungskopplers durch den abgehenden Übertrager wird als Besetztzustand aufgefasst. Der internationale Zeitimpulsgeber enthält zusätzlich einen Taxspeicher, der Gebührenimpulse dem Taktvielfach eines Taximpulsgebers entnimmt. Er führt auch die Rufzeit- und Schlusszeichenüberwachung durch. Der ankommende Impulswahlübertrager besteht aus einem Anschalteübertrager mit einem Zusatz zur Erkennung von Belegungs- und Auslösesignalen. Der Schlusszeichenrhythmus kann der internationalen Leitung angepasst werden. Ein weiterer Zusatz ergänzt den Anschalteübertrager für die Leitungsbedingungen des MFC-Systems R2.

Der ankommende S4-Übertrager und der doppelgerichtete S5-Übertrager arbeiten mit dem Ankunftsregister zusammen, sie übermitteln die von ihren Signalempfängern aufgenommene Information gleichstrommässig. Zusätzlich kann der Signalaustausch mit Tonfrequenz erfolgen. Die Übertrager enthalten Speicher für die Sprachziffer und bauen bei Empfang eines Interventionssignals eine Verbindung über Hilfsplatzkoppler und -übertrager zum manuellen Amt auf. Der Hilfsplatzkoppler besitzt eine selbständige Steuerung. Die den doppelgerichteten S5-Übertragern zugeordneten Echosperrungen werden während des Verbindungsaufbaues ausgeschaltet; im Fall des Transitbetriebes kann diese Sperrung während des gesamten Gesprächs aufrechterhalten bleiben.

Beim abgehenden S4-Übertrager wird die Verarbeitung der Leitungssignale während des Verbindungsaufbaus unterbunden, da diese direkt bis zum Leitregister durchlaufen. Dasselbe gilt für den abgehend benützten S5-Übertrager.

Für mit Zustandssignalen arbeitende Leitungen (idle tone) ist der abgehende R2-Übertrager bestimmt. Der abgehende Impulswahlübertrager besorgt die Umsetzung eines andersgearteten Wahlschluss- und Schlusszeichens. Für die nationalen Verbindungsleitungen werden die gleichen Übertrager eingesetzt, wie sie im System ESK A60 Verwendung finden.

Es sind zwei Arten von Registern vorgesehen. Der Aufbau von abgehenden internationalen Verbindungen wird durch das internationale Leitregister durchgeführt. Da es für die Aufnahme von MFC-Wahl und Impulswahl eingerichtet ist, kann es auch ankommende internationale Verbindungen dieser Systeme abfertigen. Es enthält einen Wahlspeicher für höchstens 16 Ziffern. Die ersten sechs eingetroffenen Ziffern können dem Prozessor zur Bewertung angeboten werden. Das erste in einer Verbindung liegende Leitregister arbeitet als Vollspeicher und überwacht den Verbindungsaufbau während eines oder zweier Verbindungsversuche bis zum Eintreffen des Wahlschlusssignals. In abgehender Richtung lassen sich die Signalisierungssysteme CCITT Nr. 4, 5, R2 und Impulswahl verwenden. Das Leitregister kann bis zu drei Tandemziffern für den Aufbau über nationale Teilstrecken künstlich zusetzen und an der durch den Prozessor bestimmten Stelle die richtige Sprachziffer einfügen. *Figur 14* zeigt das Blockschaltbild des internationalen Leitregisters, dessen Funktionseinheiten unter Kontrolle einer mit verdrahtetem Programm ausgestatteten Steuerung zusammenarbeiten.

Das internationale Ankunftsregister ist für die Aufnahme der Registersignale der Systeme CCITT Nr. 4 und 5 bestimmt. Der Speicherumfang und die dem Prozessor gebotene Information sind gleich wie beim Leitregister. Abgehend können Verbindungen in Impulswahl oder MFC-Technik aufgebaut werden. Transit im System Nr. 4 wird direkt zum abgehenden Übertrager durchgeschaltet. Das Ankunftsregister schaltet daraufhin ab und überlässt die weitere Signalisierung dem Ausgangsamt. Für den Transit im System Nr. 5 oder zwischen System Nr. 4 und 5 wird ein zweiter Durchlauf, der über ein Leitregister führt, durch das Amt aufgebaut. Die Wahlinformationen werden zwischengespeichert und im MFC-System R2 an das Leitregister weitergegeben. Auch das Ankunftsregister weist eine Programmsteuerung auf.

Der elektronische Prozessor nimmt die Wahlinformationen von den Registern entgegen und leitet daraus die Richtungsinformation im eigenen Amt, die Art des abgehenden Signalisierungssystems und den Umfang der weiterzugebenden Information ab. Für den Selbstwählverkehr wird die Taxstufe bestimmt, die entweder im internationalen Zeitimpulsgeber gespeichert oder vom Leitregister als Taxmarkierung zum Fernendamt zurückgesendet wird. Des weiteren werden Tandemziffern ausgerechnet und der

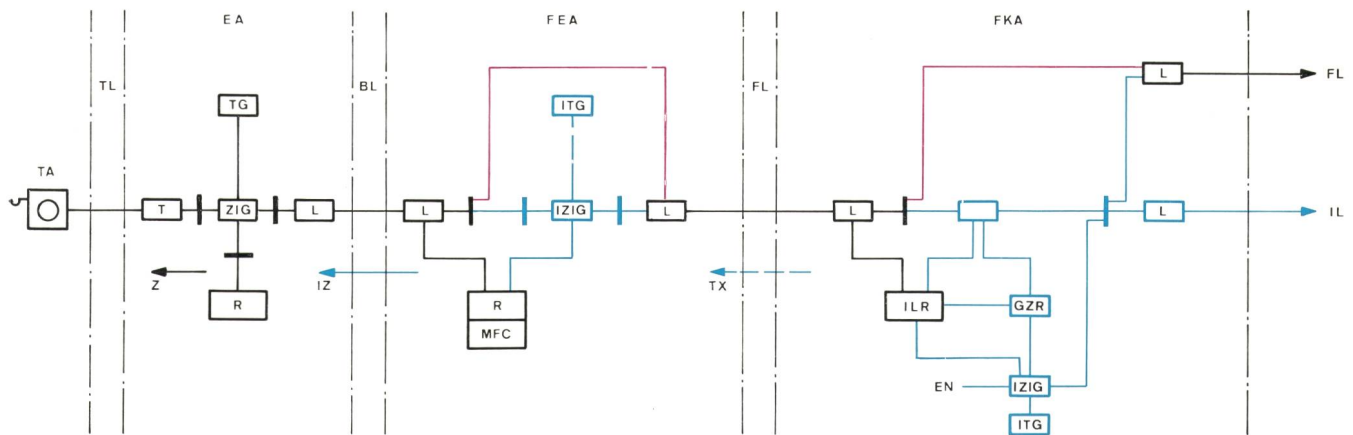


Fig. 7  
Prinzipieller Verlauf einer internationalen Verbindung – Diagramme de principe illustrant l'établissement d'une communication internationale

— für nationalen und internationalen Verkehr – Pour le trafic national et international  
 — für nationalen Verkehr – Pour le trafic national  
 — für internationalen Verkehr – Pour le trafic international  
 T = Teilnehmerschaltung mit Taxzähler – Circuit d'abonné avec compteur de taxes  
 ZIG = Nationaler Zählimpulsgeber – Emetteur d'impulsions de taxe national  
 R = nationales Register – Enregistreur national  
 TG = nationaler Taktgeber – Emetteur de cadence national  
 L = Leitungssatz – Circuit de ligne  
 Z ← = Taximpulse zum Teilnehmerzähler national und international – Impulsions de taxe vers l'indicateur de taxes pour trafic national et international  
 IZIG = internationaler Zählimpulsgeber – Emetteur d'impulsions de taxe international  
 ILR = Leitregister national und international – Enregistreur pilote national et international  
 ITG = internationaler Taktgeber – Emetteur de cadence international

GZR = Gesprächszeitregistrierung – Dispositif d'enregistrement des communications  
 IZ ← = Taximpulse für internationale Verbindung – Impulsions de taxe pour communications internationales  
 TX ← = Taxmarkierung für internationale Verbindung – Marquage de la taxe pour les communications internationales  
 TA = Teilnehmerapparat – Poste d'abonné  
 TL = Teilnehmerleitung – Ligne d'abonné  
 EA = Endamt – Central terminus  
 BL = Bezirksleitung – Ligne rurale  
 FEA = Fernendamt – Central terminus interurbain  
 FL = Fernleitung – Ligne interurbaine  
 FKA = Fernknotenamt – Central nodal interurbain  
 IL = Internationale Leitung – Ligne internationale

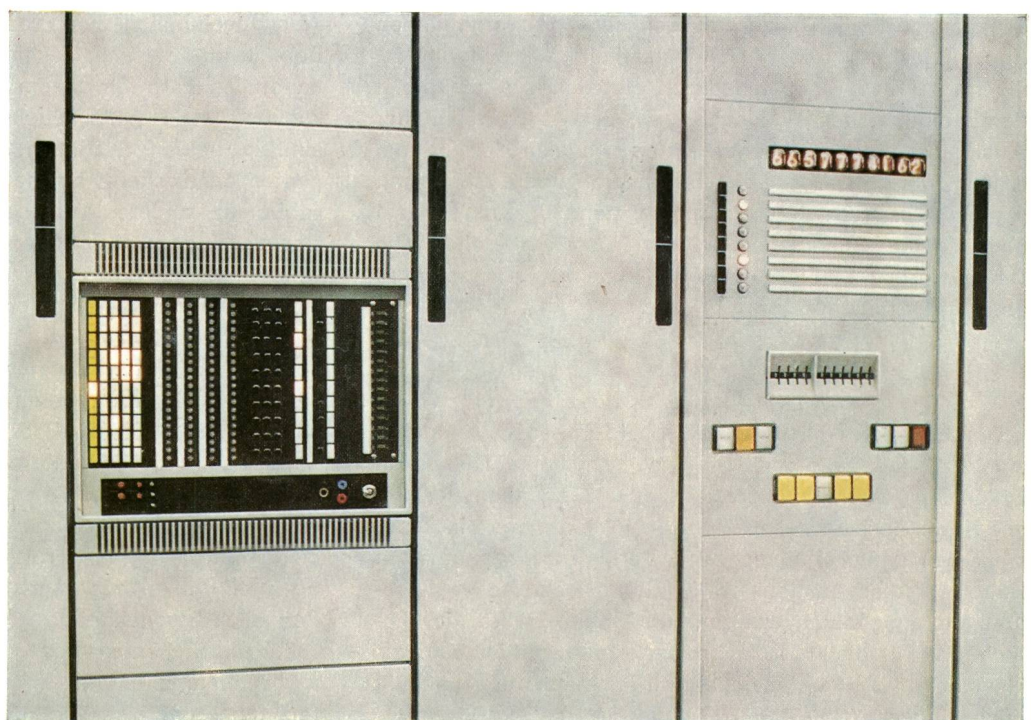


Fig. 15  
Teilansicht des Prozessors  
rechts: Steuergestell  
links: Ein- und Ausgabegestell

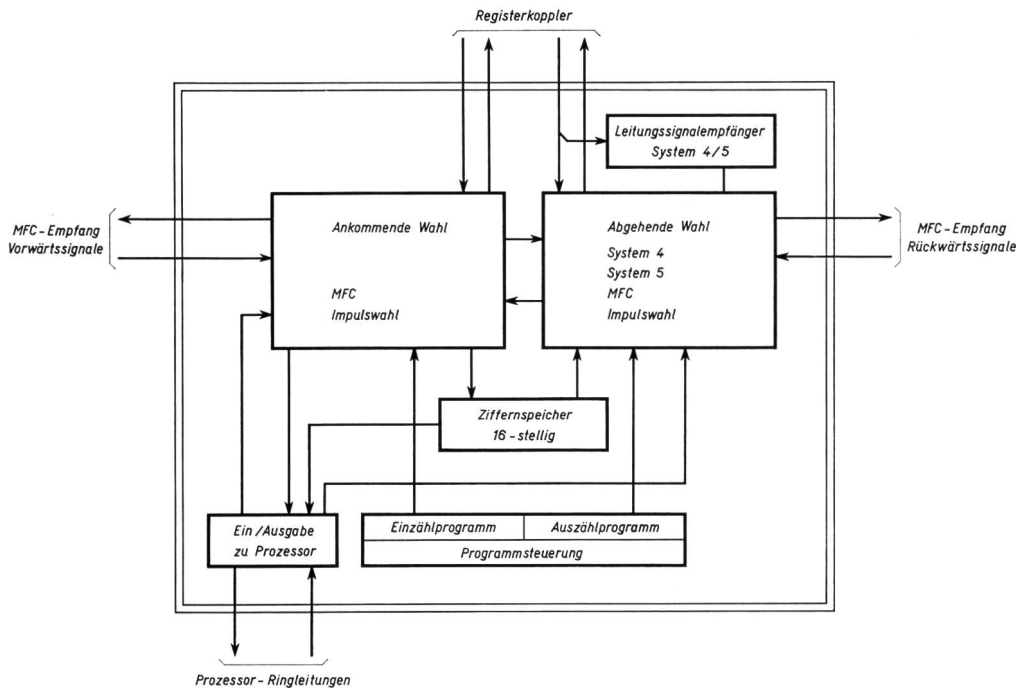


Fig. 14  
Blöckschaltbild  
des Leitregisters

Sprachzifferwert und -ort bestimmt. Ausser der Wahlinformation stehen noch weitere Angaben, wie der Ursprung der ankommenden Leitung, die Art des rufenden Teilnehmers und der Arbeitszustand des jeweiligen Registers, zur Verfügung.

Der Prozessor enthält ferner die nötigen Organe für die Wegesuche und Markierung der im Amt vorhandenen Koppelfelder. Für die zwischenstaatliche Verrechnung ist die nötige Gesprächsstatistik zu erstellen. Der Zeitpunkt der Belegung, des Wahlschlusses, der Antwort und der Auslösung einer abgehenden internationalen Verbindung, ergänzt durch die gewählte Information und zusätzlichen Angaben über den Verbindungszustand, werden erfasst und für die Gesprächszeitregistrierung aufbereitet. Die Daten werden in digitaler Form auf einem Magnetbandgerät aufgezeichnet.

#### 4. Der elektronische Prozessor

Der Prozessor gliedert sich in die Ein- und Ausgabeeinheiten und die eigentliche Steuerung. Eine Teilansicht ist in *Figur 15* (S. 193) gezeigt. Alle Funktionen laufen unter der Kontrolle eines gespeicherten Programmes ab. Dafür steht ein Magnetkernspeicher zur Verfügung. Er ist etwa zur Hälfte für die Funktions- und interne Überwachungsprogramme ausgenutzt, während die zweite Hälfte die Umrechnung für die Informationsbewertung enthält. Auf die Einzelheiten des Kernspeichers wird im nächsten Abschnitt noch eingegangen.

Im Verkehr zwischen dem schnellen elektronischen Prozessor und den über Ringleitungen angeschalteten langsameren Relaisätzen sind mannigfaltige Anpassungen nötig. So müssen beispielsweise verschiedene Signalpegel und unterschiedliche Datenformate umgewandelt werden. Diese und noch weitere Aufgaben haben die Ein- und Ausgabeeinheiten des Prozessors zu erfüllen. In diesem Bereich wird dieselbe Technik benützt, wie sie bereits beim nationalen Fernwahlsystem ESK A60 zur Verwendung gekommen ist. Trenner, Sucher, Schalter und Codewandler sind in beiden Systemen als normalisierte Schaltungsplatten anzutreffen. Für die Steuerung hingegen mussten zahlreiche andere Aufgaben, beispielsweise kurzzeitige Speicherungen in Form von schnellen Registern, gelöst werden. Durch die Verwendung von integrierten Schaltkreisen konnten übersichtliche und platzsparende Lösungen gefunden werden, die zudem über die erforderliche Geschwindigkeit im Schaltablauf verfügen. In *Figur 16* wird eine Übersicht der verwendeten Bausteine gegeben, während *Figur 17* (S. 197) einige der neuen Platten zeigt.

Für das Laden des Kernspeichers mit Programm und Umwertelisten ist der Anschluss eines Lochstreifenlesers vorgesehen. Die Informationen werden im Fernschreibcode eingegeben, was das Protokollieren beziehungsweise das Erstellen von Aenderungsstreifen auf jedem normalen Fernschreiber gestattet.

Für die Bedienung des Prozessors ist ein Wartungsfeld vorgesehen. Es enthält Ziffernanzeigeröhren, die es gestatten, die Zustände aller Flip-Flop-Register der Steuerung

auszulesen. Durch Tasten kann der normale Betrieb des Programms unterbrochen und auf Einzelschritt geschaltet werden. Codierschalter gestatten, beliebige Speicheradressen einzustellen und durch Betätigung weiterer Tasten entweder den entsprechenden Speicherplatz auszulesen oder dort neue Informationen einzuschreiben. Durch diese Eingriffsmöglichkeiten werden die Inbetriebnahme und allfällige Störungssuche erleichtert.

### 5. Der Kernspeicher

Der im Prozessor verwendete Kernspeicher enthält 73 728 Zellen, das heisst es können 73 728 Binärziffern (bit) gespeichert werden. Je 18 bit werden parallel verarbeitet. Ein solches «Informationspaket» wird als Wort bezeichnet. In unserem Falle ergeben sich somit 4096 Worte zu 18 bit. Bei Bedarf kann die Kapazität des Speichers auf 8192 Worte verdoppelt werden. Jedes Wort kann mit einer Adresse angesteuert, die darin enthaltene Information ausgelesen oder neue Information eingeschrieben werden. Zur Adressierung der 4096 Worte sind 12 bit nötig ( $4096 = 2^{12}$ ). Die Zugriffszeit beträgt  $0,5 \mu s$ , die Zykluszeit  $1,5 \mu s$ .

Als Speicherelement findet ein magnetischer Ringkern – hier aus Lithiumferrit – Verwendung, durch den zur Beeinflussung und Erkennung des magnetischen Zustandes verschiedene Drähte gefädelt sind. Das Magnetmaterial hat zwei bevorzugte Magnetisierungszustände, denen die beiden Informationsgehalte «0» und «1» zugeordnet sind.

Figur 18 zeigt die vereinfachte Hysteresisschleife mit den beiden Remanenzpunkten  $-B_r$  entsprechend «0» und  $+B_r$  entsprechend «1». Befindet sich der Kern im «0»-Zustand, so kann er durch den Strom  $i$ , der die Feldstärke  $H$  erzeugt, in den «1»-Zustand gekippt werden; durch den Strom  $-i$  kippt er in den «0»-Zustand zurück.

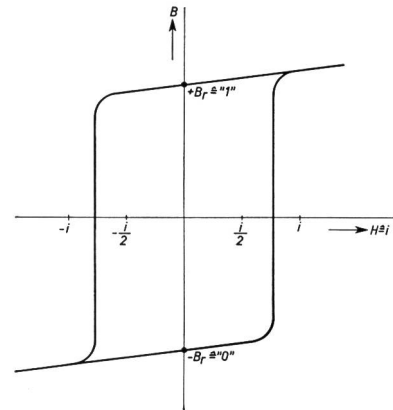


Fig. 18 Vereinfachte Hysteresisschleife des Speicherelements

Im Blick auf einen einzelnen Kern müssen folgende Funktionen erfüllt werden:

- Einschreiben einer «1»
- Einschreiben einer «0»
- Auslesen der Information

Der vorliegende Speicher arbeitet nach dem Vierdrahtprinzip; durch jeden Kern sind vier Drähte gefädelt:

- 2 Adressdrähte x und y
- 1 Blockierdraht b
- 1 Lesedraht l

In Figur 19 ist die matrixförmige Anordnung der Kerne mit ihren Adressdrähten gezeigt. Die Auswahl eines Kernes geschieht durch Stromkoinzidenz, indem je ein x- und y-Draht angesteuert wird. Eine solche Matrix wird auch als Ebene bezeichnet. Eine Ebene enthält also von jedem der 4096 Worte ein bit. Da in einem Zyklus nur ein Wort ver-

	Beziehungen	Spannungen, bzw. Def. der Logikpotentiale	Art d. Schaltungen	Hauptsächliche Anwendung	Bausteine
Relais		$-48 V$			
Bausteine ESK A 60		$-12 V \hat{=} "0"$ $0 V \hat{=} "1"$ (positive Logik)	Ein- und Ausgangsschaltungen  Logikschaltungen Zeitverzögerungen	Ein-Ausgabeeinheiten	Eingangsschaltung D Codewandler F Schalter S Trenner T  Nand-Tore A, B, C Zeitglieder Z
Bausteine ESK A 64		$0 V \hat{=} "0"$ $5 V \hat{=} "1"$ (positive Logik)	Übertragungsschaltungen Vielfachsystem  Logikschaltungen Speicherschaltungen	Übertragungsbereich  Kern der Steuerung	Befehlsempfänger BE Vielfachquelle VQ Vielfachsenske VS  4-Bit-Register RG Registersteuerg. RS Vergleicher CD Decoder DC Codespeicher CS

Fig. 16 Bausteine des Prozessors ESK A64

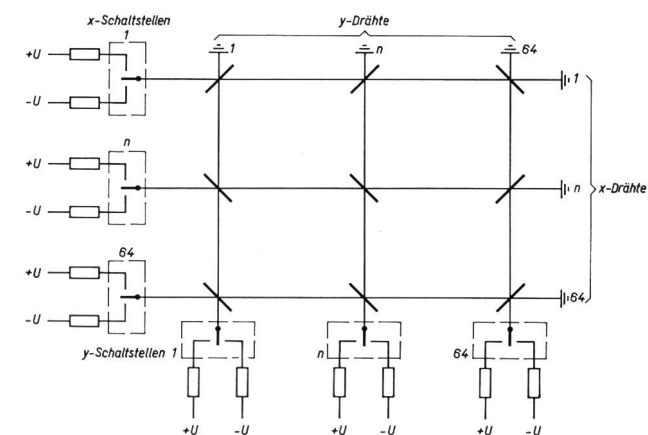


Fig. 19 Adressiermatrix

arbeitet wird, ist in einer Ebene nur je ein Lese- und Blockierdraht notwendig. Für die Wortbreite von 18 bit werden achtzehn Ebenen benötigt, die zu einem Block zusammgebaut sind. Der Block ist in Figur 23 in der Mitte deutlich zu erkennen. In Figur 20 wird an einer kleinen Matrix die Anordnung von 4x4 Kernen und die Drahtführung gezeigt.

Da die Hysteresiskurve auch im Sättigungsbereich nicht horizontal verläuft, sondern mit grösserer Feldstärke die Induktion weiter zunimmt, induziert auch ein halb erregter Kern einen – wenn auch kleinen – Störimpuls in der Leseleitung. Zur Kompensation dieser Störeinflüsse sind benachbarte Kerne um 90° gedreht angeordnet. Weiterhin sind die Lese- und Blockierdrähte so geschlauft, dass sich die Störspannungen von jeweils zwei Kernen kompensieren.

Zur Ansteuerung der je 64 x- und y-Drähte wären, da beide Stromrichtungen geschaltet werden müssen, 2x128 Schalter notwendig. Der Aufwand kann jedoch weiter reduziert werden, wenn man sowohl die x- als auch die y-Drähte in einer Matrix ansteuert. Die Matrizengrösse wird für 64 Leitungen 8x8. Aus Figur 21 ist die Anordnung einer solchen Matrix ersichtlich. Zur Entkopplung der Drähte für beide Stromrichtungen (Lesen, Schreiben) wird eine Koordinate der Matrix doppelt ausgeführt.

Zum Ansteuern eines Drahtes sind zwei Schaltstellen, die Quellen und Senken bezeichnet werden, zu betätigen. Die Auswahl eines Wortes erfordert das Durchschalten von vier Schaltstellen, wobei jeweils eine aus einer Achtergruppe auszuwählen ist. Die für die Adressierung der 4096 Worte erforderlichen 12 bit werden auf vier-mal-eins aus

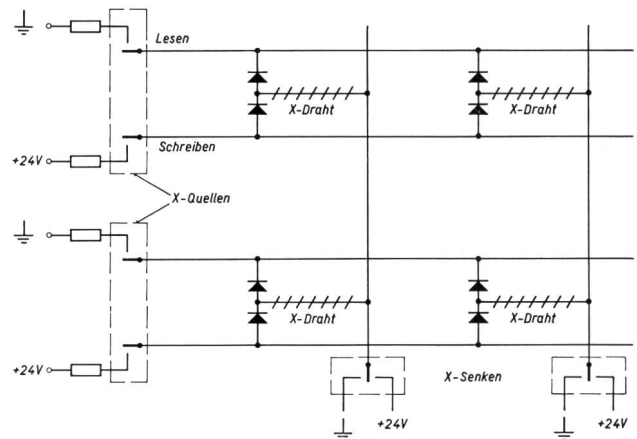


Fig. 21  
Ansteuermatrix

acht decodiert, indem je 3 bit auf eine Decodierschaltung geführt werden. Aus dem Blockschaltbild der Ansteuerung (Figur 22) ist die Anordnung der Adressenschalter in vier Gruppen ersichtlich, denen je ein Adressdecoder vorge-schaltet ist.

Der Kernspeicher hat fünf verschiedene Betriebsmöglichkeiten:

1. Löschen – Speichern
2. Lesen – Wiedereinspeichern
3. Nur Speichern
4. Nur Lesen
5. Lesen – Verarbeiten – Speichern

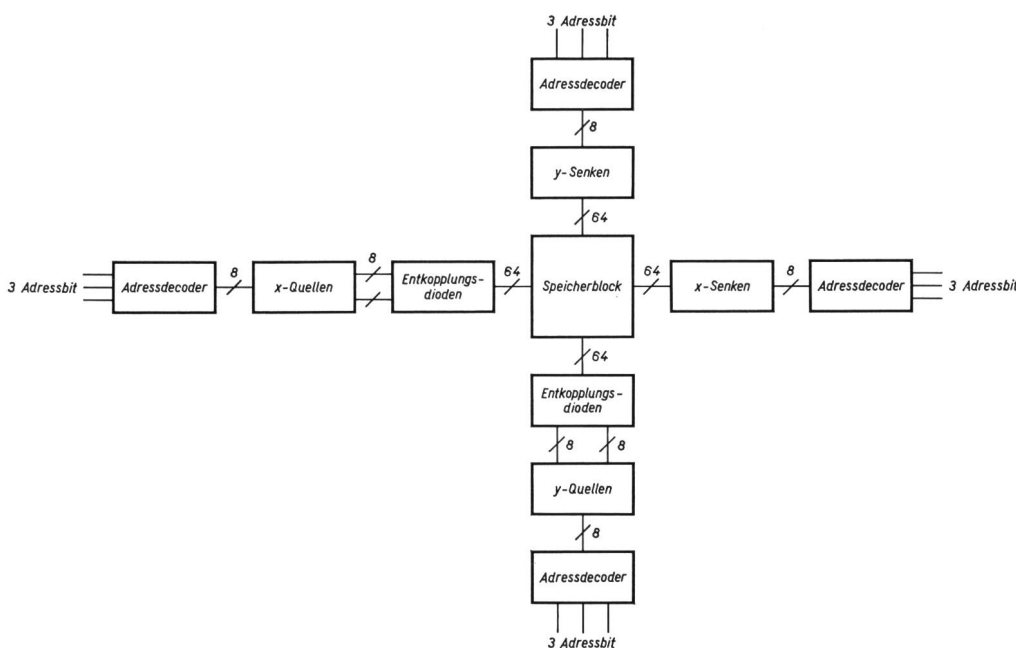
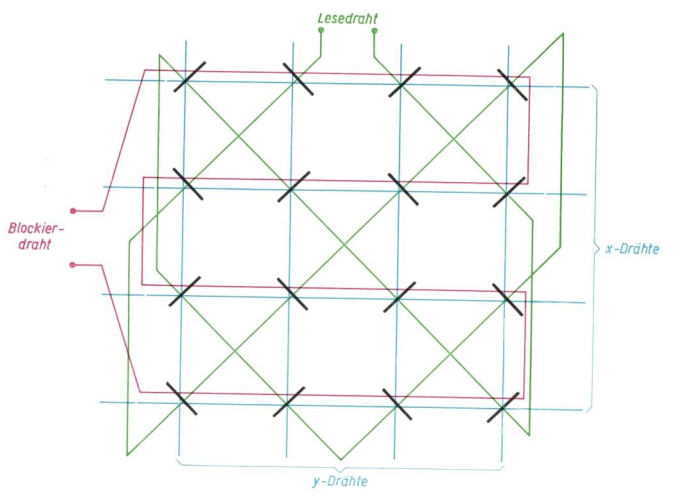
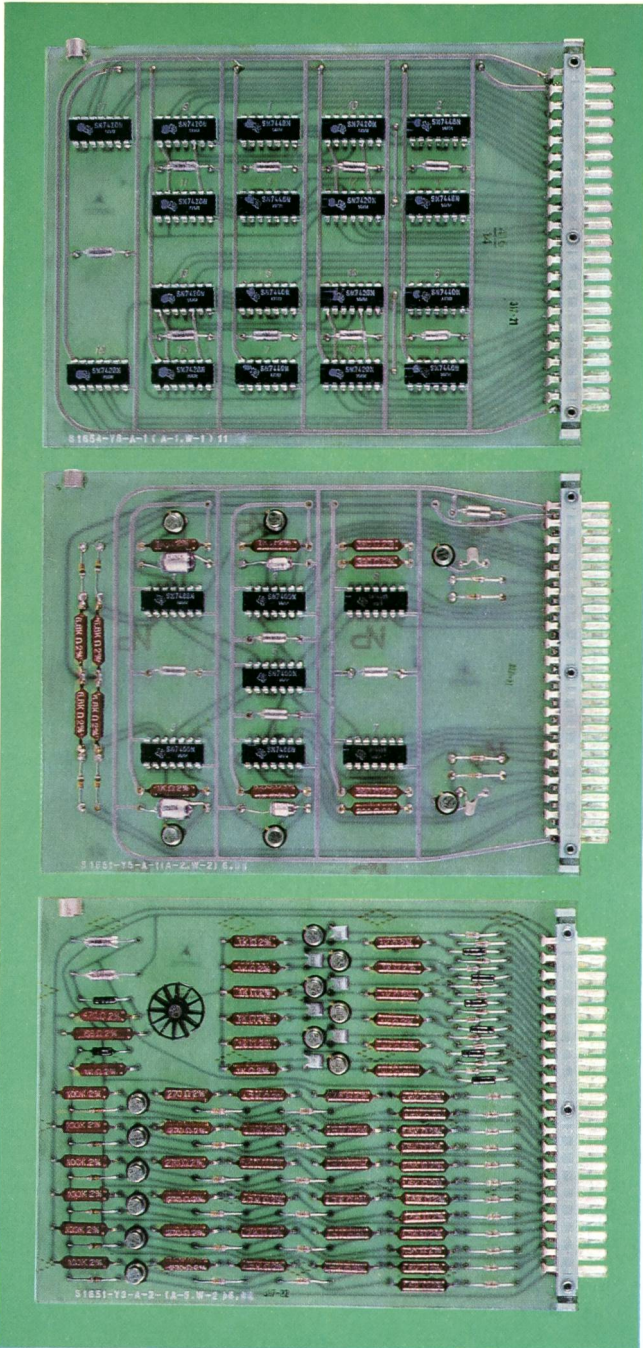


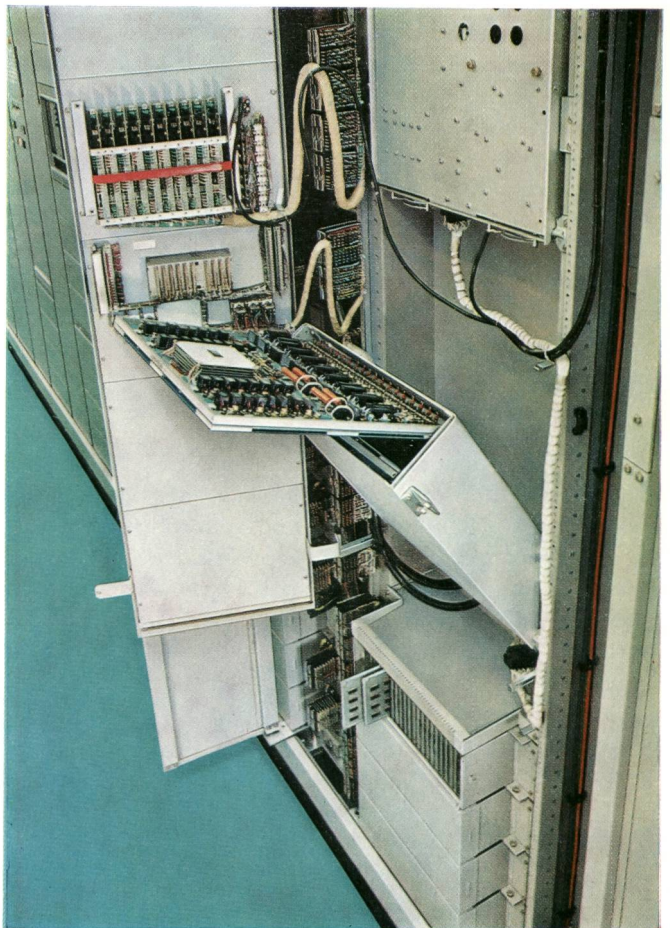
Fig. 22  
Blockschaltbild  
der Ansteuerung



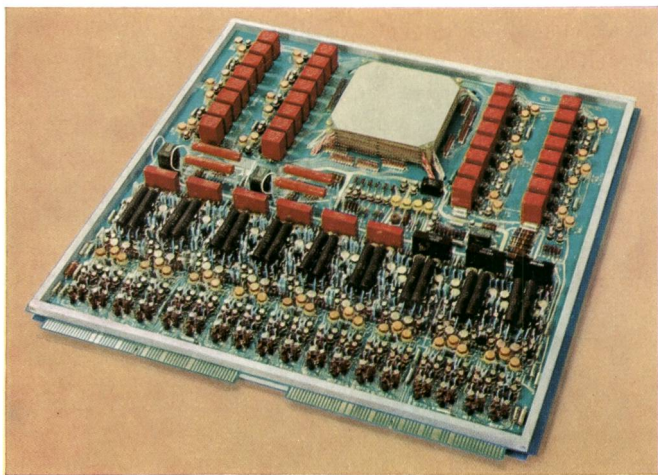
▲ Fig. 20  
Drahtführung einer Speichermatrix

◀ Fig. 17  
Drei der neuen Bausteine. Von oben nach unten: Decodierung DC, Registersteuerung RS, Befehlsempfänger BE

▼ Fig. 24  
Einbau des Kernspeichers im Gestell



▼ Fig. 23  
Speicherplatte mit Randelektronik



Im System ESK A64 sind lediglich die ersten beiden Möglichkeiten ausgenutzt. Die zugehörigen Abläufe werden im folgenden als Schreib- beziehungsweise Lesezyklus bezeichnet. Eine speicherinterne Ablaufsteuerung startet je nach den anliegenden Steuersignalen eine Zeitkette, die das für den verlangten Zyklus benötigte Impulsprogramm erzeugt.

Leseverstärker dienen der Gleichrichtung und Verstärkung des Lesesignals. Zur Ausblendung von Störimpulsen wird der Ausgang durch einen Austastimpuls nur in dem Zeitpunkt freigegeben, wo das Lesesignal maximal ist. Die Information wird in Datenregister übernommen und durch die Leitungstreiber an die Schnittstellenpotentiale angepasst.

Der Kernspeicher ist in zwei Gehäusen eingebaut, die durch ein Kabel miteinander verbunden sind. Eines enthält die Stromversorgung, das andere die Speicherelektronik. Im Stromversorgungsteil sind der Netztransformator und die Gleichrichter fest eingebaut, während die Regelschaltungen für die einzelnen Spannungen und die Überwachungsschaltungen als steckbare Baugruppe ausgeführt sind.

Die Elektronik des Speicherteils ist auf zwei grossen, steckbaren Platten aufgebaut, wobei die eine die Steuer-elektronik enthält. Die zweite Platte enthält den Speicherblock, die Ansteuerschaltungen für 4096 Worte und 18 Datenkanäle. Zum Ausbau des Speichers auf 8096 Worte kann eine zweite Speicherplatte eingesetzt werden.

Figur 23 zeigt diese Speicherplatte. Im vorderen Teil sind 18 Datenkanäle, hinten in der Mitte der Speicherblock und links und rechts davon die Ansteuerschaltungen sichtbar. Aus Figur 24 ist der Einbau des Kernspeichers im Gestell ersichtlich.

## 6. Programmsteuerung

Sowohl das eigene Programm der Steuerung wie die Umwertinformation sind im Speicher in Form von Tabellen festgehalten. Die Programmtabelle liefert den Zusammenhang zwischen Schrittnummer und auszuführendem Befehl, während die Umwertetabelle Aussagen enthält, die den Fernziffern zugeordnet sind. Für das Auslesen der beiden Tabellen steht je ein Flip-Flop-Register für die Adresse und für die ausgelesene Information zur Verfügung. Diese vier Register werden folgendermassen bezeichnet:

<i>Programmteil</i>	Adresse:	Programmregister
	Information:	Befehlsregister
<i>Umwerteteil</i>	Adresse:	Adressregister
	Information:	Informationsregister

Soll beispielsweise der zu einem bestimmten Schritt gehörige Befehl ausgelesen werden, so wird die betreffende

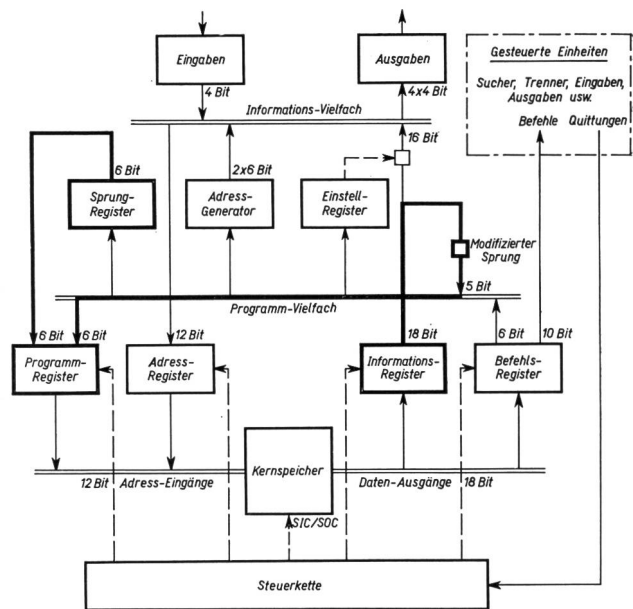


Fig. 25  
Blockschaltbild der Programmsteuerung

Schrittnummer in das Programmregister eingegeben. Ein Lesebefehl geht an den Speicher, und der entsprechende Befehl erscheint im Befehlsregister. Dieser Vorgang wird von der sogenannten Steuerkette, bestehend aus zwei besonderen Elektronikplatten, abgewickelt.

Das Auslesen von Umwertinformation geschieht dagegen aufgrund von Befehlen, die zuvor der Programmtabelle entnommen wurden.

Die wesentlichsten Teile der Steuerung sind in Figur 25 dargestellt, wobei die ausgezogenen Linien einen Programmsprung bei der Umwertung andeuten.

Nachfolgend sei das Prinzip der Programmsteuerung eines quittungsgesteuerten Systems näher erläutert. Der im Befehlsregister stehende Befehl wird zur ausführenden Einheit gesendet und nach Ausführung quittiert. Nach dem Weiterzählen des Programmregisters auf den nächsten Schritt wird der zugehörige Befehl aus der Tabelle in das Befehlsregister gelesen (Fig. 26).

Ausser diesem linearen Ablauf müssen auch Entscheidungen, nämlich bedingte Sprünge, möglich sein. Dazu muss vorerst einmal der Programmschritt bekannt sein, auf den gesprungen werden soll, falls die Bedingung erfüllt ist. Grundsätzlich ist dieser neue Programmschritt Bestandteil eines Sprungbefehls. Ausserdem muss noch die Sprungbedingung festgelegt werden.

Im System ESK A64 kann jeder Befehl zum Sprungbefehl werden. Das Befehlswort enthält ein bit, genannt «Sprung-möglich-bit». Wird es «1» programmiert, so zählt

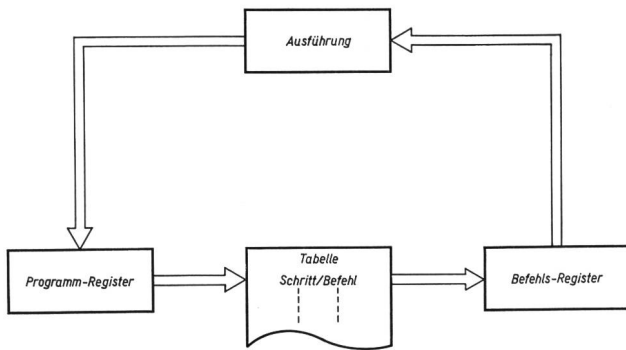


Fig. 26  
Funktionsprinzip der Programmsteuerung

die Steuerkette nur dann das Programmregister um eins weiter, wenn innerhalb von etwa  $15 \mu\text{s}$  keine Quittung kommt. Trifft die Quittung rechtzeitig ein, wird der Sprung ausgeführt.

### 7. Befehl und Quittung

Ein besonderes Übermittlungssystem für Befehle und Quittungen verbindet das zentrale Steuerwerk mit den Ein- und Ausgabeeinheiten.

Im Befehlsregister steht ein Befehl in Form einer zehnstelligen Binärzahl. Dieser wird in zwei Blöcken zu je 5 bit auf zweimal Eins-aus-zweiunddreissig decodiert und in dieser Form zum Empfänger übermittelt.

Wir sprechen von x- und y-Teilbefehlen. Der Empfänger verknüpft diese beiden Teile, führt den Befehl aus und sendet eine Quittung zurück, die genau dem Befehlsmuster entspricht, nämlich einen x- und einen y-Teil enthält. Dieses Quittungsmuster wird vom Steuerwerk wieder in eine zehnstellige Binärzahl codiert, die mit der Befehlsbinärzahl bitweise verglichen wird. Nur die vollständige Übereinstimmung wird als Quittung von der Steuerkette anerkannt und führt zur Weiterschaltung des Programmregisters (Fig. 27).

### 8. Die Umwertung

Auf einem Sechs-bit-Vielfach ruft der Prozessor durch Anschaltbefehle die Fernziffern im Zwei-aus-sechs-Code zeitlich hintereinander vom Register ab. Dieser Code wird kontrolliert und in binäre Form umgewandelt.

Die angebotenen Ziffern werden stellenweise analysiert: Wir sprechen von einer Folgeumwertung. Zu einer von einem Adressgenerator gebildeten Grundadresse wird die erste Ziffer addiert und führt, nach Aufsuchen der Kernspeichertabelle, zur entsprechenden Folgeadresse, die ins Informationsregister gegeben wird. Zu dieser Folgeadresse

wird die nächste Ziffer addiert und so schrittweise fortgefahren, bis eine Zieladresse erreicht ist. Die dort ausgelesene Information wird den Ausgabeeinheiten zugeführt.

Für die Aussagen ist ein serielles Verfahren ungeeignet, da nach jeder Ausgabe gewartet werden müsste, bis im Register die Empfangsrelais aufgezogen haben. Die Ausgabe der Ergebnisse muss parallel vor sich gehen. Aus der Umwertetabelle werden die Aussagen in Form von 18-bit-Worten ausgelesen, wovon ein bit als Paritätsbit verwendet und ein bit vorläufig nicht gebraucht wird. Es bleiben 4 mal 4 bit für vier Zehneraussagen, die parallel aus dem Binär- in einen Zwei-aus-fünf-Code umcodiert und mit Hilfe von Thyristorschaltern ausgegeben werden.

Im Zusammenhang mit der Umwertung sind verschiedene Programmabläufe möglich, wie «Anschalten nächste Ziffer» oder «Aussage» oder «Hinweis». Nach jeder ausgewerteten Eingabeziffer ist einer dieser möglichen Abläufe für die weitere Verarbeitung festzulegen. Mit andern Worten: aus der Umwertetabelle muss Sprunginformation abgeleitet werden. Fünf bit des Umwertefolgewortes stehen dafür zur Verfügung.

### 9. Fehlerbehandlung

Die Fehlererkennung im Prozessor geschieht mit denselben Mitteln wie in den Systemen ESK A60, ESK A61 und ESK A62. Ein- und Ausgangsleitungen werden auf falschen Code, Sucher auf Zwei-aus-n-Markierung und Trenner auf Überstrom überwacht. Ausserdem wird die Ausführung jedes Programmschrittes zeitlich kontrolliert. Sobald eine der Erkennungseinrichtungen anspricht, wird das laufende Programm unterbrochen, der letzte Schritt im sogenannten Fehlerregister gespeichert und ein unbedingter Sprung auf den Schritt 00000 ausgeführt. So weit

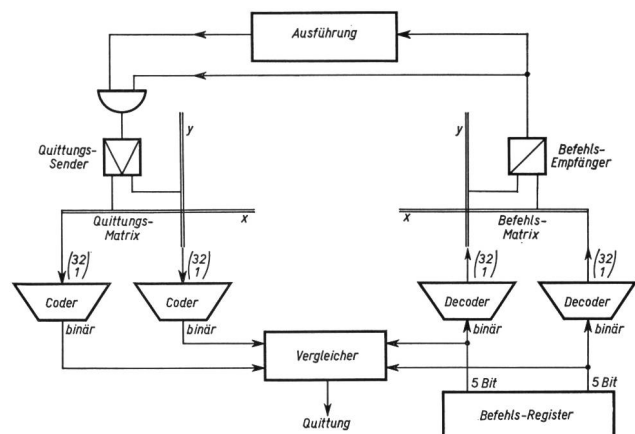


Fig. 27  
Befehls- und Quittungsübermittlung



ist das Verhalten im Fehlerfall verdrahtet. Alles weitere dagegen ist programmierbar und wird von der normalen Programmsteuerung abgewickelt. Vom Schritt 00000 an läuft das Fehlerprogramm, das das Ausgeben der Fehleraussagen, die Fehlerstatistik, den Anreiz an den Abtaster, an die Ersatzschaltesteuerung usw. behandelt. Die Programmsteuerung selbst könnte natürlich auch defekt sein, so dass das Fehlerprogramm nicht mehr funktionieren würde. Für diesen Fall wurde eine Not-Zeitüberwachung eingebaut, die periodisch durch das Programm rückgestellt wird. Bei Stillstand des Programms meldet diese Zeitüberwachung einen Totalausfall an die Ersatzschaltesteuerung.

#### 10. Sicherstellung des Betriebes

Aus Sicherheitsgründen sind zwei Prozessoren vorgesehen. Jeder Prozessor steht über ein zugeordnetes Ringleitungssystem mit den peripheren Geräten in Verbindung. Diese können gruppenweise an den einen oder anderen Ring angeschaltet werden. Die Vorkehrungen für die Sicherstellung des Betriebes, wie sie bereits im System ESK A60 angewendet sind, wurden im wesentlichen übernommen, jedoch durch eine erweiterte Überwachung der Ringadern im Ruhezustand ergänzt. Dieses Programm, das mehrere hundert Prozessorinstruktionen umfasst, läuft nur in Zeitspannen ab, in denen keine neuen Anreize von der Peri-

pherie vorliegen. Eine Ersatzschaltesteuerung empfängt die aufbereiteten Fehlermeldungen und sorgt durch Abschaltung dezentraler Teile von den Ringleitungen oder Umschaltung der Prozessoren für eine Neutralisierung der Störung. Die Ersatzschaltesteuerung arbeitet mit einem verdrahteten Programm. Für die Fehleranalyse stehen optische Anzeigen an den Prozessoren und eine Aufzeichnung der Ringleitungszustände auf Lochstreifen zur Verfügung.

#### 11. Konstruktion

Im konstruktiven Aufbau entspricht das internationale Fernwahlsystem ESK A64 jenem der nationalen Fernwahltechnik ESK A60. Die Belegung der wichtigsten Gestelle ist in *Figur 28* dargestellt. Relaischaltungen sind in Schwenkrahmengestellen von 3 m Höhe untergebracht und enthalten Bauteile in drei Ebenen, von denen die vordere und die hintere ausschwenkbar sind. Die Elektronik ist in Form normalisierter Baugruppen in gedruckter Schaltung ausgeführt. Sie umfasst diskrete Bauelemente und integrierte Schaltungen und ist in Baugruppenträgern – zum Teil mit Wire-wrap-Verdrahtung – untergebracht.

Adressen der Autoren: c/o Albiswerk Zürich AG, Albisriederstrasse 245, CH-8047 Zürich