

# Zur Entwicklungsgeschichte der automatischen Vermittlungstechnik = Aperçu du développement de la commutation automatique

Autor(en): **Anderfuhren, Eduard**

Objektyp: **Article**

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**

Band (Jahr): **35 (1957)**

Heft 12

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875098>

## **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.

widerstandsfähig gegenüber Erschütterungen, was vermutlich auf den immer höheren Reinheitsgrad der benutzten Reinbleimäntel zurückzuführen ist. Die «Phenolkorrosion» und auch die chemische Korrosion durch andere Ursachen, haben bei modernen Kabeln ebenfalls stark zugenommen. Die Ursache liegt bei einem zeitlich begrenzten, katalytisch wirkenden Faktor, der mit grosser Wahrscheinlichkeit durch den Abbau des organischen Materials der Kabelhüllen gebildet wird. Der Übergang von der Teer- zur Bitumenimprägnation hat sich sehr ungünstig auf die Fehlerhäufigkeit ausgewirkt.

#### Bibliographie

- [1] *Gertsch, Rudolf.* Kabelfehler und ihre Ursachen. Techn. Mitt." TT 1930, Nr. 1, S. 12...19.
- [2] *Gertsch, Rudolf.* Kabelfehler und ihre Ursachen. Techn. Mitt." TT 1934, Nr. 1, S. 1...9.
- [3] *Gertsch, R. und H. Koelliker.* Zwanzig Jahre Kabelfehlerstatistik. Techn. Mitt." PTT 1950, Nr. 1, S. 8-33, und Nr. 2, S. 50...70.
- [4] *Hadorn E. und R. Hainfeld.* 25 Jahre Kabelfehlerstatistik. Techn. Mitt." PTT 1955, Nr. 6, S. 213...230, und Nr. 7, S. 268...286.
- [5] *Hadorn E. und R. Hainfeld.* 30 Jahre Kabelfehlerstatistik. Techn. Mitt." PTT (in Vorbereitung).

## Zur Entwicklungsgeschichte der automatischen Vermittlungstechnik

Von *Eduard Anderfuhren*, Bern

621.395.34 (091)

**Zusammenfassung.** *Das Primäre eines jeden automatischen Vermittlungssystems sind die Schaltorgane, das heisst Relais, Sucher, Wähler und Schalter. Im vorliegenden Artikel befasst sich der Verfasser vorwiegend mit der Entwicklung dieser Organe, so wie sie sich in der Schweiz in der Vergangenheit, der Gegenwart und vermutlich auch in der Zukunft darstellt. Die Arbeit erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, denn bei jedem System wird lediglich auf einige typische Merkmale hingewiesen.*

### 1. Einleitung

Der Gedanke, Telefonverbindungen selbsttätig, das heisst ohne Zutun einer Vermittlungsperson herzustellen, ist fast so alt wie das Telefon selber. Von den ersten tastenden Versuchen, die aus diesem Bestreben gemacht wurden, soll hier nicht die Rede sein. Unser Rückblick soll erst in jenem Zeitpunkt beginnen, in dem in der Schweiz die erste halbautomatische Telefonzentrale in Betrieb genommen worden ist. Dieser wichtige und für die Zukunft wegweisende Schritt wurde im Jahre 1917 getan, und zwar mit der Inbetriebnahme der halbautomatischen Zentrale Zürich-Hottingen. Schon mit dem Wort «halbautomatisch» verbindet sich entwicklungsmässig ein Begriff, der näher erläutert werden muss. Warum wurde diese erste Zentrale halb- und warum nicht vollautomatisch ausgeführt? Und warum wurde dann in der Folge noch an meh-

40% plus de dommages que les groupes avec câbles à enveloppes de jute. Les rapports des longueurs de câble calculés à partir des fréquences de déféctuosité deviennent de ce fait pour les 4 groupes des années 1930...1949 1:1:0,5:1,4, valeurs concordant très bien avec les rapports des longueurs totales de câble (1,2:1:0,5:1,5). Le point de vue statistique montre donc aussi que l'influence des enveloppes doit être approfondie.

### 14. Remarques finales

L'analyse statistique montre que la fréquence de déféctuosité due à la corrosion électrolytique n'a pratiquement pas changé. Les câbles sont par contre devenus de moins en moins résistants à l'action des secousses, fait lié probablement à la pureté accrue du plomb. La corrosion dite «du phénol» ainsi que d'autres corrosions ont aussi fortement augmenté. La cause réside dans un facteur catalytique, d'action restreinte dans le temps et conditionné très certainement par la désagrégation de la substance organique de l'enveloppe des câbles. Le fait d'être passé d'une imprégnation au goudron à une imprégnation au bitume a été défavorable pour la fréquence de déféctuosité.

## Aperçu du développement de la commutation automatique

Par *Eduard Anderfuhren*, Berne

**Résumé.** *Les organes primaires d'un système automatique de commutation sont les relais, chercheurs, sélecteurs et commutateurs. L'auteur du présent article donne un aperçu du développement de ces organes dans le passé et le présent et tel qu'on peut le prévoir pour l'avenir. Il n'a pas cherché à faire un exposé complet et indique seulement quelques-unes des caractéristiques de chaque système.*

### 1. Introduction

L'idée de faire établir automatiquement les communications téléphoniques, c'est-à-dire sans l'intervention de tiers, est presque aussi ancienne que le téléphone lui-même. Nous ne parlerons pas ici des premiers tâtonnements faits dans ce domaine. Notre aperçu commence au moment où le premier central semi-automatique a été mis en service en Suisse. Ce pas important et décisif pour l'avenir a été accompli en 1917, par l'inauguration du central semi-automatique de Zürich-Hottingen. Le terme lui-même de «semi-automatique» est lié à une conception qu'il est nécessaire d'expliquer ici. Pourquoi ce central était-il à moitié automatique et non entièrement? Et pourquoi, par la suite, donna-t-on encore plusieurs fois la préférence au système semi-automatique? Nous répondons plus loin à ces questions. Contentons-nous de constater que dès les débuts jusqu'à maintenant

reren Orten dem halbautomatischen Prinzip der Vorzug gegeben? Diese Fragen werden sich im Verlaufe der Abhandlung beantworten. Vorderhand möge die Feststellung genügen, dass von allem Anfang an bis heute alle Vermittlungssysteme auf dem Prinzip der *Elektromagnetik* beruhen. Erst in neuester Zeit beginnt sich ein neues Prinzip abzuzeichnen, nämlich dasjenige der *Elektronik*. Wie jedoch vor Jahrzehnten der Schritt zur Vollautomatik nicht ohne weiteres gewagt worden ist, so wird auch heute die *Vollelektronik* nicht schlagartig hereinbrechen. Die Elektronik wird sich auf Teilgebieten durchsetzen. Sie wird vorderhand die Steuerung von elektromagnetischen Schaltmitteln besorgen, und sie wird dies mit bisher nicht erreichten Geschwindigkeiten tun. Später allerdings, kommende Generationen werden es erleben, wird voraussichtlich das Zeitalter der Elektromagnetik enden und ganz der Elektronik Platz machen. Die Ansätze einer derartigen Entwicklung zeichnen sich schon heute ab, und unsere Nachfahren werden vielleicht von der Elektromagnetik als vom «Steinzeitalter» der Vermittlungstechnik sprechen. Vorderhand ist es allerdings noch nicht so weit. Alle Vermittlungssysteme, die heute in Betrieb sind, beruhen ganz oder wenigstens teilweise auf dem elektromagnetischen Schaltprinzip, und dort, wo die Elektronik Platz gegriffen hat, wird sie mehr als Hilfsmittel denn als selbständiges Schaltprinzip angewendet.

## 2. Das elektromagnetische Schaltprinzip

Wie schon erwähnt, benutzen heute alle Vermittlungssysteme elektromagnetische Apparate, die die Verbindungen herstellen, gleichgültig ob es sich nun um Schrittschaltersysteme, Maschinenschaltersysteme oder Kreuzwählersysteme handle. Das Grundelement aller dieser Systeme ist das Relais. Das Relais ist ein Elektromagnet in reinsten Form, der, sobald seine Wicklung von Strom durchflossen wird, seinen Anker anzieht und mit seinen Kontakten wiederum andere Stromkreise schliesst oder öffnet. Das Relais bietet in Verbindung mit Wählern ungeheuer viele Schaltmöglichkeiten, und die «klassische» Automatik ist in der Lage, mit Hilfe der von ihr angewendeten elektromagnetischen Schaltmittel sämtliche auftauchenden Probleme zu meistern. Es wäre demnach kein zwingender Grund vorhanden, diese bewährte Technik zu verlassen. Nun liegt es aber in der Natur des menschlichen Geistes, sich mit Erreichtem nicht zufrieden zu geben, sondern nach Vollkommenerem zu streben. Dieses dem Menschen innewohnende Streben ist die Triebfeder allen Handelns. Ohne diesen Zwang wäre die Menschheit nicht über die Steinzeit hinausgekommen.

Auf dem Gebiet der Vermittlungstechnik kann das «Vollkommenere» verschiedene Gesichter zeigen. Es kann wirtschaftlicher, das heisst billiger sein, es kann weniger Unterhalt erfordern, es kann übertragungstechnisch besser befriedigen oder es kann

tous les systèmes de commutation reposaient sur le principe de l'*électromagnétisme*. Aujourd'hui seulement commence à apparaître un principe nouveau, celui de l'*électronique*. Mais, de même qu'il y a quelques décennies on n'osa faire immédiatement le pas qui aurait conduit à l'automatique intégral, on n'introduira pas d'un seul coup le système *électronique intégral*. L'électronique s'étendra premièrement à certaines parties d'installations. Elle se verra confier la commande d'organes de commutation électromagnétiques, où elle permettra d'obtenir une rapidité inconnue jusqu'ici. Plus tard, certainement – les générations montantes le verront – l'âge de l'électromagnétisme prendra fin et alors commencera celui de l'électronique. Les premiers linéaments de cette évolution se dessinent déjà et nos après-venants parleront peut-être de l'ère de l'électromagnétisme comme du «bon vieux temps» de la technique des commutations. Mais nous n'en sommes pas encore là. Tous les systèmes de commutation actuellement en service reposent, totalement ou en partie, sur le principe de l'électromagnétisme et là où l'électronique a pris pied, c'est comme moyen auxiliaire plutôt que comme principe de commutation indépendant.

## 2. Le principe de la commutation électromagnétique

Tous les systèmes de commutation actuels (pas à pas, à moteurs, à barres croisées) utilisent des appareils électromagnétiques. L'élément de base de tous ces systèmes est le relais. Cet appareil est un électroaimant de la forme la plus simple qui, dès que ses enroulements reçoivent du courant, attire son armature, dont les contacts ouvrent ou ferment d'autres circuits. Conjugué avec des sélecteurs, le relais offre un nombre presque infini de possibilités de commutation et le système automatique classique est en mesure de résoudre tous les problèmes de commutation qui se présentent à l'aide des dispositifs électromagnétiques qu'il emploie. Il n'y aurait donc aucun motif impérieux de renoncer à cette technique éprouvée. Mais il est dans la nature de l'esprit humain de ne jamais se contenter de ce qu'il a atteint, et de chercher sans cesse à le perfectionner. Cet effort vers le mieux est le ressort de toute activité créatrice. Sans lui, l'humanité n'aurait pas été au delà de la hache de pierre.

Dans le domaine des commutations électriques, le mieux peut revêtir divers aspects. Il peut être plus économique, exiger moins d'entretien, être meilleur du point de vue de la technique de la transmission ou occuper moins de place; tous ces facteurs peuvent inciter à abandonner des combinaisons éprouvées et à les remplacer par des techniques nouvelles. Il importe cependant de déterminer si les nouveaux appareils présentent des avantages tels que leur emploi se justifie réellement. Il serait parfaitement illogique de faire du nouveau simplement pour avoir du nouveau.

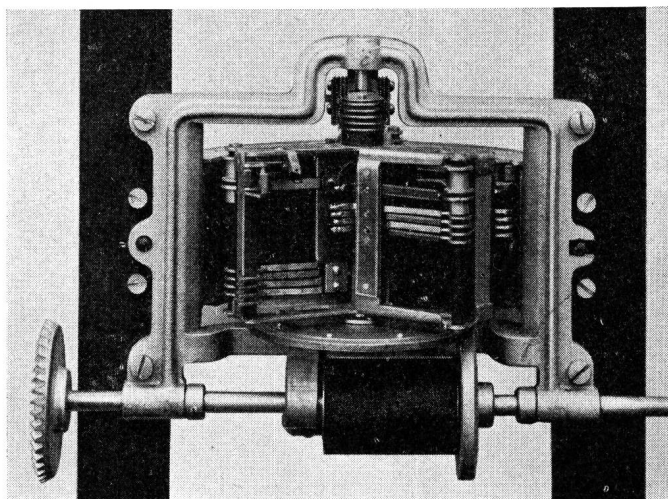


Fig. 1. McBerty-Sucher  
Chercheur McBerty

weniger Raum beanspruchen, kurz, alle diese Gesichtspunkte können ins Gewicht fallen, um bestehende Anordnungen zu verlassen und zu neueren Techniken überzugehen. Hier muss allerdings genau abgewogen werden, ob die zu erreichenden Vorteile wirklich so gross sind, dass sich ihre Einführung lohnt. Das Neue nur um der Neuheit willen einzuführen wäre abwegig.

### 3. Die halbautomatischen Systeme

Wir kehren in das Jahr 1917 zurück. Der Erste Weltkrieg tobte in Europa. Antwerpen war vom Feinde besetzt. Da war es nicht verwunderlich, dass die Bell Telephone Manufacturing Co., die die erste halbautomatische Zentrale lange vor Ausbruch der Feindseligkeiten in Auftrag erhalten hatte, mit den Lieferungen nicht recht vom Fleck kam. Erst im Jahre 1917 konnte demzufolge die Zentrale Zürich-Hottingen, nach Überwindung mannigfacher Schwierigkeiten, eingeschaltet werden. Wie sah nun diese Zentrale aus, und aus welchen Elementen war sie zusammengesetzt?

Als Schaltelemente wurden die sogenannten *McBerty-Sucher* und *-Wähler* verwendet (s. Fig. 1 und 2). Diese Sucher und Wähler wurden durch gemeinsame Antriebsmotoren in Bewegung gesetzt. Die Einkupplung des Bürstenwagens an die drehende Welle erfolgte durch die Erregung eines Elektromagneten, der eine mit dem Bürstenwagen verbundene flexible Weicheisenscheibe anzog und so den Bürstenwagen zum Drehen brachte. Diese Art der Kupplung nannte man *Friktionskupplung*. Diese Kupplungsart wurde später verlassen und durch ein System flexibler Zahnräder ersetzt, das eine sicherere Kupplung gewährleistete.

Die Arbeitsweise der halbautomatischen Zentrale ist aus dem Verbindungsdiagramm der Figur 3 zu ersehen.

Es sei vorausgeschickt, dass die Konzeption dieser Anlage so getroffen war, dass sie später ohne Schwie-

### 3. Les systèmes semi-automatiques

Revenons à l'année 1917. La première guerre mondiale faisait rage en Europe. Anvers était occupé par l'ennemi. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner que la Bell Manufacturing Co., qui, bien avant l'ouverture des hostilités, avait reçu commande du premier central semi-automatique destiné à la Suisse, ne parvint pas à le livrer. Aussi n'est-ce qu'en 1917 que le central de Zurich-Hottingen put être mis en service, après qu'on eut surmonté de nombreuses difficultés. Comment était ce central et quels en étaient les éléments?

Les éléments commutateurs étaient les chercheurs et sélecteurs *McBerty* (voir fig. 1 et 2). Ils étaient mis en mouvement par des moteurs communs. Le porte-balais était embrayé sur l'axe par un électro-aimant qui, lorsqu'il était excité, attirait une plaque flexible en fer doux reliée au porte-balais et faisait tourner celui-ci. Ce genre d'accouplement est dit accouplement à friction. Il fut abandonné par la suite et remplacé par un système de roues dentées flexibles procurant un embrayage plus sûr.

Le diagramme de jonction de la figure 3 montre de quelle manière fonctionnait le central semi-automatique.

Disons encore que cette installation était conçue de manière à pouvoir sans difficulté être transformée en installation automatique intégrale, ce qui fut effectivement le cas par la suite.

Pourquoi ne passa-t-on pas dès le début au service automatique intégral? Ce fait est probablement dû à diverses raisons, parmi lesquelles une certaine crainte à l'égard d'une technique absolument nouvelle doit avoir joué le rôle principal. On pensait en outre qu'il était imprudent de laisser au public le soin de composer le numéro désiré. *C'était il y a 40 ans. Aujourd'hui le public n'est pas satisfait lorsqu'il ne peut établir lui-même les communications.*

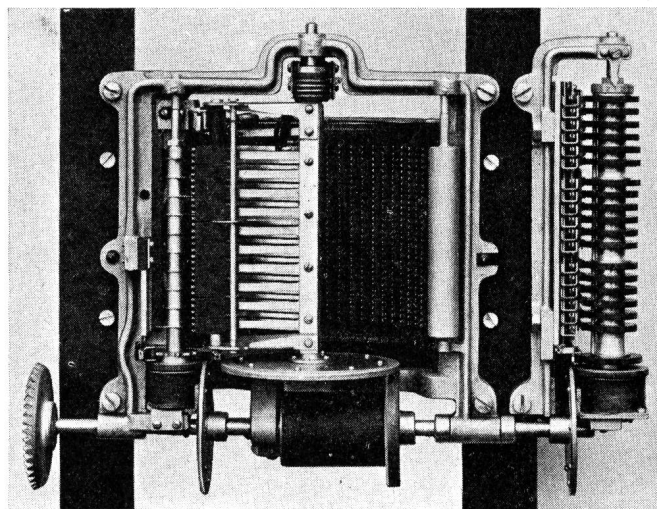


Fig. 2. McBerty-Wähler mit Folgeschalter (rechts im Bild)  
Sélecteur McBerty avec combineur (à droite)

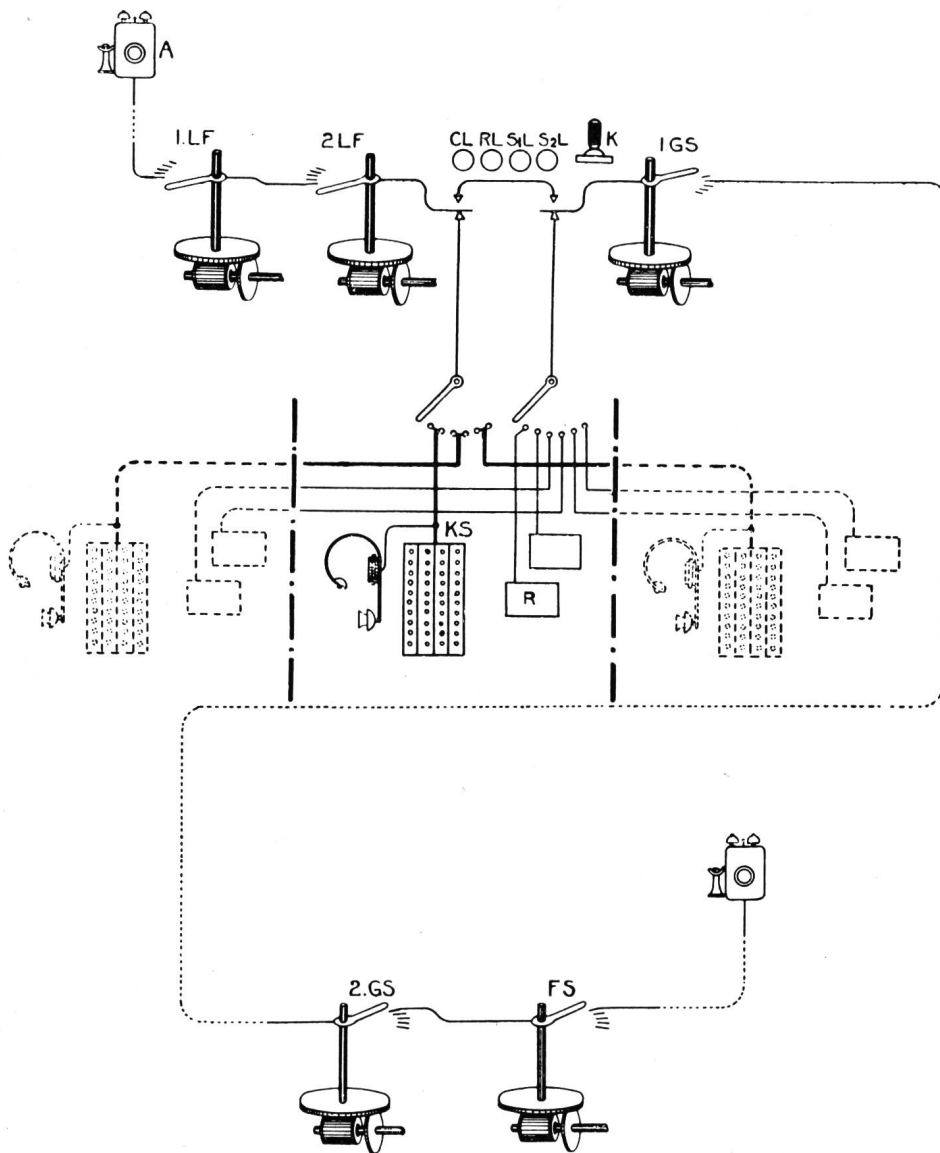


Fig. 3.  
Verbindungsdiagramm einer halb-  
automatischen Verbindung  
Diagramme de jonction d'une com-  
munication semi automatique

rigkeiten in eine vollautomatische Zentrale umgewandelt werden konnte, was dann tatsächlich auch geschehen ist.

Warum aber ging man nicht von Anfang an zum vollautomatischen Betrieb über? Es werden hier verschiedene Gründe mitgespielt haben, wobei vermutlich ein gewisser Respekt vor dem damals völlig Neuen die grösste Rolle spielte. Ausserdem glaubte man, dem Publikum das Wählen der gewünschten Nummern nicht zumuten zu dürfen. *Das war vor 40 Jahren! Heute ist das Publikum nicht befriedigt, wenn es seine Verbindungen nicht selber herstellen kann.*

Die Herstellung einer Verbindung ging in der halb-automatischen Zentrale folgendermassen vonstatten: Der anrufende Teilnehmer hängte seinen Hörer ab und setzte sich damit über einen ersten und zweiten Anrufsucher sowie über einen Platzsucher mit einer freien Telephonistin in Verbindung. Die Lampe CL flackerte und zeigte der Telephonistin an, auf welchem Schnurstromkreis eine Verbindung verlangt wurde. Nachdem der Teilnehmer der Telephonistin

Dans un central semi-automatique, la communication était établie de la manière suivante: l'abonné appelant décrochait son récepteur et se mettait ainsi en communication avec une téléphoniste libre par un premier et un deuxième chercheur d'appel, ainsi que par un chercheur de poste. La lampe CL clignotait et montrait à la téléphoniste sur quel circuit de cordons une communication était demandée. Lorsque l'abonné avait indiqué le numéro désiré à la téléphoniste, celle-ci frappait les chiffres, dans l'ordre voulu, sur un bouton spécial; un enregistreur attribué à la position était chargé et commandait les sélecteurs sur le raccordement de l'abonné désiré.

Après avoir pressé sur le dernier bouton, la téléphoniste était libre pour répondre à un autre appel. On comprend donc pourquoi cette manière de faire permettait d'écouler un volume de trafic plus grand que dans le service manuel, car le travail était réparti régulièrement entre les différents postes d'opératrice.

Les premières difficultés une fois vaincues, ce central semi-automatique travailla pendant de nombreu-

die gewünschte Nummer mitgeteilt hatte, tippte diese die Ziffern in der richtigen Reihenfolge auf einem Nummernschlüssel, wodurch ein dem Arbeitsplatz zugeteiltes Register aufgeladen wurde und hierauf die Wähler auf den Anschluss des gewünschten Teilnehmers steuerte.

Mit dem Niederdrücken des letzten Nummernschlüssels wurde die Telephonistin sofort für die Beantwortung eines weiteren Anrufs frei. Es ist ohne weiteres verständlich, dass auf diese Weise ein viel grösseres Verkehrsvolumen bewältigt werden konnte als mit einer manuellen Zentrale, da für eine gleichmässige Verteilung der Arbeit an die verschiedenen Arbeitsplätze gesorgt war.

Nach Überwindung der ersten Anfangsschwierigkeiten arbeitete diese halbautomatische Zentrale viele Jahre zur vollen Zufriedenheit von Publikum und Verwaltung. Später wurde sie, wie vorgesehen, in eine vollautomatische Zentrale umgewandelt, die ihren Dienst bis vor kurzem versah, also nahezu 40 Jahre lang.

#### 4. Der Schrittschalter

Bis jetzt war von den durch einen zentralen Motor angetriebenen McBerty-Wählern die Rede. Es waren dies die ersten Maschinenorgane, die in unserem Lande Anwendung fanden. Vor ihnen wurde durch den Amerikaner *Strowger* der sogenannte Schrittschalter erfunden. Während der Maschinenschalter zu seiner Steuerung eine besondere Einrichtung, ein sogenanntes Register, erforderte, konnte der Schrittschalter direkt mit den Impulsen des Teilnehmer-Nummernschalters betätigt werden. Man bezeichnete aus diesem Grunde das Schrittschaltersystem auch als Direktwahlssystem. Gegenüber dem Registersystem, das man Indirektwahlssystem nannte, hatte es den Vorteil grösserer Einfachheit und besserer Übersichtlichkeit. Andererseits hatte aber das Registersystem auch wieder Vorteile, die dem Schrittschaltersystem fehlten. Dieses gegeneinander Abwägen der beiden Systeme gab seinerzeit viel zu diskutieren. Es hatten sich zwei Parteien gebildet, die «Direktwähler» und die «Registermänner», die beide mit der gleichen Zähigkeit ihre Ansichten verfochten. Schliesslich wurden beide Vermittlungssysteme für die Schweiz zugelassen, obwohl sich dadurch später bei der Einführung der Fernwahl Schwierigkeiten ergaben.

Der Schrittschalter ist ein einfaches Schaltelelement. Denkt man sich an jeder der zehn Anschlussklemmen eines Schrittschalters je einen Teilnehmer angeschlossen, so kann ein elfter Teilnehmer, der mit dem Elektromagneten des Schalters in Verbindung steht, jeden der zehn Teilnehmer ansteuern, indem er durch das Wählen dem Magneten eine entsprechende Zahl von Impulsen gibt. Auf diese einfache Weise ist die «Zentrale» im Prinzip schon fertig. Hier braucht es kein Register, das die Wähler steuert und das die vom Nummernschalter empfangenen Impulse umrechnet.

ses années à la complète satisfaction du public et de l'administration. Comme on l'avait prévu, il fut plus tard transformé en central entièrement automatique; il fut retiré de l'exploitation ces derniers temps après avoir fonctionné pendant près de 40 ans.

#### 4. Le sélecteur pas à pas

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des sélecteurs McBerty actionnés par un moteur central. C'étaient les premiers organes à moteur qui eussent fonctionné dans notre pays. Auparavant, l'Américain *Strowger* avait inventé le sélecteur dit pas à pas. Tandis que le sélecteur à moteur était commandé par un équipement spécial, appelé enregistreur, le sélecteur pas à pas pouvait être actionné directement par les impulsions données par le disque d'appel de l'abonné. Ce système fut appelé système à sélection directe, par opposition au premier, dit à sélection indirecte. Il présentait l'avantage d'être plus simple et mieux disposé. De son côté, le système à enregistreurs avait aussi des avantages qui manquaient au système pas à pas. A l'époque, les caractéristiques des deux systèmes donnèrent lieu à d'abondantes discussions. Il s'était formé deux clans, dont chacun défendait ses conceptions avec acharnement. Pour finir, on admit en Suisse les deux systèmes, ce qui donna lieu à des difficultés lorsqu'on introduisit la sélection interurbaine.

Le sélecteur pas à pas est un élément de commutation simple. Si l'on se représente un raccordement d'abonné différent relié à chacune des dix bornes d'un tel sélecteur, on voit qu'un onzième raccordement d'abonné, en communication avec l'électro-aimant du sélecteur, peut commander chacun des dix autres, en transmettant à l'électro-aimant, par la sélection, un nombre donné d'impulsions. C'est là tout le principe du central automatique. Il n'y a pas besoin d'enregistreur commandant les sélecteurs et convertissant les impulsions envoyées par le disque d'appel.

Tandis que le sélecteur pas à pas ne disposait que de dix possibilités de raccordement, le sélecteur à deux mouvements (ascension et rotation) inventé par *Strowger* et perfectionné par les établissements Siemens & Halske en comptait cent (voir fig. 4).

Le sélecteur à deux mouvements se composait en principe d'un électro-aimant d'ascension et d'un électro-aimant de rotation. Il permettait de sélectionner dans le sens vertical dix étages placés au-dessus les uns des autres; dans le sens horizontal, il présentait également dix possibilités de connexion par étage. Suivant qu'il était utilisé comme sélecteur de groupe ou de ligne, la sélection verticale était commandée et la sélection horizontale libre ou également commandée. Après avoir reçu ses derniers perfectionnements, il permit de construire facilement des centraux d'un fonctionnement sûr, de capacité quelconque.

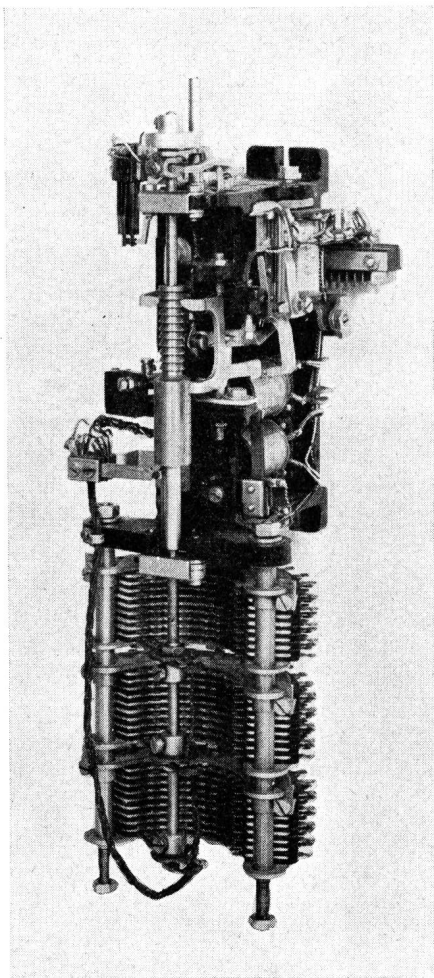


Fig. 4. Strowger-Wähler  
Sélecteur Strowger.

Im Gegensatz zu dem Schrittschalter, der nur über zehn Anschlussmöglichkeiten verfügt, hatte der von Strowger erfundene und von der Firma Siemens & Halske weiterentwickelte Hebdrehwähler hundert Anschlussmöglichkeiten (s. Fig. 4).

Der Hebdrehwähler bestand im Prinzip aus einem Hebemagneten und einem Drehmagneten. In vertikaler Richtung konnten zehn übereinanderliegende Stufen gewählt werden; in horizontaler Richtung bestanden ebenfalls zehn verschiedene Anschlussmöglichkeiten. Je nach Verwendung des Wählers (Gruppenwähler oder Leitungswähler) war die vertikale Wahl gesteuert und die horizontale frei oder auch gesteuert. Mit diesem Wähler war es ein leichtes, nachdem er einmal seinen letzten Schliff erhalten hatte, gut funktionierende Zentralen beliebiger Anschlusskapazität zu bauen.

Eine Weiterentwicklung des Strowger-Wählers führte zum sogenannten Viereckwähler (Fig. 5). Die Schaltarme dieses Wählers führen zur Einstellung zuerst eine Heb- und danach eine Drehbewegung aus. Bei der Auslösung drehen die Schaltarme innerhalb der Dekade weiter bis über die letzte Kontaktlamelle hinaus, fallen in ihre tiefste Lage hinab und

Le sélecteur Strowger devint par la suite le sélecteur à mouvement rectangulaire (fig. 5). Les bras de cet appareil exécutent d'abord un mouvement d'ascension, puis un mouvement de rotation. A la fin de la communication, ils continuent à tourner à l'intérieur de la décade jusqu'à la dernière lamelle de contact, puis tombent à la position la plus basse où ils retournent, par-dessous le banc de contacts, à la position initiale. C'est ce mouvement «rectangulaire» qui a donné son nom au sélecteur.

### 5. Le sélecteur à moteur

Le sélecteur à moteur est un élément de commutation absolument différent du sélecteur pas à pas (voir fig. 6). Il est entraîné de manière à ne plus progresser pas à pas, mais suivant un mouvement de rotation régulier et a ainsi une marche plus douce, ce qui est important sous le rapport du bruit. Dans toutes les nouvelles constructions, on cherche à libérer les communications téléphoniques des bruits qui peuvent les affecter. Des mesures de bruit faites dans des centraux équipés de sélecteurs à moteur ont prouvé que le niveau du bruit y est très bas.

Ce n'est pas là le seul avantage du sélecteur à moteur. Son moteur est construit de manière que le portebalais stoppe en un instant extrêmement bref. On a pu ainsi augmenter la vitesse de rotation et la porter à 200 pas par seconde. Comme on cherche, dans les nouvelles constructions, à abréger autant que possible le temps de commutation, la vitesse de rotation des sélecteurs joue un rôle important; c'est particulièrement le cas lorsque, en sélection libre, le sélecteur doit chercher une sortie libre. En Suisse, on n'utilise plus que le sélecteur à moteur pour les nouveaux centraux du type Siemens.

### 6. Le sélecteur rotatif à moteur, à contacts en métal rare

Le sélecteur à contacts en métal rare est un perfectionnement du sélecteur à moteur. Il possède le

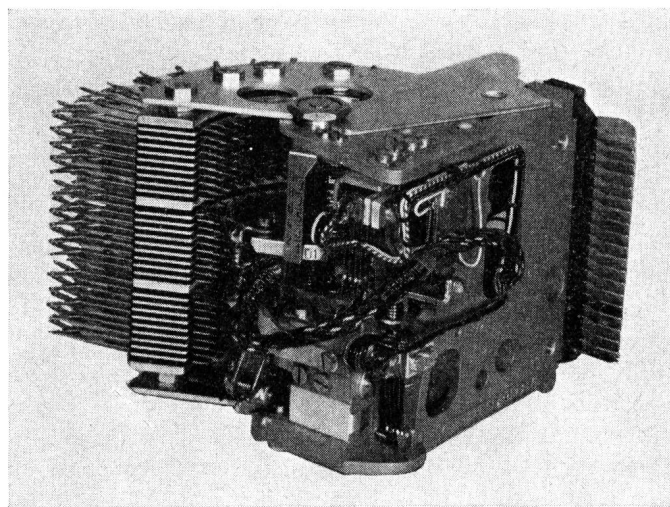


Fig. 5. Viereckwähler  
Sélecteur à mouvement rectangulaire

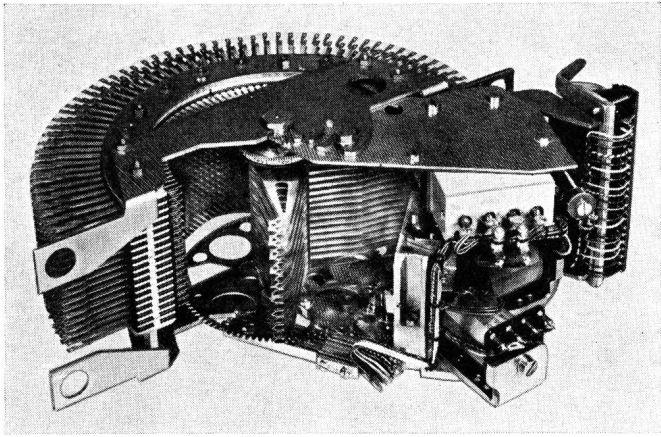


Fig. 6. Motorwähler  
Sélecteur à moteur

schnellen unterhalb der Kontaktbank in die Anfangsstellung zurück. Von dieser «Viereckbewegung» rührt der Name des Wählers her.

### 5. Der Motorwähler

Mit dem Motorwähler wurde ein grundsätzlich neues und vom Schrittschalter abweichendes Schaltelement geschaffen (s. Fig. 6). Durch die Eigenart des Antriebes bewegt sich der Bürstenwagen nicht mehr Schritt für Schritt vorwärts. Er führt vielmehr eine gleichmässige Drehbewegung aus und erzielt damit einen «weicheren» Gang. Dies ist in bezug auf die Wählergeräusche von grosser Bedeutung. Die Bestrebungen zielen ja bei allen Neukonstruktionen darauf hin, die Telefonverbindungen von allen Nebengeräuschen freizuhalten. Geräuschemessungen in Motorwählerzentralen haben nun tatsächlich bestätigt, dass die Geräuschanfälligkeit hier sehr klein ist.

Dies ist aber nicht der einzige Vorteil des Motorwählers. Durch die Eigenart seines Antriebsmotors kann der Bürstenwagen in kürzester Zeit zum Stehen gebracht werden. Dadurch wird eine sehr grosse Drehgeschwindigkeit ermöglicht (200 Schritte in der Sekunde). Da die modernen Konstruktionen alle auf rasche Durchschaltezeiten hinzielen, ist die Drehgeschwindigkeit der Wähler von grosser Wichtigkeit, dies ganz besonders, wenn der Wähler in freier Wahl einen freien Ausgang aufzusuchen hat. In der Schweiz werden bei Neuanlagen von öffentlichen Zentralen, die nach dem Siemens-System gebaut sind, nur noch Motorwähler verwendet.

### 6. Der Edelmetall-Motor-Drehwähler (EMD-Wähler)

Als Weiterentwicklung des Motorwählers kann der EMD-Wähler angesprochen werden. Er besitzt den gleichen Antriebsmotor wie der gewöhnliche Motorwähler, weist daneben jedoch konstruktive Vervollkommnungen auf, die sehr bemerkenswert sind (s. Fig. 7). So sind zum Beispiel sowohl die Sprechbürsten als auch die dazugehörigen Kontaktbänke mit Edelmetall (Palladium) plattiert. Da nun aber

même moteur que le sélecteur décrit plus haut, mais présente certaines améliorations dignes d'intérêt (voir fig. 7). Par exemple, les balais des circuits de conversation et les bancs de contacts correspondants sont recouverts de métal rare (palladium). Le palladium n'ayant pas la même résistance mécanique que l'acier ou le bronze, les balais ne doivent pas frotter sur les bancs de contact. Ils n'y sont appliqués par pression que lorsque le balai de test a fonctionné et que le porte-balais est au repos. On évite ainsi une trop grande usure du métal rare; les contacts de ce genre ne sont pas des contacts glissants, mais des contacts à pression.

Un autre perfectionnement a conduit à la création du multiple sans soudures (fig. 9). Alors que dans tous les autres sélecteurs le multiplage des sorties se fait au moyen de câbles-rubans, le multiple du sélecteur à contacts en métal rare se compose d'une seule pièce. Il s'agit de lames de bronze qui, en avant, forment des bancs de contacts échelonnés de manière appropriée. En arrière, à l'endroit où sont normalement soudés les câbles-rubans, les bandes sont de nouveau échelonnées et reliées au sélecteur suivant. Tous ceux qui savent ce que sont les dérangements de câbles-rubans pourront se rendre compte des avantages que présente ce sélecteur sans soudures ni câbles.

Nous venons d'esquisser le développement du sélecteur rotatif. Mais le sélecteur McBerty a bien entendu bénéficié d'un développement parallèle. Le système d'entraînement à friction a été remplacé

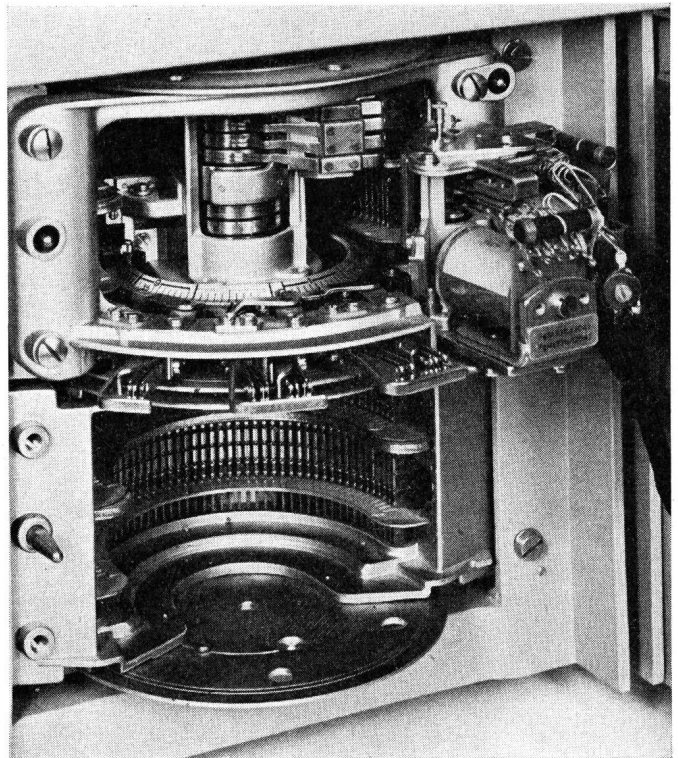


Fig. 7. Edelmetall-Motor-Drehwähler (EMD-Wähler)  
Sélecteur à moteur à contacts en métal rare



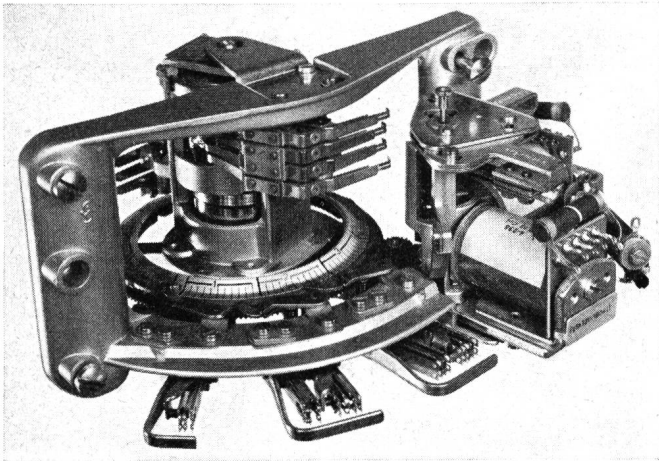


Fig. 8. Bürstenwagen des EMD-Wählers  
Porte-balais d'un sélecteur à contacts en métal rare

Palladium nicht die gleiche mechanische Zähigkeit besitzt wie etwa Stahl oder Bronze, lässt man die Sprechbürsten die Kontaktbänke nicht überstreichen. Sie werden erst angedrückt, wenn die Testbürste «geprüft» hat und der Bürstenwagen (Fig. 8) zum Stillstand gekommen ist. Auf diese Weise wird der Verschleiss des Edelmetalls vermieden, denn die Edelmetallkontakte arbeiten nicht als Schleif-, sondern nur als Druckkontakte.

Eine weitere Verbesserung stellt der lötlstellenfreie Multipel dar (Fig. 9). Während bei allen anderen Wählern die Vielfachschaltung der Ausgänge mit sogenannten Bandkabeln bewerkstelligt wird, besteht beim EMD-Wähler das Vielfach aus «einem Stück». Es handelt sich hier um Bronzestreifen, die in geeigneter Verschränkung vorn zu Kontaktbänken ausgebildet sind. Hinten, wo normalerweise die Bandkabel angelötet werden, sind die Streifen wieder verschränkt und zum nächsten Wähler weitergeführt. Was ein derartiger lötlstellen- und bandkabelfreier Multipel für Vorteile in sich schliesst, kann jeder beurteilen, der sich mit Bandkabelstörungen herumzuschlagen hat.

Damit wäre in Kürze der Entwicklungsgang der drehenden Wähler aufgezeigt. Wie schon in einem früheren Abschnitt gesagt worden ist, hat selbstverständlich auch der *McBerty*-Wähler eine weitgehende Entwicklung durchgemacht. Der Friktionsantrieb wurde durch flexible Zahnradscheiben ersetzt, und die Sucher und Wähler wurden so durchkonstruiert, dass sie ein Maximum an Betriebssicherheit boten. Auf diese Weise entstand das von der Lieferfirma so benannte 7-A-System, aus dem später das 7-A2-System weiterentwickelt wurde (Fig. 10 und 11).

In jedem Automatenystem ist das Primäre immer die Konstruktion der Schaltelemente, also der Relais, Sucher und Wähler. Aus diesen Elementen baut der Schaltungstechniker die Systeme auf, indem er die Schaltungen entwirft, die die Apparate zu sogenannten Stromkreisen verbindet. Dieser Tätigkeit ist sozu-

par des roues dentées flexibles; les chercheurs et sélecteurs ont été transformés de manière à offrir le maximum de sécurité. Ces perfectionnements ont donné naissance au système que son fournisseur a appelé 7-A, duquel est sorti plus tard le système 7-A2 (fig. 10 et 11).

Dans chaque système automatique le rôle le plus important revient aux éléments de commutation, c'est-à-dire aux relais, chercheurs et sélecteurs. C'est au moyen de ces éléments que le technicien construit son système, en mettant au point des connexions reliant les appareils entre eux de manière à former des circuits électriques. Cette tâche ne connaît pas de limites. Elle n'exige pas d'autres outils qu'un crayon et du papier, mais nécessite un travail cérébral intensif. Elle présente quelque analogie avec les problèmes qui se posent au joueur d'échecs qui, courbé sur l'échiquier, essaie en pensée toutes les combinaisons possibles et se décide enfin pour la plus favorable. De même qu'au jeu d'échecs les possibilités de combinaisons sont infinies, en automatique chaque problème peut être résolu des manières les plus diverses, et les possibilités sont également illimitées.

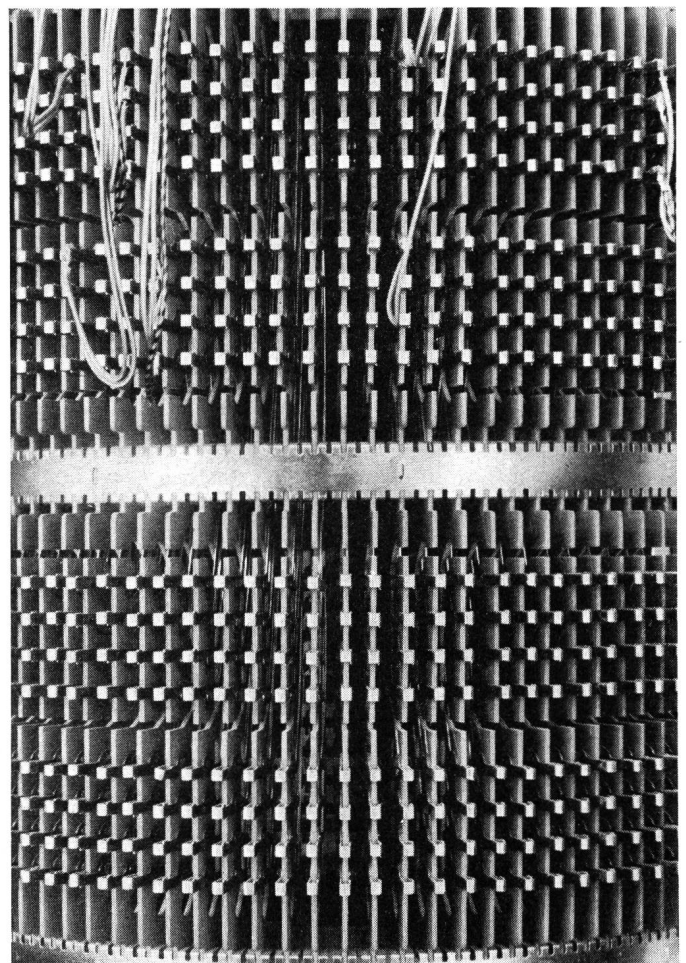


Fig. 9. Lötlstellenfreier Multipel des EMD-Wählers  
Multiple sans soudure d'un sélecteur à contacts en métal rare

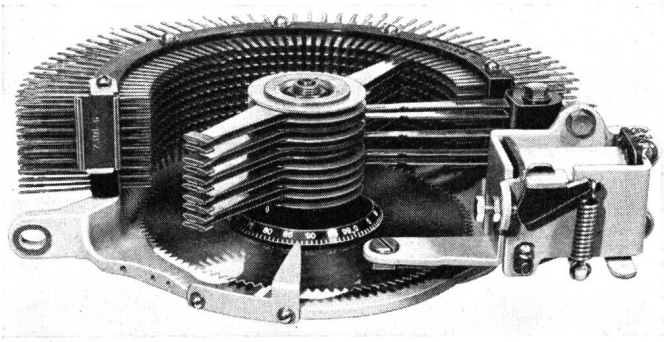


Fig. 10. 7-A<sub>2</sub>-Sucher  
Chercheur 7-A<sub>2</sub>

sagen keine Grenze gesetzt. Sie erfordert keine anderen Werkzeuge als Bleistift und Papier und vor allen Dingen eine intensive Denkarbeit. Die Tätigkeit des Stromkreisentwerfers ähnelt der Beschäftigung des Schachspielers, der, über seine «Partie» gebeugt, im Geiste alle möglichen Kombinationen vorbeiziehen lässt, um sich dann für die günstigste zu entscheiden. So wie beim Schachspiel die Kombinationsmöglichkeiten unbegrenzt sind, so kann in der Automatik jedes Problem durch die verschiedenartigsten Methoden gelöst werden, denn auch hier sind die Möglichkeiten unbegrenzt.

Wegleitend für den Stromkreisentwerfer sind die Forderungen nach minimalem Materialaufwand, nach Betriebssicherheit und nach geringen Unterhaltskosten. Gelingt es ihm, diese drei Forderungen auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen, so hat er seine Aufgabe erfüllt.

### 7. Der Koordinatenwähler

Der Urform des Koordinaten- oder Kreuzschienenwählers begegnen wir schon in der Frühzeit der Fernmeldetechnik. Es ist der sogenannte «Kettenwechsel», wie er früher im Telegraphenbetrieb verwendet wurde. Die Figur 12 zeigt drei Modelle für verschiedene Anschlusskapazitäten. Das grosse Modell (links) gestattet beispielsweise zwanzig eindrätige Verbindungen in beliebiger Kombination durchzuschalten. Sollen die Verbindungen zweidrätig durchgeschaltet werden, so ist ein weiterer Kettenwechsel zu verwenden.

Mit dieser einfachen Einrichtung ist es möglich, eine grössere Zahl gleichzeitiger Verbindungen her-

Le technicien en commutation doit rechercher avant tout les solutions n'exigeant qu'une consommation minimum de matériel, offrant la sécurité d'exploitation la plus grande pour des frais d'entretien réduits. S'il réussit à trouver un dénominateur commun pour ces trois exigences, il a accompli sa tâche.

### 7. Le sélecteur à coordonnées

La forme primitive du sélecteur à coordonnées ou à barres croisées se rencontre dès le début de l'ère des télécommunications. Il s'agissait du permutateur de lignes employé autrefois dans le service télégraphique. La figure 12 en montre trois exemplaires de différentes capacités. Le plus grand (à gauche) permet par exemple de relier à volonté vingt lignes à un fil. Si les communications doivent être établies à double fil, il faut employer un deuxième permutateur.

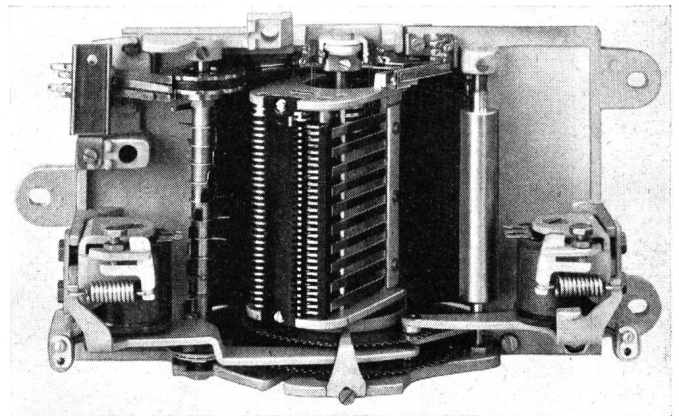


Fig. 11. 7-A<sub>2</sub>-Wähler  
Sélecteur 7-A<sub>2</sub>

Cette installation simple permet donc d'établir simultanément un grand nombre de communications. Aussi était-il naturel de chercher à la transformer en sélecteur électromagnétique automatique. On essaya les constructions les plus diverses, dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer. Nous nous contenterons de choisir l'une d'entre elles et d'en décrire le fonctionnement.

Quels sont les motifs qui ont conduit à la construction du sélecteur à barres croisées? Il y en eut probablement plusieurs. L'un des principaux était le

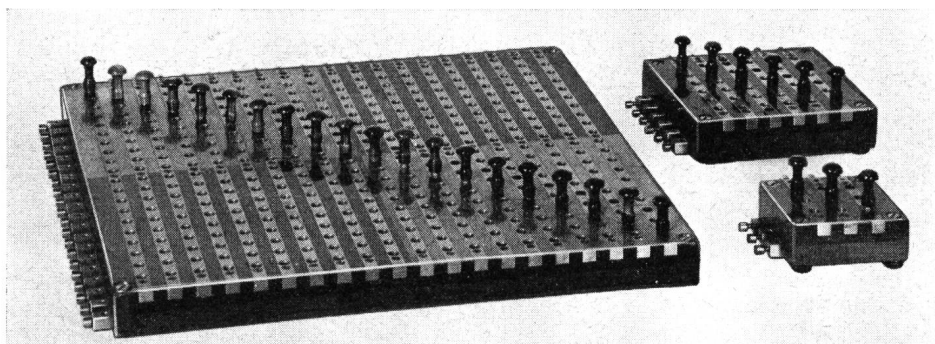


Fig. 12. Kettenwechsel  
Permutateur à fiches

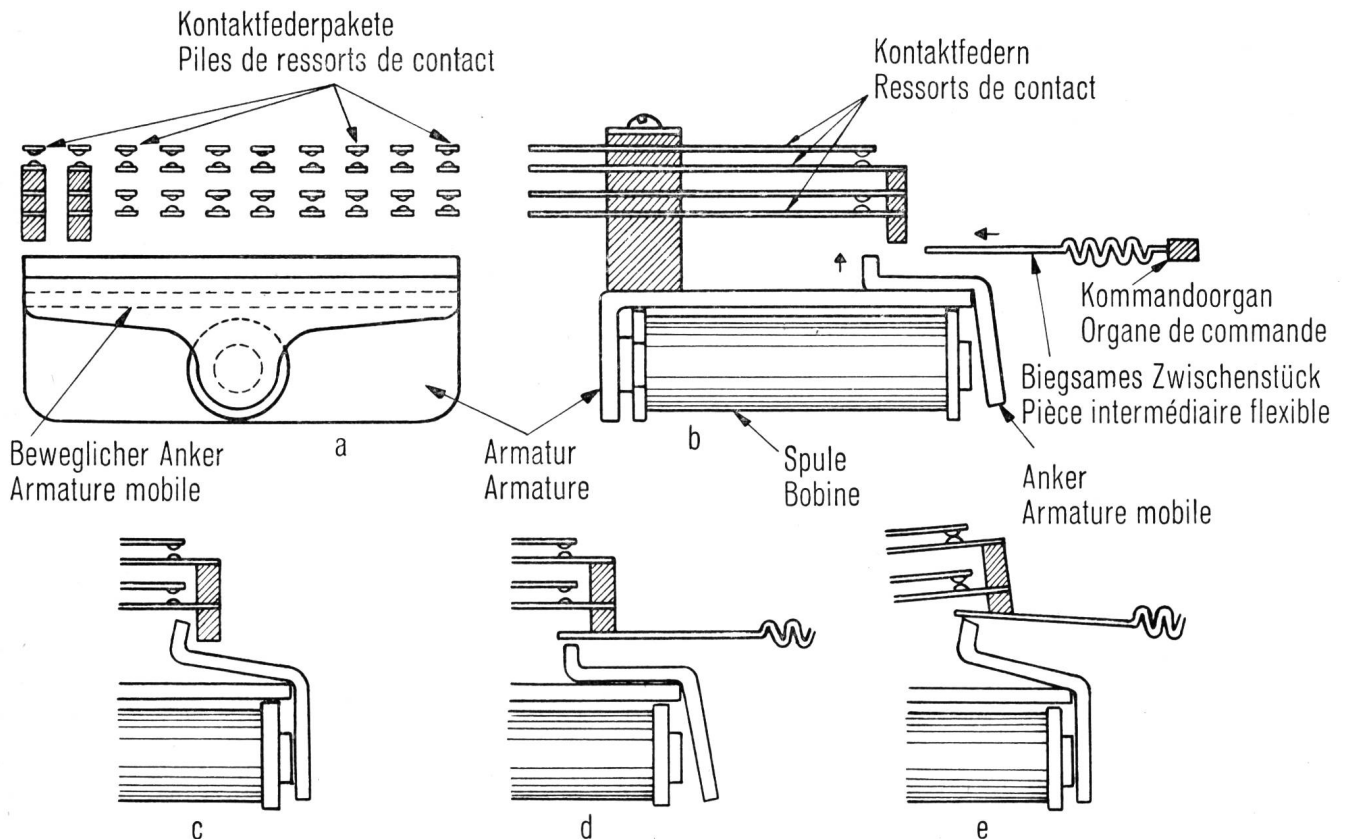


Fig. 13. Prinzip der Arbeitsweise des Multischalters – Principe du fonctionnement d'un commutateur multiple

zustellen. Was war also naheliegender als derartige Einrichtungen als elektromagnetische, selbsttätige Wähler auszubilden? Hier wurden die verschiedenartigsten Konstruktionen entwickelt, auf die wir nicht im einzelnen eingehen können. Wir begnügen uns damit, aus der Vielfalt eine Konstruktion herauszugreifen und deren Funktionieren zu beschreiben.

Welches waren aber die Gründe, die zur Entwicklung des Kreuzschienenwählers geführt haben? Es mögen ihrer mehrere gewesen sein. Ein wichtiger Grund war die Art der Kontaktgabe. Während bei allen drehenden Wählern die Kontakte sich gegenseitig abschleifen und polieren (ausgenommen der EMD-Motorwähler), sind bei den Kreuzschienenwählern nur Druckkontakte vorhanden. Wie die Erfahrung gezeigt hat, ist das Polieren der Kontaktflächen äusserst gefährlich, da polierte, unedle Metalloberflächen schlechte Leiter bilden. Schwunderscheinungen und Geräuschbildungen sind die Folgen derartiger Wählerkontakte. Wollte man jedoch edle Metalle verwenden, so würden sich diese, infolge ihrer Weichheit, allzu rasch abnutzen. Ein weiterer Grund bestand darin, dass Wähler, die keine drehenden Teile (Lager, Schleifbürsten usw.) aufweisen, einen geringen Unterhalt erfordern. Auch ist die zur Betätigung solcher Wähler erforderliche Energie bedeutend geringer als beispielsweise bei den Hebdrehwählern. Dadurch wird eine viel ruhigere Arbeitsweise erzielt, was sich wiederum durch geringere Geräuschbildung an den Wählerkontakten vorteilhaft auswirkt.

mode d'établissement des contacts. Tandis que dans les sélecteurs rotatifs les contacts frottent les uns sur les autres et se polissent mutuellement (sauf dans le sélecteur à moteur à contacts en palladium) les sélecteurs à barres croisées ne possèdent que des contacts à pression. L'expérience a montré que le polissage des surfaces des contacts est extrêmement dangereux, les surfaces polies des métaux usuels étant mauvaises conductrices. De tels contacts provoquent des évanouissements et des bruits. Si l'on utilisait des métaux rares, ils s'useraient trop rapidement en raison de leur ductilité. Un autre motif est que les sélecteurs qui n'ont pas d'éléments rotatifs (axes, balais glissants, etc.) exigent moins d'entretien. L'énergie nécessaire à leur fonctionnement est aussi moindre que celle que consomment les sélecteurs à deux mouvements. On obtient ainsi un fonctionnement plus tranquille, ce qui se traduit de nouveau par une diminution des bruits de contacts.

Outre les motifs exposés ci-dessus, qui ont trait plutôt à la qualité du service, on peut en citer un autre, non moins important: celui qui se rapporte à la place occupée. Les équipements de sélecteurs à barres croisées nécessitent moins d'espace que les centraux à sélecteurs rotatifs, ce qui entre en sérieuse considération en notre temps de pénurie de place.

Le principe d'un sélecteur à barres croisées, ou sélecteur Crossbar, appliqué dans le système «Pentaconta», est exposé aux figures 13a...e. Les figures 13a et 13b montrent l'élévation et le profil d'un relais à armature large, avec dix paquets de ressorts. Ce

Ausser den vorgenannten Ursachen, die sich mehr auf die Betriebsgüte beziehen, gibt es aber auch noch einen anderen, sehr wichtigen Grund, nämlich den der Raumbeanspruchung. Kreuzwählerausrüstungen beanspruchen im allgemeinen weniger Raum als Drehwählerzentralen, was in der heutigen Zeit der Raumknappheit sehr ins Gewicht fällt.

Das Prinzip eines Kreuzwählers, das im sogenannten «Pentacontasystem» angewendet wird, beruht auf den in den Figuren 13 a...e dargestellten Funktionen. Die Figuren 13 a und 13 b stellen ein Relais mit breitem Anker und zehn Federpaketen im Aufriss und im Seitenriss dar. Das Relais unterscheidet sich von gewöhnlichen Relais dadurch, dass es, ausser den üblichen Bestandteilen, ein sogenanntes Kommandoorgan besitzt. Befindet sich dieses Kommandoorgan in der Ruhestellung, so wird beim Anziehen des

relais diffère d'un relais ordinaire en ce qu'il possède un organe de commande en plus des éléments ordinaires d'un relais. Lorsque cet organe est en position de repos, l'attraction de l'armature n'a aucun effet. Les contacts restent ouverts (voir fig. 13c). Mais lorsque l'organe de commande est inséré entre l'armature et un paquet de ressorts, celui-ci ferme ses contacts lorsque l'armature est attirée (voir fig. 13e). C'est là tout le principe du sélecteur Pentaconta.

Un sélecteur à relais avec 10 paquets de ressorts comprend 10 organes de commande. Si plusieurs sélecteurs sont montés les uns à côté des autres, on peut cependant, les organes de commande étant indépendants des sélecteurs, faire actionner ceux-ci par un seul organe de commande (voir fig. 14). Mais, de tous les sélecteurs commandés par le même organe, un seul peut à la fois être mis en position de travail.

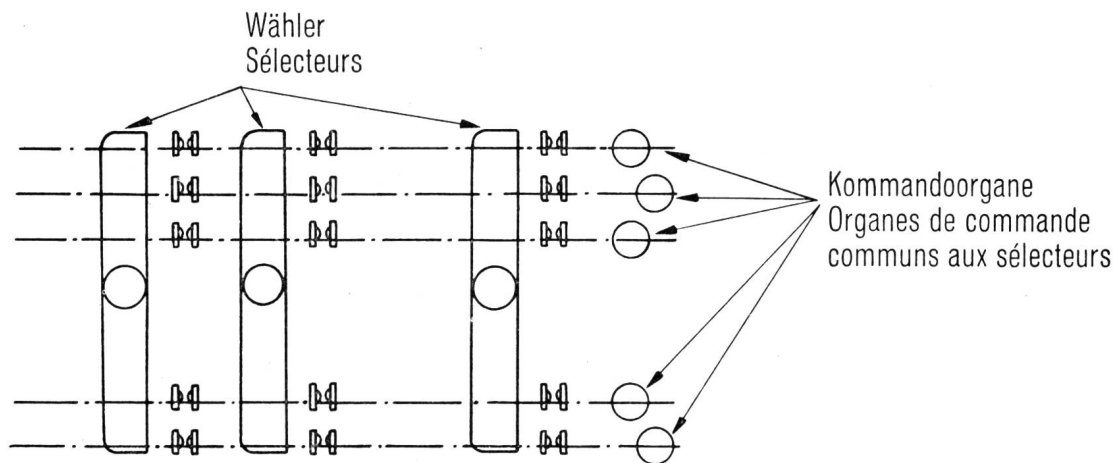


Fig. 14. Zusammenstellung des Multischalters – Montage du commutateur multiple

Ankers nichts geschehen. Die Kontakte bleiben geöffnet (s. Fig. 13 c). Wird jedoch das Kommandoorgan zwischen Anker und Federpaket hineingeschoben, so schliesst beim Anziehen des Ankers das betreffende Federpaket seine Kontakte (s. Fig. 13 e). Damit ist das Grundprinzip des Pentacontaschalters schon erklärt.

Für einen Relaiswähler mit zehn Federpaketen sind 10 Kommandoorgane notwendig. Wenn jedoch mehrere Wähler nebeneinandergestellt werden, besteht, dank der Unabhängigkeit der Kommandoorgane von den Wählern, die Möglichkeit, mit einem einzigen Kommandoorgan mehrere Wähler zu bedienen (s. Fig. 14). Es ist jedoch zu beachten, dass gleichzeitig nur ein Wähler von all denen, die durch die ein und dieselbe Stange des Kommandoorgans bedient werden, in Arbeitsstellung gebracht werden kann.

Figur 15 zeigt eine vereinfachte Darstellung eines Pentacontaschalters. Man sieht (teilweise) zwei Wähler  $S_1$  und  $S_2$ , die beide mit je einer Spule  $B_1$  und  $B_2$  und einem beweglichen Anker  $A_1$  und  $A_2$  ausgerüstet sind. Diese Anker drehen sich um die Achse  $x-x'$ , und zwar in der Pfeilrichtung  $f$ , wenn eine Anziehung

La figure 15 donne une représentation simplifiée d'un commutateur Pentaconta. On distingue en partie les deux sélecteurs  $S_1$  et  $S_2$ , équipés chacun d'une bobine,  $B_1$  et  $B_2$ , et d'une armature mobile,  $A_1$  et  $A_2$ . Cette armature tourne autour de l'axe  $x-x'$ , dans le sens de la flèche  $F$ , lorsqu'elle est attirée. Sur toute la longueur de l'armature sont fixés des poussoirs  $P_1 P_1'$ , qui actionnent les ressorts de contact  $R_1 R_1'$  dont, pour plus de clarté, deux seulement sont représentés sur le dessin.

Les ressorts de contact  $R_1 R_1'$  sont fendus à leur extrémité et pourvus de contacts en métal rare  $G_1 G_1'$ . En regard se trouvent deux tiges verticales  $E E'$  qui, en réalité, ont la même longueur que les sélecteurs, mais ne sont représentées que partiellement. Comme les ressorts, elles sont pourvues de contacts en métal rare, car c'est entre ces organes que la communication s'établit. Les tiges sont reliées à l'entrée du commutateur, les ressorts à la sortie. Lorsque les poussoirs se meuvent dans le sens de la flèche  $F$ , les ressorts appuient contre les tiges  $E E'$  et établissent le contact avec elles. Entre chaque groupe de deux poussoirs se trouve un fil flexible  $T$  fixé aux tiges  $M M'$  et désigné comme ressort de

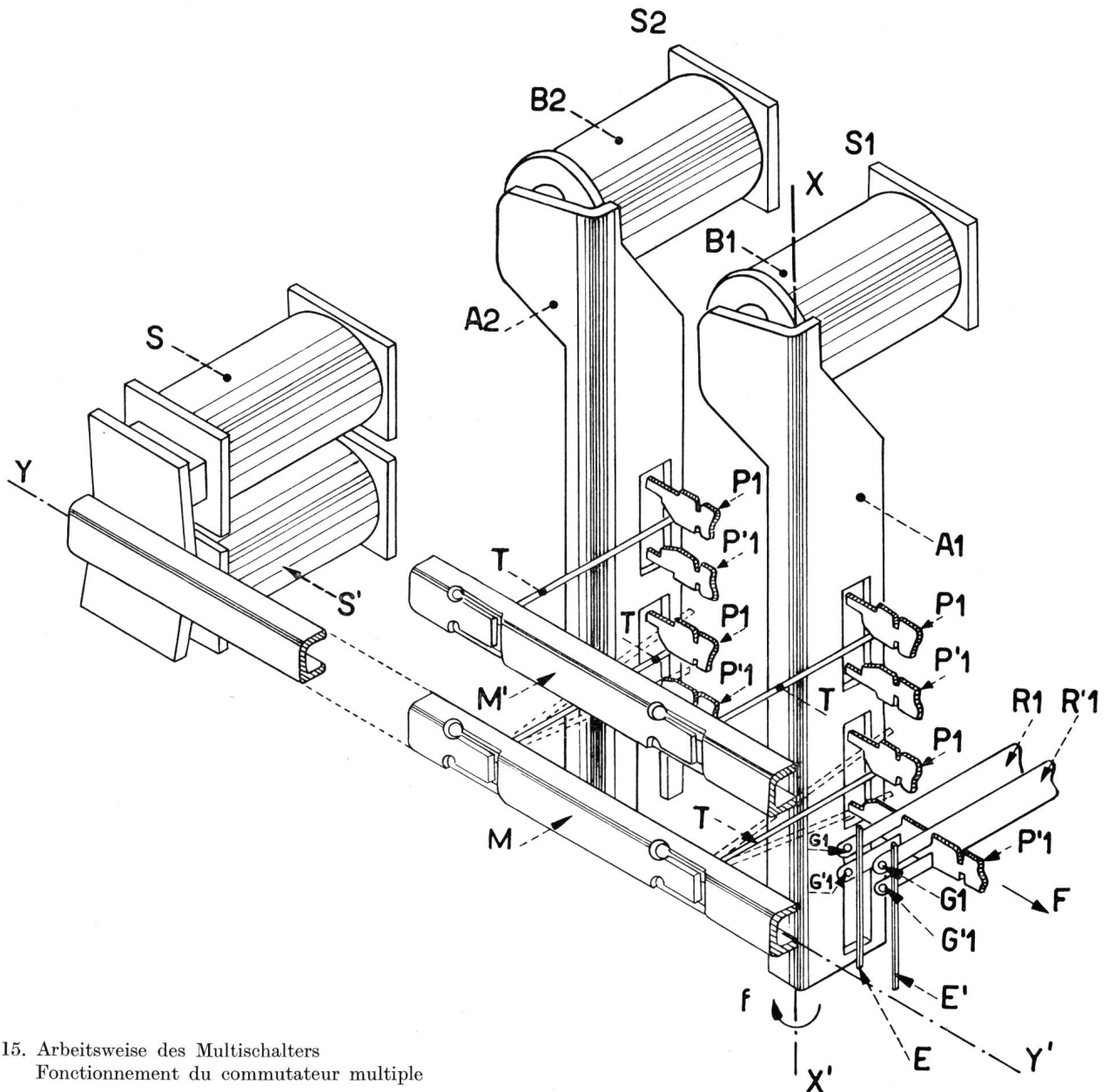


Fig. 15. Arbeitsweise des Multischalters  
Fonctionnement du commutateur multiple

stattfindet. Auf der ganzen Länge des Ankers sind Stossklinken  $P_1P'_1$  angebracht, die dazu dienen, die Kontaktfedern  $R_1R'_1$  zu betätigen, von denen der Übersichtlichkeit wegen in der Darstellung nur deren zwei gezeichnet sind.

Die Kontaktfedern  $R_1R'_1$  sind an ihren Enden gespalten und mit Edelmetallkontakten  $G_1G'_1$  ausgerüstet. Gegenüber diesen Kontakten befinden sich zwei vertikale Stangen  $E E'$ , die in Wirklichkeit die gleiche Länge wie der Wähler aufweisen, die jedoch der Übersichtlichkeit wegen ebenfalls nur teilweise dargestellt sind. Diese Stangen sind, analog den Kontaktfedern, ebenfalls mit Edelmetallkontakten ausgerüstet, denn zwischen diesen Organen findet der Aufbau der Verbindung statt. Die Stangen sind mit dem Eingang des Schalters verbunden, die Federn jedoch mit dessen Ausgang. Sobald sich die Stossklinke in der Richtung des Pfeiles  $F$  bewegt, werden die Federn gegen die Stangen  $E E'$  gedrückt und

marquage. Deux de ces tiges sont représentées en partie sur le dessin. Chaque tige porte autant de ressorts de marquage  $T$  qu'il y a de sélecteurs. La tige  $M$  tourne autour de l'axe  $Y Y'$ . Si celui-ci est en position de repos, tous les ressorts  $T$  sont horizontaux. Les électro-aimants  $S S'$  peuvent faire tourner la tige dans un sens ou dans l'autre; la tige fait alors monter ou descendre les ressorts  $T$ . Ceux-ci viennent se placer entre l'armature du sélecteur et le poussoir  $P_1$  ou  $P'_1$  correspondant. Si l'électro-aimant  $S$  attire alors, le poussoir  $P_1$  ou  $P'_1$  se meut dans le sens de la flèche  $F$  et les contacts  $G_1 G'_1$  viennent toucher les tiges  $E E_1$ . La communication est établie. Lorsque le courant est interrompu dans les bobines  $S$  ou  $S'$ , la tige du sélecteur  $M$  revient à sa position horizontale normale, mais, grâce à sa flexibilité, le ressort  $T$  reste pris entre l'armature et le poussoir. La tige  $M$  peut de nouveau tourner et, par d'autres ressorts  $T$ , actionner les contacts d'autres sélecteurs.

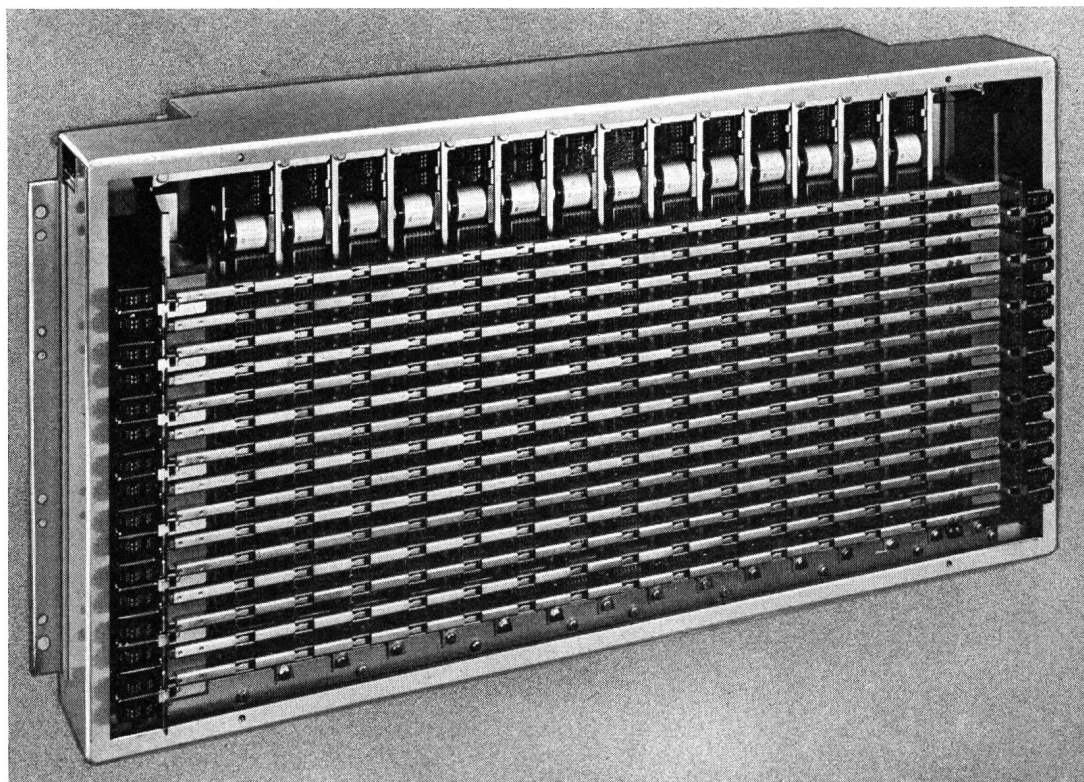


Fig. 16.  
Vorderansicht eines Ko-  
ordinatenschalters KS 55  
Commutateur à barres  
croisées KS 55 (vu de  
devant)

machen mit ihnen Kontakt. Zwischen jeder Gruppe von zwei Stossklinken befindet sich ein flexibler Draht T, den wir als Markierfeder bezeichnen und der auf den Stangen M M' angebracht ist. Zwei dieser Stangen sind teilweise dargestellt. Jede Stange enthält ebenso viele Markierfedern T wie Wähler vorhanden sind. Die Stange M dreht um die Achse Y Y'. Befindet sie sich in der Ruhestellung, so sind alle ihre Markierfedern T in horizontaler Lage. Die Stange kann durch die beiden Magnete S S' in der einen oder in der anderen Richtung gedreht werden und bewegt demzufolge die Markierfedern T nach oben oder nach unten. Diese kommen zwischen die Armatur des Wählers und die entsprechende Stossklinke P<sub>1</sub> oder P<sub>1</sub>' zu liegen. Wenn hierauf der Magnet S anzieht, wird die Stossklinke P<sub>1</sub> oder P<sub>1</sub>' in der Pfeilrichtung F bewegt, wodurch die Kontakte G<sub>1</sub> G<sub>1</sub>' mit den Kontaktschienen E E' in Berührung gebracht werden. Die Kreuzverbindung ist damit hergestellt. Wenn der Strom in den Spulen S oder S' unterbrochen wird, geht die Stange des Wählers M in die horizontale Normalstellung zurück, aber die Markierfeder T bleibt infolge ihrer Flexibilität zwischen dem Anker A<sub>1</sub> und der Stossklinke eingeklemmt. Die Stange M kann sich von neuem drehen und mit anderen Markierfedern T andere Kontakte auf andern Wählern betätigen.

Wenn die Verbindung ausgelöst wird, wird der Strom in der Spule B unterbrochen und der Anker A geht in seine Ruhestellung zurück. Auch die Kontaktfedern öffnen ihre Kontakte. Die Markierfeder T ist nicht mehr eingeklemmt und schnell infolge ihrer Elastizität ebenfalls in die horizontale Normalstel-

Lorsque la communication est supprimée, le courant est interrompu dans la bobine B et l'armature A revient à sa position de repos. Les ressorts de contact ouvrent également leurs contacts. Le ressort T n'est plus pincé entre l'armature et le poussoir et, en raison de son élasticité, se replace lui aussi dans sa position horizontale normale. La figure 16 montre une vue de devant du commutateur à barres croisées tel qu'il est construit par les établissements *Standard Elektrik AG.* à Stuttgart sous la désignation KS 55. La figure 17 montre le même commutateur vu de derrière.

Il ressort de ce qui précède que le commutateur à barres croisées permet, en liaison avec des relais, de résoudre de nombreux problèmes de technique des commutations. Il peut être employé comme élément de commutation commandé directement aussi bien qu'indirectement et, dans ce dernier cas, présente de très grands avantages.

De nombreux autres établissements ont également mis au point des systèmes de sélecteurs à barres croisées. En Amérique particulièrement, où, dans les villes géantes, l'écoulement du trafic téléphonique nécessite d'autres installations que chez nous, on a développé un système dit Crossbar n° 5 adapté aux conditions qui règnent là-bas. La Suisse possède elle aussi son propre système de sélecteur à barres croisées, créé par les établissements *Chr. Gfeller S.A.* à Bümpliz. En collaboration avec les établissements *Hasler S.A.*, cette maison fabrique des automates d'abonnés à barres croisées qui ont fait leurs preuves dans l'exploitation. Il y a tout lieu d'admettre qu'en Suisse la technique du système à barres croisées continuera à se développer.

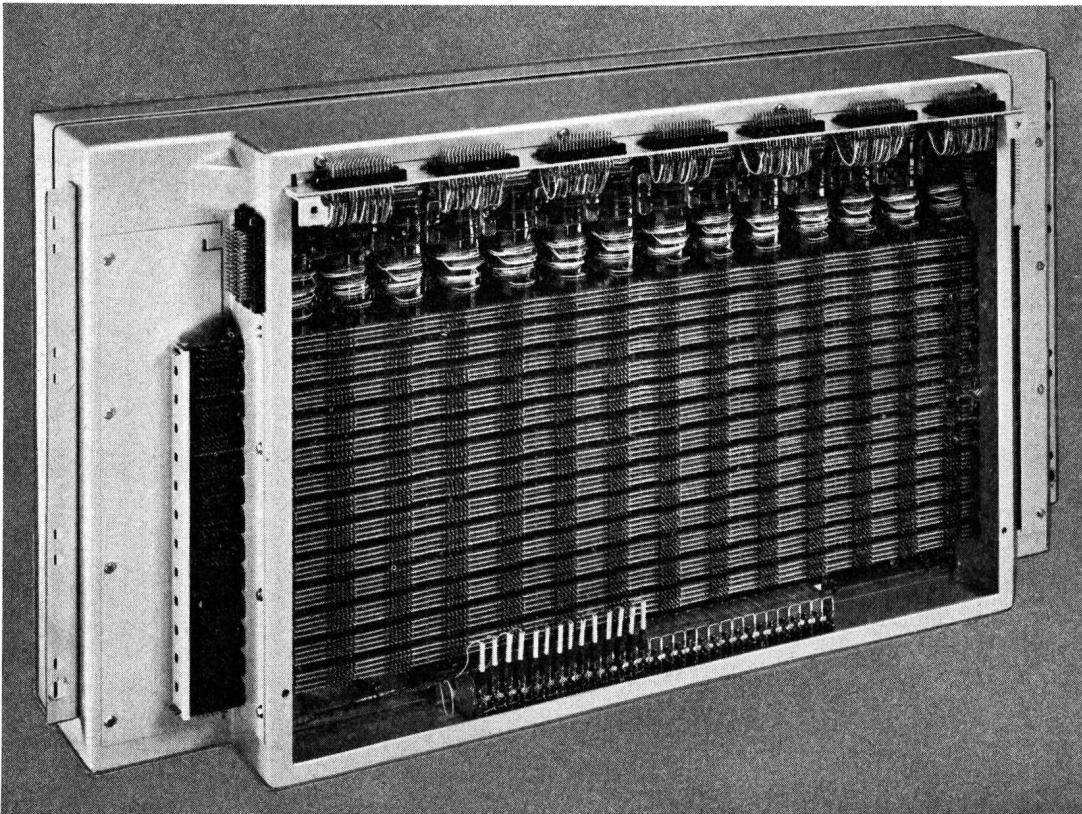


Fig. 17.  
Rückansicht eines Koordinatenschalters KS55  
Commutateur à barres croisées KS 55 (vu de derrière)

lung zurück. Figur 16 zeigt die Vorderansicht eines Koordinatenschalters, wie dieser in verbesserter Konstruktion durch die Firma *Standard Elektrik AG* in Stuttgart unter der Bezeichnung KS 55 gebaut wird. Die Figur 17 zeigt den gleichen Koordinatenschalter von hinten.

Aus dem Gesagten ist leicht zu ersehen, dass mit dem Koordinatenschalter in Verbindung mit Relais viele Probleme der Schaltungstechnik gelöst werden können. Er kann sowohl als direkt gesteuertes als auch als indirekt gesteuertes Schaltelement verwendet werden, wobei letzteres die grösseren Vorteile bietet.

Ausser diesem voranstehend beschriebenen System sind auch von vielen anderen Firmen Kreuzschienensysteme entwickelt worden. Ganz besonders in Amerika, in dessen Riesenstädten die Abwicklung des Telefonverkehrs andere Einrichtungen erfordert als bei uns, wurde ein System entwickelt, genannt Crossbar No 5, das den dortigen Verhältnissen weitgehend gerecht geworden ist. Aber auch die Schweiz besitzt ihr eigenes Kreuzwählersystem. Es ist durch die Firma *Chr. Gfeller AG* in Bümpliz entwickelt worden. Gegenwärtig fertigt diese Firma gemeinsam mit der Firma Hasler AG. Kreuzwähler-Teilnehmerautomaten an, die sich im Betrieb vorzüglich bewähren. Es ist anzunehmen, dass auch in der Schweiz die Kreuzwählertechnik in Zukunft auf breiterer Basis angewendet wird.

### 8. Erstes Auftreten der Elektronik

Wie eingangs erwähnt, gewinnt auch die Elektronik in der Vermittlungstechnik an Bedeutung. Auch

### 8. Première apparition de l'électronique

L'électronique prend également toujours plus d'importance dans la technique des commutations. L'administration a su faire preuve de décision en établissant une installation qui peut, au moins en partie, être qualifiée de système électronique. Il s'agit du système 7E, appliqué à l'extension du central interurbain automatique de Zurich, qui satisfait à toutes les exigences et dont l'exploitation se révèle très avantageuse. Comme le système 7D, le système 7E n'utilise que des sélecteurs rotatifs. Ces sélecteurs nécessitant un marquage, le système 7D comprend des circuits de marquage spéciaux, qui sont commandés par des enregistreurs et qui appliquent la tension de marquage à la sortie à commander. Le système 7E rend superflus ces circuits de marquage, qui, dans les autres systèmes, doivent exister à tous les étages de sélection et représentent une complication inopportune. Le marquage se fait par douze courants alternatifs déphasés de  $30^\circ$  les uns par rapport aux autres. Les mêmes courants alternatifs existent également dans les enregistreurs et, suivant l'indication de numéro reçue, sont appliqués à l'enregistreur. Un sélecteur rotatif commandé par cet enregistreur tourne jusqu'à ce qu'il trouve la sortie dont le courant est en phase avec celui de l'enregistreur. A ce moment, des *tubes à cathode froide* montés dans l'enregistreur s'éteignent et s'allument et le sélecteur cesse de tourner. Comme il s'agit de courants alternatifs de fréquence relativement haute et de faible tension, il est évident que les appareils de commu-

hier hat sich die schweizerische PTT-Verwaltung sehr aufgeschlossen gezeigt, indem sie eine Anlage einrichtete, die als ein zum Teil elektronisches System angesprochen werden kann. Es ist das sogenannte 7-E-System, das für den Ausbau des automatischen Fernamtes in Zürich angewendet wurde und das allen Anforderungen gewachsen ist und ausgezeichnete Betriebsergebnisse liefert. Wie für das 7-D-System, verwendet man auch im 7-E-System nur Drehwähler. Da die Drehwähler eine Markierung erfordern, wird im 7-D-System durch besondere Markierstromkreise, die vom Register gesteuert werden, die Markierspannung an den anzusteuern den Ausgang gelegt. Das 7-E-System macht diese Markierstromkreise, die in allen Wahlstufen vorhanden sein müssen und die eine unerwünschte Erschwerung darstellen, überflüssig. Die Markierung erfolgt hier nämlich durch zwölf in der Phasenlage um je 30° voneinander verschobene Wechselströme. Die gleichen Wechselströme sind ebenfalls an den Registern vorhanden und werden, je nach empfangener Nummernindikation, an das Register angeschaltet. Ein von diesem Register gesteuerter drehender Wähler dreht nun so lange, bis er auf jenem Ausgang angelangt ist, der die gleiche Phasenlage aufweist, die auch an das Register gelegt worden ist. In diesem Augenblick werden im Register befindliche *Kaltkathodenröhren* zum Erlöschen und Zünden gebracht und der drehende Wähler bleibt stehen. Da es sich bei diesem Vorgang um Wechselströme von verhältnismässig hoher Frequenz und niedriger Spannung handelt, ist es naheliegend, dass mit den bisherigen elektromagnetischen Schaltmitteln nicht mehr auszukommen war. Der Vergleich der phasenverschobenen Ströme konnte nur mit *elektronischen* Mitteln – in diesem Falle mit *Kaltkathodenröhren* – vorgenommen werden. Hier hat sich also der Übergang zu der Elektronik vollzogen. Ausserdem hat sich aber auch noch eine andere grundsätzliche Neuerung abgezeichnet, nämlich das Prinzip der *«Intelligenzkonzentration»*. Darunter ist folgendes zu verstehen:

In einer grösseren Anlage sollen alle komplizierten Vorgänge in einigen nur in geringer Zahl vorhandenen Organen, in unserem Falle also in den Registern, stattfinden. Die in grosser Zahl vorhandenen Wähler sollen sowohl konstruktiv als auch schaltungstechnisch einfach gestaltet sein. Der in den wenigen Registern erforderliche Aufwand wird überkompensiert durch die Einfachheit der vielen Wähler. Die Register enthalten also – ohne selber intelligent zu sein – all das, was menschliche Intelligenz in sie hineingelegt hat. Die Wähler hingegen haben nur einfache, vom Register befohlene Vorgänge auszuführen und sind dementsprechend in ihrer Ausführung primitiv. Die Wählerstromkreise enthalten ausser den einfachen und robusten Drehsuchern nur zwei Relais, gleichgültig welcher Wahlstufe sie angehören. Auf diese Weise erklärt es sich, dass von einer *«Intelligenzkonzentration»* gesprochen wird. Alle neueren Auto-

tation elektro-magnetiques ne peuvent plus suffire à cette tâche. Seuls des dispositifs *électroniques* – en l'occurrence les tubes à cathode froide – sont à même de comparer entre eux les courants déphasés. C'est donc dans ce domaine qu'on a passé à l'électronique. Une autre nouveauté fondamentale est en outre apparue, c'est ce qu'on peut appeler le principe de la *«concentration de l'intelligence»*. Nous expliquons brièvement de quoi il s'agit.

Dans une installation importante, toutes les opérations compliquées doivent être accomplies par un petit nombre d'organes, en ce qui concerne la commutation par les enregistreurs. Les sélecteurs, beaucoup plus nombreux, peuvent être plus simples tant au point de vue de la construction qu'à celui de la technique des commutations. La complication des quelques enregistreurs est plus que compensée par la simplicité des nombreux sélecteurs. Les enregistreurs contiennent donc, sans être eux-mêmes intelligents, tout ce que l'intelligence humaine y a placé. Les sélecteurs, en revanche, n'ont à exécuter que des opérations simples ordonnées par les enregistreurs, aussi leur construction est-elle relativement primitive. Outre les chercheurs rotatifs simples et robustes, les circuits de sélecteurs ne comprennent que deux relais, quel que soit l'étage de sélection auquel ils appartiennent. C'est pourquoi on peut parler de *«concentration de l'intelligence»*. Tous les nouveaux systèmes automatiques sont conçus d'après ce principe. C'est en particulier le cas pour le Crossbar-System n° 5 américain, où chaque unité de 10 000 positions ne comprend que trois marqueurs dans lesquels est concentré tout ce qui correspond au travail de l'esprit humain.

Le seul élément électronique du système 7E de l'installation de Zurich est le *tube à cathode froide*. Il s'agit de *tubes à décharge de gaz*, qui se distinguent des tubes électroniques à vide poussé utilisés jusqu'ici dans la technique des télécommunications, en ce qu'ils renferment un gaz ou une vapeur sous pression constante déterminée. Les tubes à gaz sont eux aussi soumis tout d'abord à un vide poussé, puis généralement remplis de gaz rare. Les gaz et les vapeurs sont des isolants qui peuvent devenir des conducteurs relativement bons pour les électrons animés d'une vitesse suffisante. Ces tubes présentent quelques avantages caractéristiques par rapport à ceux à vide poussé, et aussi quelques particularités quant à leur sécurité de fonctionnement.

Des perfectionnements sont à l'étude depuis quelque temps; ils permettront de remplacer, dans une plus large mesure qu'on ne l'admettait jusqu'ici, dans la technique des télécommunications, les relais électromagnétiques par des tubes à gaz. C'est pour quoi nous croyons utile d'exposer succinctement quelques-uns des phénomènes physiques qui s'accomplissent dans ces tubes et dans d'autres éléments électroniques de commutation.



matensysteme haben sich die Intelligenzkonzentration zum Prinzip gemacht. Dies gilt ganz besonders auch für das amerikanische Crossbar-System Nr. 5, wo je 10 000er Einheit nur drei «Marker» vorhanden sind, in denen alles, was der menschlichen Denkarbeit entspricht, konzentriert wird.

Als einziges elektronisches Bauelement sind im 7-E-System der Anlage Zürich *Kaltkathodenröhren* vorhanden. Dies sind *Gasentladungsröhren*, die sich von den bisherigen in der Fernmeldetechnik verwendeten hochevakuierten Elektronenröhren dadurch unterscheiden, dass in ihnen ein bestimmter Gas- oder Dampfdruck aufrechterhalten bleibt. Auch die Gasentladungsröhren werden zuerst hochgradig evakuiert, jedoch anschliessend meist mit einem Edelgas gefüllt. Gase und Dämpfe sind Isolatoren, die für Elektronen mit genügend grosser Geschwindigkeit zu verhältnismässig guten Leitern werden können. Gegenüber der Leitung durch einen Elektronenstrom im Hochvakuum entstehen dabei einige charakteristische Vorteile und gleichzeitig einige Besonderheiten bezüglich der Zuverlässigkeit dieser Röhren.

Seit einiger Zeit haben sich Entwicklungen angebahnt, die, als Ersatz für die elektromagnetischen Relais, einen weit grösseren Einsatz der Gasentladungsröhren in der Fernmeldetechnik möglich erscheinen lassen, als bisher angenommen wurde. Es soll deshalb in Kürze etwas über die physikalischen Vorgänge gesagt werden, die sich in Gasentladungsröhren und anderen elektronischen Schaltmitteln abspielen.

## 9. Elektronische Schaltelemente

Elektronenröhren und Gleichrichter sind seit Jahrzehnten in der Fernmeldetechnik als Schaltelemente bekannt, und eine umfangreiche Literatur befasst sich mit ihnen. Es erübrigt sich deshalb, an dieser Stelle auch davon zu sprechen. Es soll hier hauptsächlich von jenen elektronischen Schaltelementen die Rede sein, die in der automatischen Vermittlungstechnik angewendet werden.

### a) Die Glimmröhren

Man unterscheidet je nach Aufbau Glimmdioden, Glimmtrioden usw. Die Stromspannungskennlinie einer Glimmdiode ist in Figur 18 dargestellt. Legt man an eine Glimmdiode eine Spannung an, die zwischen der Zündspannung  $U_Z$  und der Brennspannung  $U_B$  liegt, so sind nach der statischen Kennlinie drei Zustände (in Fig. 18 mit 1, 2, 3 bezeichnet) möglich:

- Zustand 1: Glimmdiode ungezündet;
- Zustand 2: Glimmdiode gezündet, Zustand dynamisch instabil (Übergang in Zustand 3);
- Zustand 3: Glimmdiode gezündet, Zustand stabil.

Die in Figur 18 dargestellte Kennlinie gilt nur bei relativ langsam verlaufenden Messungen. Schon bei einigen hundert Hz bleibt bei üblichen Glimmdioden

## 9. Eléments de commutation électronique

Les tubes électroniques et les redresseurs sont connus depuis des années comme éléments de la technique des télécommunications, et il existe une importante littérature à leur sujet. Il est donc superflu d'en parler encore ici. Nous nous occuperons principalement, en revanche, des éléments électroniques qui sont employés dans la technique de la commutation automatique.

### a) Les tubes à gaz

Suivant leur construction, on parle de diodes, de triodes, etc., à gaz. La caractéristique courant/tension d'une diode à gaz est donnée à la figure 18. Si l'on applique à un tube de ce genre, une tension comprise entre la tension d'amorçage  $U_Z$  et la tension de fonctionnement  $U_B$ , il y a, suivant la caractéristique statique, trois états possibles (désignés à la figure 18 par 1, 2 et 3):

- 1<sup>er</sup> état: diode non amorcée;
- 2<sup>e</sup> état: diode amorcée, état dynamiquement instable (passage au 3<sup>e</sup> état);
- 3<sup>e</sup> état: diode amorcée, état stable.

La caractéristique donnée à la figure 18 n'est valable que pour des mesures relativement lentes. Dans les diodes à gaz ordinaires, à quelques centaines de hertz déjà, le courant accuse un certain retard sur la tension (composante inductive), et, à quelques dizaines de kHz, on mesure comme résistance le rapport statique tension/courant. Il n'est donc pas possible de mesurer les tensions momentanées de pointe, dues à des phénomènes rapides (par exemple étincelles d'ouverture), qui apparaissent au moment de l'amorçage d'un tube à gaz. Pour la technique des commutations, la question de la plus faible tension de fonctionnement que peuvent produire les tubes à gaz est d'un grand intérêt. La tension de fonctionnement est à peu près égale à la chute cathodique, c'est-à-dire à la chute de tension immédiatement avant la cathode. Cette chute cathodique (en première approximation et pour une faible distance des électrodes) n'est, indépendamment de la pression et des dimensions du tube, qu'une fonction de la combinaison chimique du gaz et de la cathode.

La chute cathodique mesurée avec des métaux alcalins compacts (potassium, césium, etc.) et des gaz rares atteint 60 à 70 volts. On a mesuré par exemple 64 volts dans des tubes avec cathodes en potassium et remplis d'argon. Avec des cathodes en césium, la chute est plus faible de quelques volts. Par l'emploi de couches monomoléculaires de matières de base telles que le nickel, le nickel oxydé, le platine etc., ces valeurs peuvent descendre jusqu'à 40 volts. Ces couches sont cependant si peu stables qu'une décharge normale suffit à les détruire. Il faut donc, pour fabriquer des tubes à gaz de longévité plus grande, compter avec une tension de fonctionnement d'au moins 60 volts. La tension d'amorçage de ces tubes à gaz est toujours un peu plus élevée que la

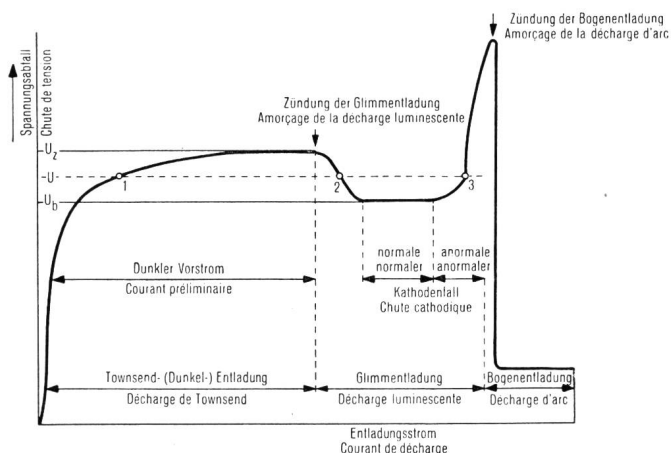


Fig. 18. Stromspannungskennlinie einer Gasentladung  
Caractéristique courant/tension d'un tube à gaz

der Strom merklich hinter der Spannung zurück (induktive Komponente), und bei einigen zehn kHz wird als Widerstand das statische Spannungsstromverhältnis gemessen. Es ist deshalb nicht möglich, durch Zündung einer Glimmröhre momentan auftretende Spitzenspannungen rasch verlaufender Vorgänge (z. B. Öffnungsfunken) zu messen. Für die Zwecke der Vermittlungstechnik ist die Frage nach der kleinsten Brennspannung, die mit Glimmröhren erzeugt werden kann, von grossem Interesse. Die Brennspannung ist im wesentlichen gleich dem sogenannten «Kathodenfall», das heisst dem Spannungsabfall unmittelbar vor der Kathode. Dieser Kathodenfall ist (in erster Näherung, bei kleinem Elektrodenabstand), unabhängig vom Druck und den Abmessungen der Röhre, nur eine Funktion der chemischen Zusammensetzung von Gasfüllung und Kathode.

Der an kompakten Metallen gemessene Kathodenfall erreicht bei Alkalimetallen (Kalium, Cäsium usw.) und Füllung mit Edelgasen Werte von 60 bis 70 V. Beispielsweise wurde der Kathodenfall an Kaliumkathoden bei Argonfüllung mit 64 V gemessen. Bei Cäsiumkathoden liegt er einige Volt tiefer. Werte bis hinunter zu 40 V können durch monomolekulare Schichten auf Grundmaterialien wie Nickel, oxydiertem Nickel, Platin usw. erreicht werden. Diese Schichten sind jedoch so wenig stabil, dass sie schon durch eine normale Glimmentladung zerstört werden. Man muss daher, wenn man Glimmlampen mit grösserer Lebensdauer herstellen will, mit Brennspannungen von mindestens 60 V rechnen. Die Zündspannung dieser Glimmlampen ist stets etwas höher als die Brennspannung und richtet sich bei konstantem Elektrodenabstand nach der Gasart und Gasdichte. Die tiefsten Zündspannungswerte werden bei Argonfüllung erhalten. Die in Figur 18 gezeigte Stromspannungskennlinie einer Gasentladung ergibt sich nur bei Anwesenheit ionisierender Ursachen, zum Beispiel durch kurzwelliges Licht, Höhenstrahlungen, Radium- und Röntgenstrahlen.

Wird die Röhre von der Stromquelle abgetrennt, so nimmt die Zahl der Ladungsträger nur langsam ab.

tension de fonctionnement et, si la distance entre les électrodes reste constante, est déterminée par le genre et la densité du gaz. C'est l'argon qui donne les plus faibles valeurs de tension d'amorçage. La caractéristique courant/tension d'une décharge de gaz que montre la figure 18 n'est valable que s'il existe des sources ionisantes, par exemple lumière à ondes courtes, rayonnements d'altitude, rayons X.

Lorsque le tube est séparé de la source de courant, le nombre des porteurs de la charge ne diminue que lentement. Ainsi, un tube qui vient d'être éteint peut se réamorcer sous une tension inférieure à la tension normale d'amorçage. Il est possible de réduire ce «temps de désionisation» en ramenant la tension appliquée au tube à une valeur de très peu inférieure à la tension de fonctionnement. Dans ce cas, les ions sont absorbés par les électrons; ce processus est plus rapide que la diffusion et la réunion normales des ions produits par les signaux précédents.

En plus des diodes à gaz simples, on emploie aussi des triodes à gaz, dans lesquelles une anode auxiliaire est insérée dans l'espace de décharge.

#### b) Les transistors

Il existe sur les transistors une abondante littérature, soit dans des livres, soit dans des périodiques. Il n'est pas nécessaire de nous étendre sur les propriétés physiques de ce nouvel élément. Nous nous bornerons à parler de ses propriétés relatives à la technique des commutations. La figure 19 représente schématiquement un transistor à pointes.

Il se compose d'un petit bloc de germanium soudé sur une électrode de base et sur lequel sont également soudées, à faible distance l'une de l'autre, deux pointes de contact. L'électrode de commande (Emitter) est polarisée positivement par rapport à la base, l'électrode de sortie (Collector) négativement. On constate que le courant qui circule dans l'électrode de sortie après avoir traversé la résistance de charge  $R_L$  dépend fortement du courant qui circule dans l'électrode de commande. Le rapport des deux variations de courant (différentielles) est dit facteur d'amplification de courant et son ordre de grandeur est de 1 à 5. Techniquement, il importe que, à l'inverse de ce qui a lieu dans les tubes électroniques, la résistance d'entrée soit faible et la résistance de sortie élevée et que, pour les basses fréquences, les tensions d'entrée et de sortie soient en phase. On fabrique aujourd'hui, outre les transistors à pointes, des transistors à surfaces planes.

#### c) Unités magnétiques d'enregistrement

Pour l'enregistrement et le comptage ont été conçus des éléments dont le fonctionnement repose sur l'hystérésis des substances ferromagnétiques.

Les substances les mieux appropriées sont celles dont la courbe d'hystérésis est aussi rectangulaire que possible, par exemple le ferro-nickel (50% Ni, 50% Fe). Lorsqu'un courant alternatif d'intensité voulue et d'une fréquence pas trop élevée circule

Deshalb kann eine Röhre, die kurz vorher gelöscht wurde, mit Spannungen gezündet werden, die unter der normalen Zündspannung liegen. Eine Möglichkeit, diese «Entionisierungszeit» zu verringern, besteht darin, dass die Spannung an der Röhre dicht unter die Brennspannung gesenkt wird. In diesem Falle werden nämlich die Ionen durch die Elektronen abgesaugt; dies geschieht schneller als die normale Abdiffusion und Wiedervereinigung der Ionen verschiedener Vorzeichen.

Ausser den einfachen Glimmdioden finden vielfach auch Glimmtrioden Anwendung. Bei diesen ist ausser Anode und Kathode eine Hilfsanode im Entladerraum angebracht.

### b) Die Transistoren

Über Transistoren existiert eine umfassende, teils in Büchern, teils in Fachzeitschriften niedergelegte Literatur, so dass es sich hier erübrigt, auf die physikalischen Eigenschaften dieses neuen Schaltelementes einzutreten. Es soll hier nur auf seine schaltungstechnischen Eigenschaften hingewiesen werden. Figur 19 zeigt schematisch einen sogenannten Spitzentransistor.

Er besteht aus einem Germaniumblöckchen, das auf einer Basis-Elektrode aufgelötet ist und auf welches zwei Kontaktspitzen in sehr geringem Abstand voneinander aufgeschweisst sind. Die Steuerelektrode («Emitter») ist gegenüber der Basis positiv und die Ausgangselektrode («Collector») negativ vorgespannt. Es zeigt sich nun, dass der über den Belastungswiderstand  $R_L$  in die Ausgangselektrode fliessende Strom sehr stark von dem Strom in der Steuerelektrode abhängig ist. Das Verhältnis der beiden (differentiellen) Stromänderungen wird als Stromverstärkungsfaktor bezeichnet und liegt in der Grössenordnung 1 bis 5. Schaltungstechnisch ist wichtig, dass, im Gegensatz zur Elektronenröhre, der Eingangswiderstand klein, der Ausgangswiderstand dagegen gross ist, und dass Eingangsspannung und Ausgangsspannung für niedere Frequenzen in Phase sind. Ausser dem beschriebenen Spitzentransistor werden neuerdings auch die Flächentransistoren hergestellt.

### c) Magnetische Speichereinheiten

Für Speicher- und Zählzwecke wurden Schaltelemente entwickelt, deren Wirkung auf der Hysterese der magnetischen Eigenschaften von ferromagnetischen Materialien beruht.

Hierfür eignen sich vor allem solche Ferromagneta, die eine möglichst rechteckige Hysteresekurve haben, zum Beispiel Nickeleisen (50% Ni, 50% Fe). Fliesst durch die Erregerspule, die einen solchen Kern umschliesst, ein Wechselstrom geeigneter Stärke und nicht zu hoher Frequenz, dann wird in jeder Periode die Hystereseschleife (Fig. 20) durchfahren.

Wird der Strom abgeschaltet ( $H = 0$ ), so bleibt in dem Kern eine Remanenzinduktion  $B_{r+}$  oder  $B_{r-}$  erhalten, je nachdem, welche Halbwelle des Wechselstromes zuletzt durch die Spule floss. (An Stelle der

dans la bobine d'excitation qui entoure un noyau de ce genre, la boucle d'hystérésis est parcourue à chaque période (fig. 20).

Si le courant est déconnecté ( $H = 0$ ), le noyau est le siège d'une induction rémanente  $B_{r-}$  ou  $B_{r+}$ , suivant l'alternance qui a parcouru la bobine en dernier lieu. (L'alternance peut être remplacée par une impulsion.) Cette induction rémanente a une durée pratiquement illimitée, sans qu'aucun moyen soit employé pour la maintenir (pas de consommation de courant, résistance aux chocs, etc.).

Nous avons maintenant passé en revue les principaux éléments de commutation électroniques. Il en existe encore d'autres, tels les varistors, les thermistors, les tubes de connexion et les tubes de comptage, que nous nous abstenons de décrire ici.

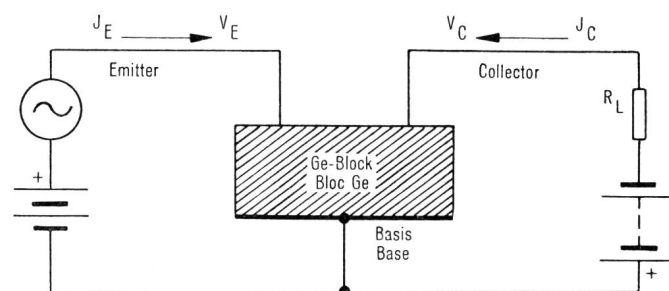


Fig. 19. Spitzentransistor  
Transistor à pointes

Les applications des éléments électroniques ne porteront probablement que sur les trois types que nous avons décrits, les tubes à gaz, les transistors et les aimants d'enregistrement, à moins que de nouveaux éléments ne soient inventés.

## 10. Les applications des éléments de commutation électroniques

En parlant des applications des éléments électroniques, nous devons faire une distinction entre ceux qui ont déjà fait leurs preuves dans l'exploitation et ceux dont l'application est simplement prévue ou fait encore l'objet d'études. Des résultats contrôlables n'ont été fournis chez nous que par le système 7E et concernent les triodes à gaz. Nous allons donc, pour commencer, voir de quelle manière ces éléments sont employés dans le système 7E.

La première application concerne le *circuit d'abonné* au central. Ce circuit n'existe pas au central interurbain de Zurich; on ne le trouve que dans des centraux 7E de l'étranger. Il s'agit d'un circuit statique, c'est-à-dire n'employant aucun relais électromagnétique et ne comprenant que des éléments statiques, entre autres quatre petites résistances telles qu'on en trouve dans les radiorécepteurs et un petit redresseur sec d'une surface active de 1 cm<sup>2</sup>. Ces éléments sont logés dans un boîtier en bakélite de 50 × 55 × 8,5 mm. Le boîtier est fait de manière qu'on puisse l'introduire comme une fiche du côté horizontal du distributeur principal.

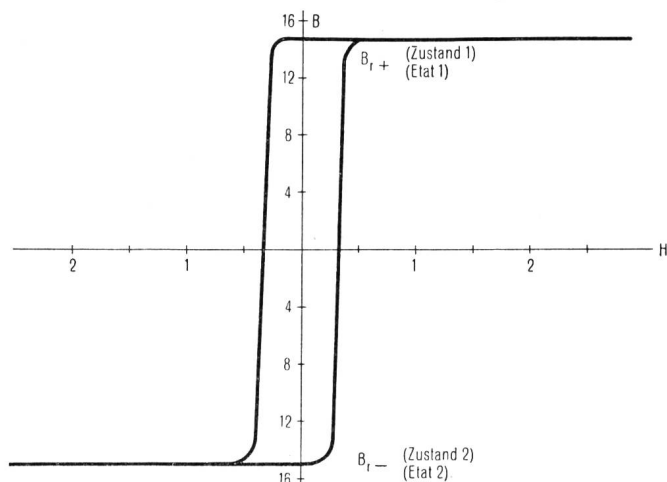


Fig. 20. Zusammenhang zwischen der magnetischen Feldstärke  $H$  und der Induktion  $B$  bei Nickerleisen (50% Fe, 50% Ni)  
Rapport entre l'intensité de champ magnétique  $H$  et l'induction  $B$  dans le ferro-nickel (50% Fe, 50% Ni)

Halbwelle kann natürlich auch ein Impuls treten.) Diese Remanenzinduktion bleibt praktisch unbegrenzt bestehen, ohne dass zu ihrer Erhaltung irgend welche Massnahmen notwendig wären (kein Stromverbrauch, Stossfestigkeit usw.).

Damit wären die hauptsächlichsten elektronischen Schaltelemente aufgezeigt worden. Ausser diesen gibt es noch andere, wie Varistoren, Thermistoren, Schalteröhren und Zählröhren, auf die wir jedoch hier nicht näher eintreten wollen.

Die praktischen Anwendungen der elektronischen Schaltelemente werden sich voraussichtlich auf die drei voranstehend beschriebenen Typen, die Glimmröhren, die Transistoren und die Magnetspeicher beschränken, falls nicht im Laufe der Zeit noch neue, bis jetzt unbekannte Schaltelemente erfunden werden.

### 10. Die praktischen Anwendungen der elektronischen Schaltelemente

Wenn wir von den praktischen Anwendungen der elektronischen Schaltelemente sprechen, so müssen wir unterscheiden zwischen solchen, die sich betriebsmässig schon bewährt haben und jenen, deren Anwendung erst geplant ist oder die sich erst im Versuchsstadium befinden. Für uns nachprüfbar Ergebnisse liegen erst im 7-E-System vor und betreffen die Glimmtrioden. Wir wollen deshalb in erster Linie untersuchen, auf welche Art und Weise diese Schaltelemente im 7-E-System verwendet worden sind.

Die erste Anwendung bezieht sich auf den *Teilnehmerstromkreis*. Dieser Stromkreis ist allerdings im automatischen Fernamt in Zürich nicht vorhanden, sondern nur in ausländischen 7-E-Telephonzentralen. Es handelt sich hier um einen statischen Stromkreis, das heisst, es werden keine elektromagnetischen Relais verwendet, sondern nur statische Elemente, worunter vier kleine Widerstände, wie sie in Radioempfängern verwendet werden sowie einen kleinen Trockengleichrichter mit einer aktiven Ober-

Pour les diverses classes d'abonnés existent différents circuits d'abonnés, dont les boîtiers se distinguent extérieurement par des couleurs différentes. On peut ainsi de manière très simple faire passer un abonné dans une autre classe. Il suffit de retirer son circuit et d'en introduire un autre. Cette manière de faire est particulièrement avantageuse pour les raccordements multiples, du fait qu'on peut changer sans peine la première et la dernière ligne.

La figure 21 montre le fonctionnement du circuit d'abonné au central. On voit que lorsque l'abonné décroche son écouteur, un déplacement de potentiel a lieu sur le fil „c“; il est dû au fait que le circuit est fermé par le diviseur de tension, qui comprend les résistances  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ , et par le poste de l'abonné. Ce déplacement de potentiel est transmis à travers le redresseur sec  $RE_1$  à un indicateur d'appel statique, commun à 50 abonnés.

L'indicateur d'appel se compose d'un transformateur  $TR_2$ , de deux petits redresseurs secs  $RE_3$  et  $RE_4$ , d'un tube à cathode froide  $CC$ , d'un relais  $Ar$  actionné par le tube, ainsi que de quelques résistances auxiliaires et condensateurs.

Le fonctionnement du circuit s'explique ainsi: aussi longtemps qu'aucune des 50 lignes d'abonnés n'est en état d'appel, le potentiel continu aux redresseurs  $RE_3$  et  $RE_4$  oppose une résistance élevée au courant alternatif du transformateur  $TR_1$ . Le déplacement du potentiel continu rend cependant les redresseurs conducteurs pour le courant alternatif venant de  $TR_1$ ; en  $TR_2$  est induit un autre courant alternatif qui est transmis à l'électrode de contrôle de  $CC$  et provoque l'amorçage. Le relais  $Ar$  est excité et fait tourner le chercheur d'appel attribué aux 50 abonnés.

Lorsque la ligne appelante est trouvée, le potentiel du fil „c“ est pratiquement égal au potentiel total de la batterie, le chercheur d'appel connectant une batterie au redresseur  $RE_1$ , par le fil „c“ et à travers une petite résistance. La batterie est en même temps connectée au fil „d“ et la ligne d'abonné reçoit le critère d'occupation. Les résistances  $R_1$  et  $R_2$  demeurent connectées en parallèle aux relais d'alimentation et de supervision. Elles n'ont, du point de vue de la transmission, aucune influence sensible sur la communication téléphonique.

Nous avons décrit ce circuit en détail, car nous pouvons ainsi parfaitement démontrer que des relais électromagnétiques, en l'occurrence le relais de ligne et le relais de coupure, peuvent être remplacés par des éléments électroniques.

Un autre exemple d'emploi d'éléments électroniques dans le système 7E est donné par le circuit d'enregistreur. Ici également, la comparaison des phases entre l'enregistreur et la sortie commandée se fait au moyen de tubes à gaz. Ce procédé est décrit en détail dans le Bulletin technique PTT 1951, n° 10, p. 365 ss, aussi nous permettons-nous d'y renvoyer le lecteur.

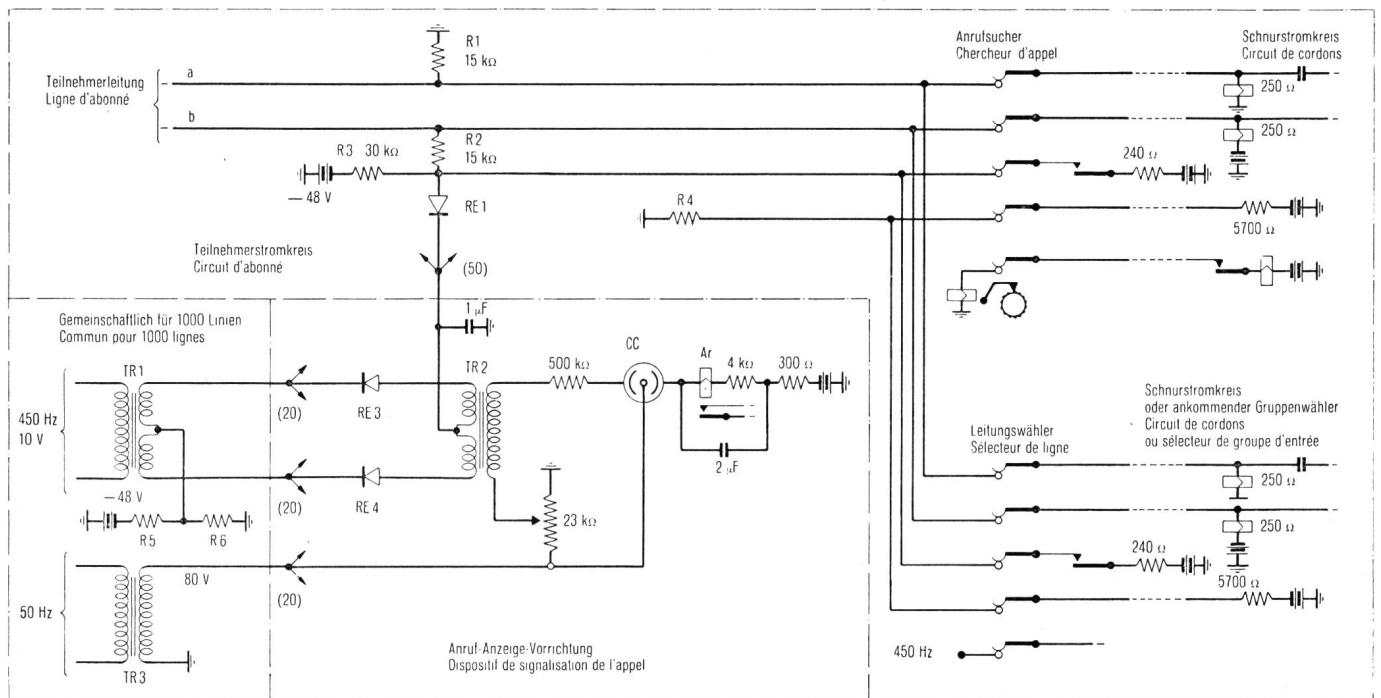


Fig. 21. Teilnehmerstromkreis im 7-E-System - Circuit d'abonné du système 7E

fläche von  $1 \text{ cm}^2$  Inhalt. Diese Elemente sind in einem Bakelitgehäuse untergebracht, das nicht grösser ist als  $50 \times 55 \times 8,5 \text{ mm}$ . Das Gehäuse ist so ausgebildet, dass es wie ein Stecker auf der horizontalen Seite des Hauptverteilers gesteckt werden kann.

Für verschiedene Klassen von Teilnehmern gibt es verschiedenartige Teilnehmerstromkreise, deren Gehäuse sich durch verschiedene Farben äusserlich unterscheiden. Auf diese Weise kann ein Teilnehmer auf einfache Art in eine andere Klasse überführt werden. Man braucht nur seinen Teilnehmerstromkreis zu ziehen und einen anderen zu stecken. Dies ist von grossem Vorteil, besonders bei den Mehrfachanschlüssen, wo die erste und die letzte Linie mühe-los geändert werden können.

Die Arbeitsweise des Teilnehmerstromkreises ist in Figur 21 dargestellt. Aus ihr geht hervor, dass das Abheben des Hörers eine Potentialverschiebung auf dem «c»-Leiter zur Folge hat, was davon herrührt, dass der Stromkreis über den Spannungsteiler, der die Widerstände  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$  einschliesst, über die Teilnehmerstation geschlossen wird. Diese Potentialverschiebung wird über den Trockengleichrichter  $RE_1$  zu einer statischen Anruf-Anzeigevorrichtung, die für 50 Teilnehmer gemeinschaftlich vorhanden ist, weitergeleitet.

Diese Anruf-Anzeigevorrichtung besteht aus einem Transformator  $TR_2$ , zwei kleinen Trockengleichrichtern  $RE_3$  und  $RE_4$ , einer Kaltkathodenröhre  $CC$  und einem Relais  $Ar$ , das durch diese Röhre betätigt wird. Ausserdem sind noch einige Hilfswiderstände und Kondensatoren vorhanden.

Die Arbeitsweise des Stromkreises ist durch die Tatsache bedingt, dass, solange sich keine der 50 Teilnehmerleitungen im anrufenden Zustand befindet,

Un autre exemple encore de combinaison de l'électromagnétique avec l'électronique nous est offert par le «*système de commutation mécano-électronique*» (en abrégé système ME) de la Bell Telephone Manufacturing Co. à Anvers. Pour la première fois, ce système emploie des dispositifs entièrement électroniques pour commander des sélecteurs mécaniques. On a mis au point à cet effet un commutateur Cross-bar, sorte de commutateur multiple qui, par opposition au Pentaconta dont il a été question plus haut, est à trois dimensions. Grâce à sa construction ramassée, il nécessite beaucoup moins de place que le sélecteur rotatif ordinaire. Il contient une série de sélecteurs plats, dont chacun peut établir une communication (voir fig. 22). Son mécanisme est plus compliqué que celui des autres types de sélecteurs à barres croisées, mais il présente en revanche des avantages importants qui ne peuvent être surestimés. Le commutateur multiple peut être monté et démonté de manière très simple. Il suffit de quelques manipulations pour le démonter entièrement. Même le multiple, composé de fils nus dorés, peut être complètement enlevé, puis remonté. La figure 23 montre comment une partie du multiple peut être retirée. On y voit aussi que le commutateur multiple peut, sur des rouleaux, être sorti en un seul tout de la baie pour être remplacé, si nécessaire, par un autre multiple. Le commutateur étant relié aux organes du central non par des soudures, mais par des prises à fiches, l'opération ne dure que quelques minutes. En cas de dérangement, on peut échanger un tel commutateur en un temps très court et réparer ensuite le dérangement en toute tranquillité.

Un autre avantage important est que tous les contacts sont dorés et fonctionnent par pression. La sen-

das Gleichstrompotential an den Gleichrichtern  $RE_3$  und  $RE_4$  dem Wechselstrom des Transformers  $TR_1$  einen hohen Widerstand entgegengesetzt. Durch eine Gleichstrom-Potentialverschiebung werden die Gleichrichter jedoch für den aus  $TR_1$  stammenden Wechselstrom leitend, wodurch auch in  $TR_2$  Wechselstrom induziert wird, der sich auf die Kontrollelektrode von CC überträgt und diese zum Zünden bringt. Das Relais Ar wird erregt und bringt die zu den 50 Teilnehmern gehörenden Anrufsucher zum Drehen.

Wenn die anrufende Linie gefunden ist, wird das Potential auf der «c»-Leitung praktisch auf das volle Batteriepotehtial gebracht, da der Anrufsucher über den «c»-Leiter eine Batterie über einen kleinen Widerstand auf den Gleichrichter  $RE_1$  bringt. Zu gleicher Zeit wird die Batterie auf den «d»-Leiter gebracht, wodurch die Teilnehmerleitung das Besetzt Kriterium erhält. Die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  bleiben parallel zu den Speise- und Überwachungsrelais angeschaltet. Sie haben in übertragungstechnischer Hinsicht keinen praktisch wahrnehmbaren Einfluss auf die Telefonverbindung.

Dieser Teilnehmerstromkreis ist ausführlich beschrieben worden, da an ihm sehr gut demonstriert werden konnte, wie sich elektromagnetische Relais, in diesem Falle das Linien- und das Trennrelais, durch elektronische Schaltelemente ersetzen lassen.

Ein weiteres Beispiel der Anwendung von elektronischen Schaltelementen bietet im 7-E-System der Registerstromkreis. Hier wird ebenfalls mit Glimmröhren der Phasenvergleich zwischen Register und angesteuertem Ausgang bewerkstelligt. Dieser Vorgang wurde in den Technischen Mitteilungen PTT 1951, Nr. 10, S. 365 ff. ausführlich beschrieben, so dass wir uns erlauben, den Leser darauf zu verweisen.

Ein weiteres noch typischeres Beispiel einer Verbindung von Elektromagnetik mit Elektronik bietet das ebenfalls von der Bell Telephone Manufacturing Co. in Antwerpen entwickelte «Mechanisch-Elektronische Schaltsystem» (abgekürzt «ME»-System). Dieses System verwendet erstmalig vollständig elektronische Schaltmittel zur Steuerung mechanischer Wähler. Als Wähler wurde ein Crossbarschalter, ein sogenannter Multischalter, entwickelt, der, im Gegensatz zum vorher besprochenen Pentacontaschalter, ein dreidimensionales Gebilde ist. Dieser Multischalter beansprucht, dank seiner gedrungenen Bauart, im Vergleich zu den konventionellen Drehwählern ausserordentlich wenig Raum. Er enthält eine Anzahl plattenförmiger Wähler, von denen jeder eine Verbindung aufbauen kann (s. Fig. 22). Seine Mechanik ist wohl komplizierter als die der anderen Kreuzwählertypen, dafür weist er aber eine Anzahl grosser Vorteile auf, die gar nicht überschätzt werden können. Der Multischalter kann auf sehr einfache Art montiert und demontiert werden. Mit einigen wenigen Handgriffen wird dieser Schalter vollständig in seine Einzelteile zerlegt. Sogar der Multipel, der aus blanken, vergol-

sibilität du système aux évanouissements et aux bruits en est considérablement amoindrie. Lorsque nous parlons de contacts dorés, il ne s'agit pas de la dorure galvanoplastique habituelle, mais d'une dorure obtenue par pénétration de l'or dans le métal de base; la surface dorée ne peut ainsi s'effriter.

Il faudrait écrire un long chapitre pour décrire la commande électronique de ce commutateur multiple. Nous nous bornerons à en exposer le principe en quelques mots.

Dans le système ME, des dispositifs de commande électronique sont attribués aux commutateurs multiples; on peut les considérer comme des «chercheurs électroniques». Pour les commutateurs multiples correspondants, la commande sans inertie accomplit les fonctions des chercheurs et sélecteurs qui, dans les

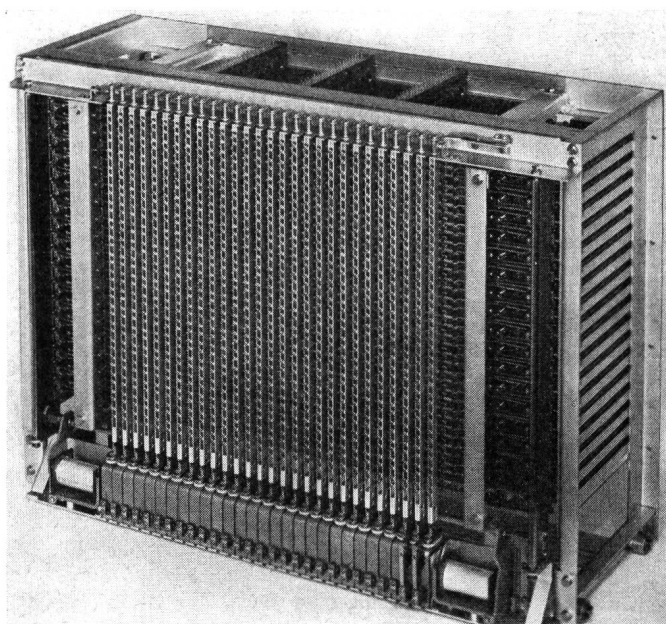


Fig. 22. Vorderansicht des Multischalters im ME-System  
Commutateur multiple ME (vu de devant)

systèmes avec sélecteurs rotatifs et pas à pas, étaient remplies par des bras de contact mobiles. Les chercheurs électroniques du système ME travaillent avec une vitesse de 5000 pas par seconde, c'est-à-dire que les cent sorties d'un commutateur multiple sont testées en  $\frac{1}{50}$  de seconde. Cette vitesse dépasse de beaucoup celle qu'atteignent les chercheurs mécaniques, qui est de 30 et 200 pas par seconde. En outre, les fonctions du système ME s'accomplissent avec une exactitude et une sécurité que seul un appareillage électronique, c'est-à-dire sans inertie, permettait d'atteindre.

Le test électronique des chercheurs se fait suivant un principe semblable à celui qu'on trouve dans les installations multivoies de faisceaux hertziens. Chacune des 100 sorties d'un commutateur ME est testée 50 fois par seconde quant à son état momentané (par exemple libre ou occupée). Pour 100 sorties, il

deten Drähten besteht, kann vollständig entfernt und wieder zusammengesetzt werden. In Figur 23 ist zu sehen, wie ein Teil des Multipels herausgezogen wird. Ferner sieht man, wie der Multischalter als Ganzes auf Rollen aus der Bucht herausgezogen werden kann, um, wenn nötig, gegen einen andern Multischalter ausgewechselt zu werden. Da der ganze Schalter nicht mit Lötstellen, sondern mit Steckern mit der übrigen Zentrale verbunden ist, dauert die ganze Operation nur wenige Minuten. Im Störfall kann also ein solcher Multischalter in kürzester Zeit gegen einen andern ausgewechselt werden, worauf dann die Störung in Ruhe behoben werden kann.

Ein weiterer wichtiger Vorteil besteht darin, dass sämtliche Kontakte als vergoldete Druckkontakte ausgebildet sind. Dies wird sich auf die Schwund- und Geräuschanfälligkeit des ganzen Systems ausserordentlich günstig auswirken. Wenn wir hier von vergoldeten Kontakten sprechen, so ist damit nicht die übliche galvanische Vergoldung gemeint. Es handelt sich vielmehr um ein Einpressen des Goldes in das Grundmaterial, so dass von einer unabbröckelbaren Goldoberfläche gesprochen werden kann.

Die Beschreibung der elektronischen Steuerung dieser Multischalter würde ein längeres Kapitel beanspruchen. Wir wollen uns hier darauf beschränken, das Grundsätzliche dieser Steuerungsart mit ein paar Worten anzudeuten.

Im ME-System sind den Multischaltern elektronische Steuervorrichtungen zugeordnet, die als «elektronische Sucher» bezeichnet werden. Die trägheitslose Steuerung erfüllt für den dazugehörigen Multischalter jene Sucher- und Wählerfunktionen, die in den bekannten Systemen mit Dreh- und Schrittwählern durch bewegliche Kontaktarme ausgeführt werden. Die elektronischen Sucher im ME-System arbeiten mit einer Geschwindigkeit von 5000 Schritten in der Sekunde, das heisst, sämtliche hundert Ausgänge eines Multiwählers werden in  $\frac{1}{50}$  Sekunde einmal abgesehen («geprüft»). Diese Geschwindigkeit übertrifft bei weitem diejenige der bisherigen mechanischen Sucher, die zwischen 30 und 200 Schritten je Sekunde liegt. Ausserdem wickeln sich diese Funktionen im ME-System mit einer Genauigkeit und Betriebssicherheit ab, wie es nur mit einer elektronischen, das heisst einer trägheitslosen Apparatur verwirklicht werden kann.

Zur elektronischen Sucherabtastung wird ein ähnliches Prinzip angewendet wie bei Mehrkanal-Richtstrahlanlagen. Jeder der 100 Ausgänge eines ME-Schalters wird in der Sekunde fünfzigmal abgetastet, um seinen jeweiligen Zustand (z. B. frei oder besetzt) anzuzeigen. Bei 100 Ausgängen sind somit  $100 \times 50 = 5000$  Teilintervalle je Sekunde nötig, die über den gemeinschaftlichen Sendekanal übertragen werden. Wird dieser Sendekanal an eine elektronische Zeitmesseinrichtung angeschlossen, die durch die gewählte Ziffer so eingestellt wird, dass sie nur auf in bestimm-

faut donc  $100 \times 50 = 5000$  intervalles partiels par seconde, qui sont transmis par le canal d'émission commun. Lorsque ce canal d'émission est relié à un dispositif électronique de mesure du temps, réglé par le chiffre transmis de manière à ne fonctionner qu'à l'arrivée de signaux compris dans des intervalles déterminés, il est possible de ne tester que les sorties attribuées à un certain groupe, soit au groupe qui indique l'état de ses sorties pendant l'intervalle de temps choisi. Ce procédé permet de trouver par voie purement électronique une sortie libre dans un groupe donné. Le résultat de cette recherche est maintenu par l'amorçage d'un certain nombre de

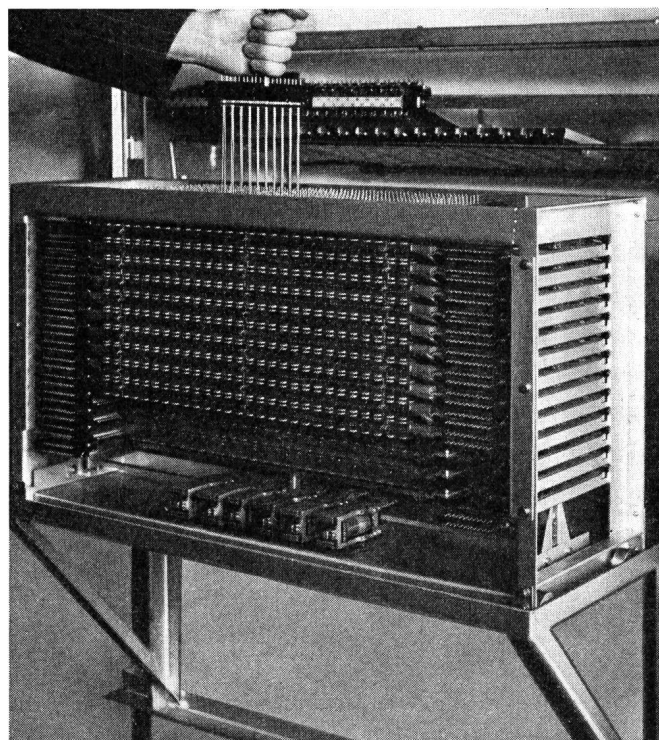


Fig. 23. Rückansicht des Multischalters im ME-System. (Der Multipel wird entfernt.)

Commutateur multiple ME (vu de derrière). Le multiple est enlevé

tubes à gaz, au moyen d'une combinaison correspondant à la sortie trouvée. Ces tubes commandent à leur tour les électro-aimants du commutateur multiple mécanique, et la communication voulue avec la sortie trouvée est établie.

Ce système, dit système 8-A, a été employé pour la première fois en Norvège dans le central de Ski. Il a bénéficié depuis lors d'un nouveau développement et, sous le nom de système 8-B, a été appliqué en divers lieux. Le commutateur multiple a été maintenu tel quel, mais, selon ce que nous avons appris récemment, les dispositifs de commande électroniques ont été beaucoup simplifiés.

En Suisse, il est prévu d'appliquer à titre d'essai, dans tel ou tel central à remplacer, soit le système ME, soit le système Pentaconta.

ten Zeitintervallen liegende Signale anspricht, so ergibt sich die Möglichkeit, nur die einer bestimmten Gruppe zugeordneten Ausgänge zu prüfen, nämlich derjenigen Gruppe, die den Zustand ihrer Ausgänge während der gewählten Zeitintervalle sendet. Auf diese Weise kann auf rein elektronischem Wege ein freier Ausgang in einer bestimmten Gruppe ermittelt werden. Das Resultat dieses elektronischen Suchvorganges wird festgehalten durch das Zünden einer Anzahl Glimmlampen in einer mit dem gefundenen Ausgang übereinstimmenden Kombination. Diese Glimmlampen steuern dann ihrerseits die Elektromagnete der mechanischen Multischalter, wodurch die gewünschte Verbindung mit dem gefundenen Ausgang hergestellt wird.

Dieses als 8-A bezeichnete System ist in der Zentrale Ski in Norwegen zum erstenmal angewendet worden. Seither wurde es weiterentwickelt und wird nun unter dem Namen 8-B-System in verschiedenen anderen Orten eingeführt. Der Multischalter ist im System 8-B unverändert beibehalten worden, jedoch sollen dem Vernehmen nach die elektronischen Steuervorrichtungen eine wesentliche Vereinfachung erfahren haben.

In der Schweiz ist vorgesehen, probeweise in einer auszuwechselnden Zentrale entweder das ME- oder das Pentacontasystem einzuführen.

### 11. Die voll-elektronischen Vermittlungssysteme

Über den gegenwärtigen Stand der voll-elektronischen Vermittlungstechnik liegen zurzeit nur spärliche Informationen vor, und praktische Beispiele, die aus eigener Anschauung beurteilt werden könnten, fehlen ganz. Gemäss einer in den Technischen Mitteilungen PTT 1957, Nr. 6, S. 239 ff. veröffentlichten Abhandlung hat das *Laboratoire Central de Télécommunications* (LCT) eine voll-elektronische Telephonzentrale für zwanzig Teilnehmeranschlüsse entwickelt. Diese Zentrale ist für den Einsatz auf Kriegsschiffen bestimmt und soll sich dort für den äusserst rauen Betrieb besser eignen als eine Zentrale mit den konventionellen elektromagnetischen Wählern und Relais, da diese starken Erschütterungen und hohen Raumtemperaturen sowie Verschmutzungen nicht so gut widerstehen wie die elektronischen Schaltmittel. Ohne auf Einzelheiten einzutreten, die an zitierter Stelle nachgelesen werden können, sei doch nur kurz darauf hingewiesen, dass bei diesem System das Prinzip der magnetischen Kippschaltung angewendet wird. Für die Sprechpfade wird eine Torschaltung mit Silizium-Dioden verwendet. Auf Transistoren ist hier verzichtet worden. Man wollte nur leicht erhältliche Bauteile gebrauchen, die äussern Einflüssen gut widerstehen und eine praktisch unbegrenzte Lebensdauer besitzen.

Damit wäre das Beispiel einer, wenn auch nur kleinen voll-elektronischen Zentrale erwähnt worden, die ausserdem noch in Europa entwickelt worden ist.

### 11. Les systèmes de commutation entièrement électroniques

Les informations sur l'état actuel de la technique de la commutation entièrement électronique sont encore rares; les exemples, qui permettraient de se rendre compte de visu des avantages de tels systèmes manquent complètement. Suivant une communication parue dans le Bulletin technique PTT 1957, n° 6, p. 239 ss., le Laboratoire central de télécommunications (LCT) a mis au point un central entièrement électronique pour vingt raccordements d'abonnés. Il sera employé sur des navires de guerre où, ayant à assurer un service extrêmement dur, il paraît être mieux approprié qu'un central avec sélecteurs et relais électromagnétiques. En effet, ceux-ci ne résistent pas aussi bien que les appareils électroniques aux fortes secousses, aux hautes températures et à l'encrassement auxquels ils sont soumis. Sans entrer dans les particularités — nous renvoyons pour cela le lecteur à l'article cité — relevons cependant l'application dans ce système du principe du basculeur magnétique. Pour les circuits de conversation, on utilise des portes avec diodes au silicium. On a renoncé à employer des transistors. Le but recherché était de ne faire appel qu'à des matériaux de base simples et dont la robustesse et le comportement aux influences sont bien connus.

Il s'agit là du premier autocommutateur entièrement électronique existant en Europe.

Alors qu'en Europe on n'avance encore qu'à tâtons dans ce domaine, on montre beaucoup plus d'assurance en Amérique, le pays des possibilités infinies. Lors d'une réunion, à laquelle assistait l'auteur du présent article, une personnalité américaine compétente en cette matière lui dit à peu près ceci:

«Nous avons cessé en Amérique de développer les systèmes partiellement électroniques; toutes les études portent actuellement sur un système entièrement électronique. On a cessé également de perfectionner les systèmes électromécaniques (Crossbar, à sélecteurs rotatifs, etc.), car on les considère comme dépassés par l'électronique.

Bien qu'on n'ait pas construit jusqu'à maintenant de grands centraux entièrement électroniques, les éléments de construction et la conception technique sont au point.

La place qu'occupe un central électronique est cinq fois plus faible que celle qu'exige un central électromagnétique (type Crossbar); les frais d'établissement et d'entretien sont bien inférieurs.

La partie du côté abonné est complètement modifiée. Le courant d'appel et le courant d'alimentation sont plus faibles. Le courant d'alimentation, par exemple, n'est plus que de 3 mA et sert à alimenter un transistor monté dans le poste d'abonné.

Il est probable que d'ici dix ans les centraux électroniques feront prime sur le marché grâce à leurs nombreux et importants avantages.»



Während man also in Europa auf diesem Gebiet noch ziemlich behutsam vorwärts tastet, werden in Amerika, dem Lande der unbegrenzten Möglichkeiten, viel zuversichtlichere Töne angeschlagen. An einem Kolloquium, dem auch der Verfasser dieses Artikels beiwohnte, wurde von amerikanischer, sehr kompetenter Seite ungefähr folgendes mitgeteilt:

«In Amerika wird die Entwicklung der teil-elektronischen Systeme eingestellt und alle Studien werden auf ein vollelektronisches System konzentriert. Auch elektromechanische Automaten-systeme (Crossbarschalter, Drehwähler usw.) werden nicht mehr weiterentwickelt oder neue Lösungen gesucht, da sie durch die Elektronik als überholt betrachtet werden.

Obwohl bis heute keine grösseren vollelektronischen Zentralen gebaut worden sind, liegen die Aufbauelemente und die technische Konzeption vor.

Im Vergleich mit einer elektromechanischen Zentrale (Crossbartyp) beträgt der Raumbedarf nur noch ein Fünftel, und sowohl die Anlage- wie die Unterhaltskosten sind beträchtlich tiefer.

Auch die Teilnehmerseite wird neu gestaltet. Rufstrom und Speisestrom werden reduziert. Der Speisestrom wird beispielsweise auf 3 mA reduziert und dient zur Speisung eines in der Teilnehmerstation befindlichen Transistors.

Nach der Ansicht der Referenten dürften sich in ca. 10 Jahren nur noch elektronische Zentralen auf dem Markt behaupten, infolge ihrer zahlreichen und gewichtigen Vorteile.»

Es ist etwas schwierig, zu diesen Ausführungen, die in amerikanischem Optimismus gemacht wurden, Stellung zu beziehen. Denkt man an die ungeheuren Kapitalien, die in den bisherigen Systemen investiert sind, so fällt es schwer zu glauben, dass nun mit der Elektromagnetik aufgeräumt werden müsse, damit für neue Prinzipien Platz geschaffen werde.

Andererseits wird man zugeben müssen, dass die Entwicklung noch nie stillgestanden ist und auch nie stillstehen wird. Es ist so gut wie sicher, dass in künftigen Zeiten auch die Telephonie und mit ihr die Vermittlungstechnik im allgemeinen neue Wege gehen wird. Statt einer *Revolution* werden wir jedoch hier eine *Evolution* erleben, das heisst das Alte wird sukzessive durch das Neue ersetzt.

In diesem Sinne werden wir gut tun, alle Neuerungen zu verfolgen und im Auge zu behalten, selbst wenn sie nicht uns, sondern erst kommenden Generationen zugute kommen sollten.

Il est difficile de se prononcer à l'égard de ces déclarations, toutes empreintes d'optimisme américain. Lorsqu'on se représente les sommes énormes investies dans les installations actuelles, on a peine à croire qu'on mettra l'électromagnétique au rebut uniquement pour faire place à de nouveaux systèmes.

On doit cependant reconnaître que l'évolution ne s'est jamais arrêtée et ne s'arrêtera pas. Il est certain qu'à l'avenir de nouvelles voies s'ouvriront à la téléphonie et à la technique des commutations. Au lieu d'une *révolution*, nous assisterons à une *évolution* au cours de laquelle le nouveau remplacera peu à peu l'ancien.

C'est pourquoi nous devons observer d'un œil vigilant les nouvelles inventions, afin qu'elles profitent sinon à nous-mêmes, du moins aux générations qui nous suivront.

#### Bibliographie

- Commutateur automécanique système Western Electric. Bell Telephone Manufacturing Co. Ltd, Anvers. (Nicht im Handel – Pas en vente.)
- Peter Schild*. Die halbautomatische Zentrale Zürich-Hottingen. Technische Beilage zur Schweiz. Post-, Zoll- und Telegraphen-Zeitung 1921, Nr. 15, S. 117.
- Gerhard Seelmann-Eggebert*. Ein Blick auf die Wähltechnik der Welt. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1954/55, S. 49.
- Emanuel Hettwig*. Fernsprech-Wählanlagen. München 1940.
- Systeme. Le s' de téléphonie automatique Pentaconta. Compagnie Général de construction téléphonique. Paris. (Nicht im Handel – Pas en vente.)
- H. Vogeler* und *W. Brellocks*. Der Koordinatenschalter KS55. SEG-Nachr. 1957, H. 3, S. 123.
- Fernand Gohorel*. Pentaconta Dial Telephone Switching system. Electr. Communication **31** (1954), 75.
- Jakob Kruihof* and *Martinus den Hertog*. Mechano-electronic Telephone Switching System. Electr. Communication **31** (1954), 107.
- 7-E Machine Switching Telephone System. Description of the Trial Installation. Bell Telephone Manufacturing Company, Antwerp. (Nicht im Handel – Pas en vente.)
- K. Steinbuch*. Elektronische Schaltelemente für die Vermittlungstechnik. Fernmeldetechn. Z. (FTZ) **5** (1952), 349.
- K. Steinbuch*. Der internationale Stand der elektronischen Fernsprechvermittlungstechnik. Nachrichtentechn. Z. (NTZ) 1957, H. 7, S. 335.
- G. Fischer*. Anwendung der Elektronik in der Telephon-Schalttechnik. Technische Beilage NZZ Nr. 2314, vom 22. September 1954.
- E. Anderfuhren*. Untersuchungen am 7-E-System. Techn. Mitt." PTT 1951, Nr. 10, S. 365.
- Etudes sur le système 7-E. Bull. techn. PTT 1951, No. 10, p. 365.
- Claude Dumousseau*. Fully Electronic 20-Line Automatic Telephone Exchange. Electr. Communication **34** (1957), 92.
- Rolf Metzger*. Die erste voll-elektronische Telephonzentrale Europas. Techn. Mitt." PTT 1957, Nr. 6, S. 239.
- Le premier autocommutateur téléphonique entièrement électronique existant en Europe. Bull. techn. PTT 1957, No. 6, p. 239.