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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 38 (1960)

Heft: 11

Artikel: Über die künftige Entwicklung der Fernmeldetechnik = Evolution future des télécommunications

Autor: Locher, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874631

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 19.02.2026

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

N°11 - BERN, 1. XI. 1960 - JAHRGANG - ANNÉE - ANNO XXXVIII

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von der Schweizerischen Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung. Publié par l'administration des postes, télégraphes et téléphones suisses. Pubblicato dall'amministrazione delle poste, dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

F. LOCHER, Bern

Über die künftige Entwicklung der Fernmeldetechnik*

Evolution future des télécommunications*

621.39.001

Mehr denn je ist es heute nötig, dass wir uns mit der künftigen technischen Entwicklung und deren Auswirkungen auf den Menschen auseinandersetzen. Wissenschaft und Technik bringen sozusagen am laufenden Band Neuerungen von zum Teil grosser Tragweite auf den Markt, so dass wir gut daran tun, ihre Folgen vorausschauend abzuschätzen. Denn so sehr es der Mensch einerseits gelernt hat, sich der Technik in sinnvoller Weise zu seinem Nutzen und Segen zu bedienen, so scheute er doch auch nicht davor zurück, sie, nicht weniger wirkungsvoll, für sinnlose Zwecke, in zerstörender und vernichtender Absicht einzusetzen. Wir müssen uns mehr als bisher bewusst sein, dass es gilt, wachsam zu bleiben und nach Kräften zu sorgen, dass wir von der Technik nur in nutzbringender Weise Gebrauch machen und auch die kostbare Arbeitskraft des Menschen nicht in unvernünftiger, barbarischer Geschäftigkeit vergeuden.

Wenn wir die Entwicklung der Technik in den letzten Jahrzehnten überblicken, ist wohl eine der auffälligsten Erscheinungen deren rasch *zunehmende Verwissenschaftlichung*. Spielte früher die Erfahrung und Überlieferung für die Entwicklung eines technischen Gerätes eine ausschlaggebende Rolle, so sind heute die wissenschaftlichen Grundlagen, vorab die Mathematik, Physik und Chemie, zu ausschlaggebender Bedeutung vorgerückt. Der Erfinder als Einzelperson tritt dabei immer mehr in den Hintergrund und wird durch das «Teamwork», das heisst durch die Zusammenarbeit mehrerer Spezialisten abgelöst.

* Erweitertes Referat, gehalten an der Tagung der «Agence Européenne de Productivité» in Magglingen 23.–25. Mai 1960.

Il est aujourd'hui plus que jamais nécessaire que nous nous tenions au courant de l'évolution technique future et de ses répercussions sur l'humanité. La science et la technique lancent sur le marché, pour ainsi dire à jet continu, des nouveautés dont certaines sont d'une grande portée, de sorte que nous faisons bien d'estimer par avance leurs conséquences. Car, si l'homme a très bien appris à utiliser judicieusement la technique dans son intérêt et pour sa prospérité, il n'a pas craint de l'employer avec tout autant d'efficacité à des fins insensées, dans un dessein dévastateur. Nous devons être plus que jamais convaincus qu'il s'agit de demeurer vigilants et d'engager toutes nos forces pour n'user de la technique qu'à des fins profitables et ne pas dilapider les précieuses forces humaines dans une brutale entreprise barbare.

Si nous jetons un coup d'œil sur l'évolution de la technique durant ces dernières décennies, un des phénomènes les plus surprenants est sa tendance scientifique de plus en plus marquée. Si, auparavant, l'expérience et la tradition jouaient un rôle prépondérant dans l'évolution technique, ce sont aujourd'hui les principes scientifiques, spécialement les mathématiques, la physique et la chimie, qui revêtent une importance déterminante. L'inventeur isolé est relégué de plus en plus à l'arrière-plan et est remplacé par le «teamwork», c'est-à-dire par la collaboration de plusieurs spécialistes.

La technique des informations électriques est un exemple absolument probant de cette évolution. On

* Exposé complété, présenté à la réunion de l'«Agence européenne de productivité» à Macolin, du 23 au 25 mai 1960.

Die elektrische Nachrichtentechnik ist ein ganz besonders gutes Schulbeispiel für diese sich vollziehende Entwicklung. Man kann diese Erscheinung sehr schön auch an Hand der Lehrbücher verfolgen. Bestanden sie früher sozusagen ausschliesslich aus beschreibendem Text mit Bildern und Skizzen, so herrscht heute die abstrakte mathematische Erfassung aller Erscheinungen vor; denn nur sie erlaubt letztlich, alle die «geheimnisvollen» Vorgänge rund um die Nachrichtenübertragung zu erfassen und sie unseren Zwecken dienstbar zu machen.

Der Wunsch und das Bestreben des Menschen, die verhältnismässig engen Grenzen, die ihm für die schnelle, unmittelbare Verständigung auf grössere Distanzen durch seine Organe gezogen sind, zu überschreiten, ist wohl so alt wie die Menschheit selber. Die ersten Bemühungen in dieser Richtung dürften damit einige Hunderttausend Jahre zurückliegen. Aber der entscheidende Schritt, der zum durchschlagenden Erfolg führte, wurde erst vor etwas mehr als 100 Jahren getan, als man sich anschickte, die Elektrizität in den Dienst der Nachrichtenübermittlung zu stellen.

Von da an ging es unaufhaltsam, in ständig beschleunigter Weise aufwärts. Es ist nach Überwindung unzähliger Schwierigkeiten gelungen, immer grössere Entfernungen zu überbrücken und immer neue Arten von Informationen der elektrischen Fernübertragung zu erschliessen. Heute sind wir so weit, dass für Telegraphen-, Telephon-, Radio- und Bildsignale praktisch alle auf unserer Erde vorkommenden Distanzen in technisch einwandfreier Qualität überbrückt werden können. Einzig beim Fernsehen ist es noch nicht geglückt, eine brauchbare Übertragung zwischen den Kontinenten über die Weltmeere zu verwirklichen. Aber auch hier zeichnen sich bereits Lösungen ab.

Die bemerkenswerten Fortschritte der elektrischen Nachrichtentechnik haben natürlich ganz wesentlich mitgeholfen, dem Telephon, dem wir uns nun in den folgenden Ausführungen zuwenden wollen, zu einer ungeahnten Ausbreitung zu verhelfen.

Die Entwicklung des Telephons in der Welt

Heute zählen wir auf der ganzen Welt ungefähr 132 Millionen Telephonstationen. Der jährliche Zuwachs liegt bei etwa 6%, so dass das Welttelephonnetz zurzeit alle Jahre um rund 7–8 Millionen Telephonstationen vermehrt wird. Die Verteilung dieser Telephonstationen über die Welt ist indessen noch recht unterschiedlich. Über die Hälfte, nämlich 58%, entfallen auf Nordamerika (USA 53%, Kanada 5%) und rund 30% aller Telephonstationen sind in Europa zu finden. Auf die übrigen Kontinente entfällt demnach nur noch ein Anteil von 12%.

Dementsprechend ist die Telephondichte, das heisst die Zahl Telephonstationen je 100 Einwohner, in den verschiedenen Ländern noch recht ungleich, haben doch beispielsweise die Vereinigten Staaten bereits eine Dichte von 38 Teilnehmerstationen erreicht, während selbst Europa erst bei 6,6 angelangt

peut aussi très bien suivre ce phénomène dans les livres d'étude. Tandis qu'auparavant ils comprenaient pour ainsi dire exclusivement un texte descriptif accompagné d'images et de dessins, c'est l'explication mathématique abstraite de tous les phénomènes qui prédomine aujourd'hui; car elle seule permet finalement de saisir tous les processus secrets gravitant autour de la transmission des informations et de les rendre utilisables pour nous.

Les aspirations de l'homme à franchir les limites assez étroites que ses organes lui imposent pour entendre rapidement et immédiatement à de grandes distances sont aussi anciennes que l'humanité elle-même. Les premiers efforts tentés dans cette voie remontent certainement à quelques centaines de milliers d'années. Mais le pas décisif qui a conduit au succès éclatant n'a été fait qu'il y a un peu plus de 100 ans, lorsqu'on se décida à mettre l'électricité au service de la transmission des informations.

Dès lors, l'élan fut irrésistible et les progrès s'accélérèrent constamment. Après avoir surmonté d'innombrables difficultés, on réussit à vaincre des distances toujours plus grandes et à confier à l'électricité la transmission de catégories d'informations toujours nouvelles. Aujourd'hui, nous en sommes arrivés à un point tel que les signaux télégraphiques, téléphoniques, radiophoniques et les images sont pratiquement reçus à n'importe quelle distance sur le globe dans une qualité technique parfaite.

Ce n'est que pour la télévision qu'on n'est pas encore parvenu à réaliser une transmission utilisable entre les continents à travers les océans. Mais ici aussi des solutions se dessinent déjà.

Les progrès remarquables réalisés dans les informations transmises par l'électricité ont naturellement contribué pour une large part à donner au téléphone, auquel nous consacrons notre exposé, un essor inespéré.

L'évolution du téléphone dans le monde

Aujourd'hui, nous comptons sur toute la terre environ 132 millions de postes téléphoniques. L'augmentation annuelle est d'environ 6%, de sorte que le réseau téléphonique mondial s'accroît chaque année de 7–8 millions de postes téléphoniques. La répartition de ces postes de par le monde est encore très différente. Alors que l'Amérique du Nord en compte plus de la moitié, c'est-à-dire 58% (USA 53%, Canada 5%), et l'Europe 30%, les autres continents se partagent un reliquat de 12%.

Par conséquent, la densité téléphonique, c'est-à-dire le nombre de postes téléphoniques par 100 habitants, est encore très inégale dans les divers pays. Par exemple, les Etats-Unis ont déjà atteint une densité de 38 postes téléphoniques, tandis que l'Europe elle-même n'arrive qu'à 6,6 et que la densité mondiale n'est que de 4,3 *(figure 1)*.

Ces chiffres montrent que le téléphone n'est de loin pas encore parvenu au terme de son évolution.

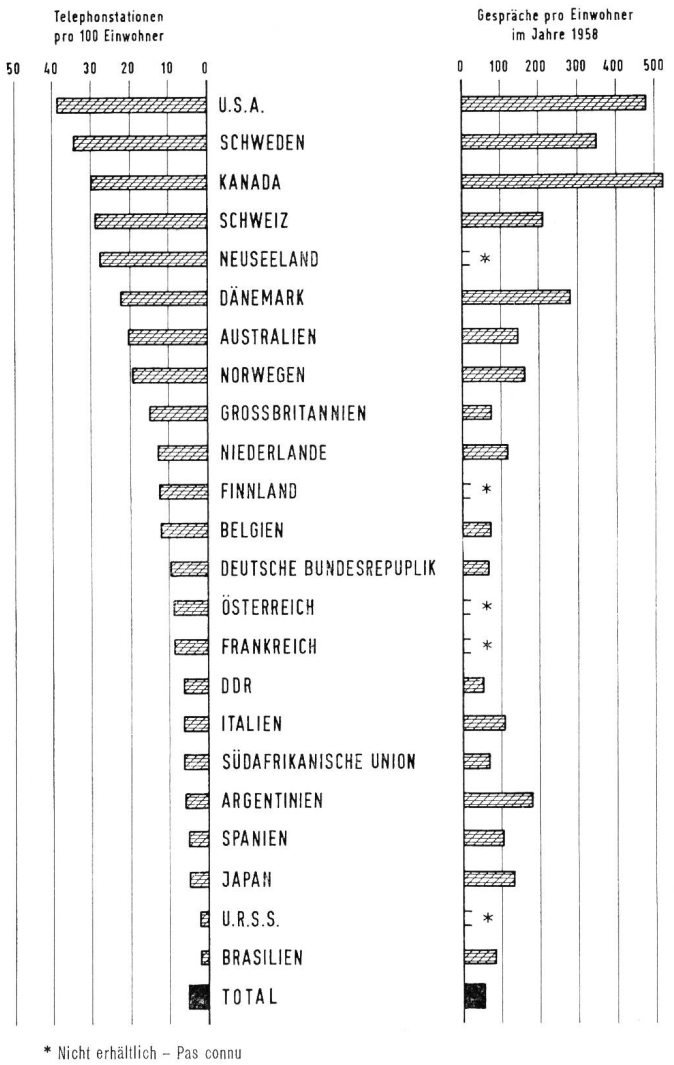


Fig. 1. Telephon- und Gesprächsdichte der Welt 1958 (Länder mit mehr als 500 000 Telephonstationen)
Densité du téléphone et des conversations dans le monde en 1958 (pays comptant plus de 500 000 postes téléphoniques)

ist, und die Dichte auf der ganzen Welt gar erst bei 4,3 liegt *(Figur 1)*.

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass das Telephon offenbar noch lange nicht am Ende seiner Entwicklung angelangt ist.

Heutiger Stand und künftige Entwicklung der Fernmeldetechnik

Ein Telephonnetz kann in drei Teile gegliedert werden, nämlich in

Teilnehmeranlagen,
Vermittlungsanlagen und
Übertragungsanlagen.

Die Teilnehmeranlagen umfassen alle Einrichtungen beim Telephonteilnehmer, angefangen von der einfachen Telephonstation bis zur komplizierten automatischen Teilnehmerzentrale.

Zu den Vermittlungsanlagen zählen wir die manuellen und automatischen Telephonzentralen. In ihnen werden die in sie einmündenden Teilnehmer- und Fernleitungen in der erforderlichen Weise so zu-

Etat actuel et évolution future des télécommunications

Un réseau téléphonique peut se diviser en trois parties:

les installations d'abonnés,
les installations de commutation et
les installations de transmission.

Les installations d'abonnés comprennent tous les équipements qui se trouvent chez l'abonné au téléphone, à commencer par le simple poste téléphonique jusqu'au central automatique d'abonné le plus compliqué.

Les installations de commutation sont les centraux téléphoniques manuels et automatiques où sont connectées les lignes d'abonnés et interurbaines, de façon que les conversations téléphoniques désirées s'écoulent normalement.

Les installations de transmission enfin se chargent de transmettre de façon impeccable les conversations aux distances désirées, de quelques kilomètres dans le réseau local à plusieurs milliers de kilomètres pour les liaisons intercontinentales.

Installations d'abonnés

Penchons-nous d'abord sur les équipements téléphoniques chez l'abonné. Le poste téléphonique avec tout ce qui s'y rattache est l'appareil qui est le plus familier à l'abonné. Ces trente dernières années, sa forme extérieure s'est considérablement modifiée.

L'ancien appareil de l'époque des systèmes à batterie locale, de forme lourde et de manipulation difficile, s'est transformé en un appareil aux lignes gracieuses et esthétiques *(figure 2)*.

Les parties les plus importantes du poste d'abonné sont

le microphone,
l'écouteur,
le disque d'appel et
la sonnerie.

L'élément le plus faible a été de tout temps le microphone à granules ou à grenaille de charbon. L'effet physique utilisé en l'occurrence, c'est-à-dire la résistance dépendant de la pression d'un champ de grenaille de charbon, a ses inconvénients qui n'ont jamais pu être éliminés complètement. D'autre part, il n'a pas été possible, pour des questions de prix, de remplacer par un meilleur élément ce type de microphone qui présente un rendement extraordinairement élevé en ce qui concerne la transposition de l'énergie acoustique, c'est-à-dire les variations de pression de l'air en énergie électrique.

Ce n'est que ces tout derniers temps qu'on a pu s'attaquer avec efficacité à ce problème, grâce à la découverte du *transistor*.

Il est maintenant possible d'utiliser des microphones moins sensibles mais plus sûrs, par exemple du type électromagnétique, et d'amplifier la tension de sortie plus faible à l'aide d'un transistor. Cette mesure permet de réunir plusieurs avantages d'un seul coup; car on peut, pour ainsi dire sans frais supplémentaires,

sammengeschaltet, dass die gewünschten Telephongespräche zustande kommen.

Die Übertragungsanlagen endlich sorgen für die qualitativ einwandfreie Übertragung der Gespräche nach den gewünschten Entfernungen, angefangen von wenigen Kilometern im Ortsnetz bis zu mehreren Tausend Kilometern bei interkontinentalen Verbindungen.

Teilnehmeranlagen

Wenden wir uns nun zuerst den telephonischen Einrichtungen beim Teilnehmer zu. Die Telephonstation mit ihrem Zubehör ist dasjenige Gerät, das dem Abonnenten am besten vertraut ist. In den letzten 30 Jahren hat sie, rein äusserlich gesehen, ihre Form beträchtlich verändert *(Figur 2)*.

Der ehemals unförmige, schwer zu handhabende Apparat aus der Zeit der Lokalbatteriesysteme hat sich in ein gefälliges, ästhetisch ansprechendes Gerät gewandelt.

Die wichtigsten Bestandteile des Teilnehmerapparates sind:

das Mikrophon,
der Hörer,
die Wählscheibe und
die Glocke.

Das schwächste Element ist wohl von jeher das Kohlekörner- beziehungsweise Kohlegriessmikrophon gewesen. Der hier ausgenützte physikalische Effekt, nämlich der druckabhängige Widerstand einer Kohlegrießstrecke, hat seine Tücken, die nie restlos ausgemerzt werden konnten. Anderseits ist es aus preislichen Gründen nicht gelungen, diesen Mikrophontyp, der einen ausserordentlich hohen Wirkungsgrad hinsichtlich der Umsetzung von akustischer Energie, das heisst der Druckschwankungen der Luft, in elektrischer Energie aufweist, durch einen besseren zu ersetzen.

Erst in neuester Zeit konnte diesem Problem nun dank der Erfindung des *Transistors* wirksam auf den Leib gerückt werden.

Es ist jetzt möglich, weniger empfindliche, aber betriebssichere Mikrophone, zum Beispiel des elektromagnetischen Typs, einzusetzen und die geringere Ausgangsspannung mit Hilfe eines Transistors zu verstärken. Mit dieser Massnahme können gleich mehrere Verbesserungen erzielt werden; denn man kann die Schaltung sozusagen ohne Mehraufwand so treffen, dass ein automatischer Dämpfungsausgleich in Funktion des Speisestromes und damit in Abhängigkeit von der Länge der Anschlussleitung (Teilnehmerkabel) sowie eine teilweise Dämpfungsentzerrung der durch lange Kabelleitungen verursachten Amplitudengangverzerrungen eintritt. Und «last but not least» ergibt sich die Möglichkeit, den Speisestrom beträchtlich – das heisst von 50 mA auf ungefähr 10 mA – zu reduzieren. Dank diesen Neuerungen kann der Aufwand im Ortskabelnetz durch ausgedehntere Verwendung von kleinern Durchmessern (zum Beispiel 0,4 mm anstelle von 0,6 mm ∅) der Kabelleitungen herabgesetzt werden.

utiliser un montage tel qu'une correction d'affaiblissement automatique agisse en fonction du courant d'alimentation et, ainsi, en rapport avec la longueur de la ligne de raccordement (câble d'abonnés), et que se produise un équilibrage partiel des distorsions d'amplitude provoquées par de longues lignes en câbles. Et, «last but not least», il est possible de réduire considérablement le courant d'alimentation – c'est-à-dire de le ramener de 50 mA à 10 mA environ. Ces innovations diminuent les dépenses dans le réseau des câbles locaux du fait de l'emploi plus étendu de conducteurs de câbles à diamètre plus faible (par exemple 0,4 mm au lieu de 0,6 mm).

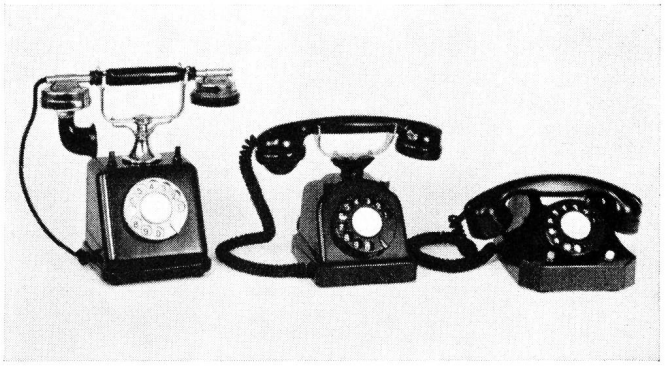


Fig. 2. Zur Entwicklung der Telephonstation in der Schweiz
Links: Altes Modell zu Beginn der Automatisierung in den zwanziger Jahren; *Mitte:* Modell 29; *Rechts:* Moderne Ausführung Modell 50
Développement du poste téléphonique en Suisse
à gauche: ancien modèle du début de l'automatisation aux environs de 1920; *au centre:* modèle 29; *à droite:* exécution moderne, modèle 50

S'agissant du disque d'appel, on se demande s'il ne pourrait pas être remplacé par un dispositif encore plus approprié.

L'intérêt principal se porte sur la sélection à l'aide de touches, la *sélection dite par clavier*, telle qu'elle a déjà fait ses preuves depuis longtemps aux positions de travail des opératrices *(figure 3)*.

De plus, on a songé aussi aux possibilités toutes nouvelles du téléphone. Il est, par exemple, très avantageux dans certains cas de n'être pas lié au

Fig. 3. Teilnehmerstation mit Tastaturwahl
Poste d'abonné avec clavier de sélection

Fig. 4. Lautsprechendes Telephon
Téléphone par haut-parleurs

Auch bei der Wählscheibe fragt man sich, ob diese nicht durch ein noch zweckmässigeres Gerät ersetzt werden könnte.

Im Vordergrund des Interesses steht dabei das Wählen mit Hilfe von Tasten, die sogenannte *Tastaturwahl*, wie sie sich an den Arbeitsplätzen der Telephonistinnen schon längst eingebürgert hat *(Figur 3)*.

Aber auch der altbewährte Glockenruf ist Gegenstand von Untersuchungen, mit dem Ziel, das Läutwerk ebenfalls zu verbessern, wobei man an *andere Rufmethoden*, wie beispielsweise durch sinusförmig gewobbelte Töne usw., denkt.

Im fernern hat man auch an ganz neue Möglichkeiten des Telephonierens gedacht. So ist es zum Beispiel in gewissen Fällen vorteilhaft, wenn man nicht an das Mikrotelephon gebunden ist sondern beide Hände frei hat und frei sprechen kann, so, als ob der Partner einem gegenübersitzen würde.

Für dieses sogenannte lautsprechende Telephon sind in letzter Zeit aussichtsreiche Ausführungen entwickelt worden. Die neuesten Apparate benötigen nicht einmal einen Netzanschluss, sondern werden direkt von der Amtszentrale aus, wie die gewöhnlichen Teilnehmerstationen gespeist. Auch hier war es wieder der Transistor, der der Idee zum entscheidenden Durchbruch verhalf *(Figur 4)*.

Aber auch damit sind die Möglichkeiten keineswegs erschöpft. Man möchte doch unter gewissen Umständen den Partner nicht nur sprechen hören, sondern gleichzeitig auch sehen. Auch solche Geräte sind als sogenannte *Fernsehtelephone* bereits entwickelt worden. Sie zeigen auf einem kleinen Bildschirm, von zum Beispiel 8 × 8 cm, das Bild des Gesprächspartners.

Der Vollständigkeit halber sei auch an die verschiedenen bereits auf dem Markt befindlichen Geräte erinnert, die es erlauben, einem Abonnenten auch bei dessen Abwesenheit Nachrichten zuzutelephonieren, beziehungsweise von seiner Station automatisch gewisse Auskünfte, wie Dauer der Abwesenheit, Aufenthaltsort usw. zu erhalten *(Figur 5)*.

microtéléphone, mais d'avoir les deux mains disponibles et de pouvoir converser librement comme si l'on était assis en face de son partenaire.

Pour le téléphone par *haut-parleurs*, des modèles excellents ont été mis au point ces derniers temps. Les appareils les plus récents n'exigent plus un raccordement au réseau courant fort, mais sont directement alimentés du central réseau comme les postes d'abonnés ordinaires. Ce fut aussi ici le transistor qui donna à l'idée l'impulsion décisive *(figure 4)*.

Mais les possibilités n'en sont pas pour autant épuisées. Dans certaines circonstances, on n'aimerait pas seulement entendre son correspondant, mais en même temps le voir. Ces appareils, appelés *visiotéléphones*, ont déjà été mis au point. Ils montrent sur un petit écran de 8 × 8 cm par exemple l'image du correspondant.

Pour être complet, je rappelle aussi les divers appareils qui se trouvent déjà sur le marché et qui permettent de donner par téléphone à un abonné, même pendant son absence, des informations, respectivement de recevoir automatiquement de son poste certains renseignements, tels que la durée de l'absence, le lieu de séjour, etc. *(figure 5)*.

Jusqu'ici, ces appareils étaient encore de grandes dimensions et souvent de formes disgracieuses, mais les progrès réalisés les ont rendus plus maniables et d'aspect plus agréable.

Installations de commutation

Avant de parler de la technique de la commutation, nous devons nous arrêter brièvement à la période qui a immédiatement précédé l'introduction de la téléphonie automatique. Les abonnés au téléphone devenant de plus en plus nombreux, les jacks de raccordement dans les centraux augmentaient aussi sans cesse.

Cela provoqua petit à petit un manque de place, indépendamment du fait que le service devint tou-

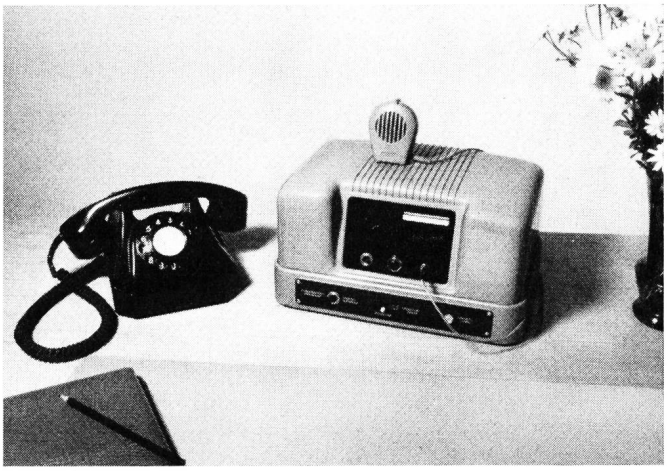


Fig. 5. Zusatzgerät zum Telephon für die Entgegennahme von Meldungen bzw. für das Erteilen von Auskünften bei Abwesenheit des Abonnenten
Dispositif accessoire du téléphone permettant de recevoir des avis ou de donner des renseignements en cas d'absence de l'abonné

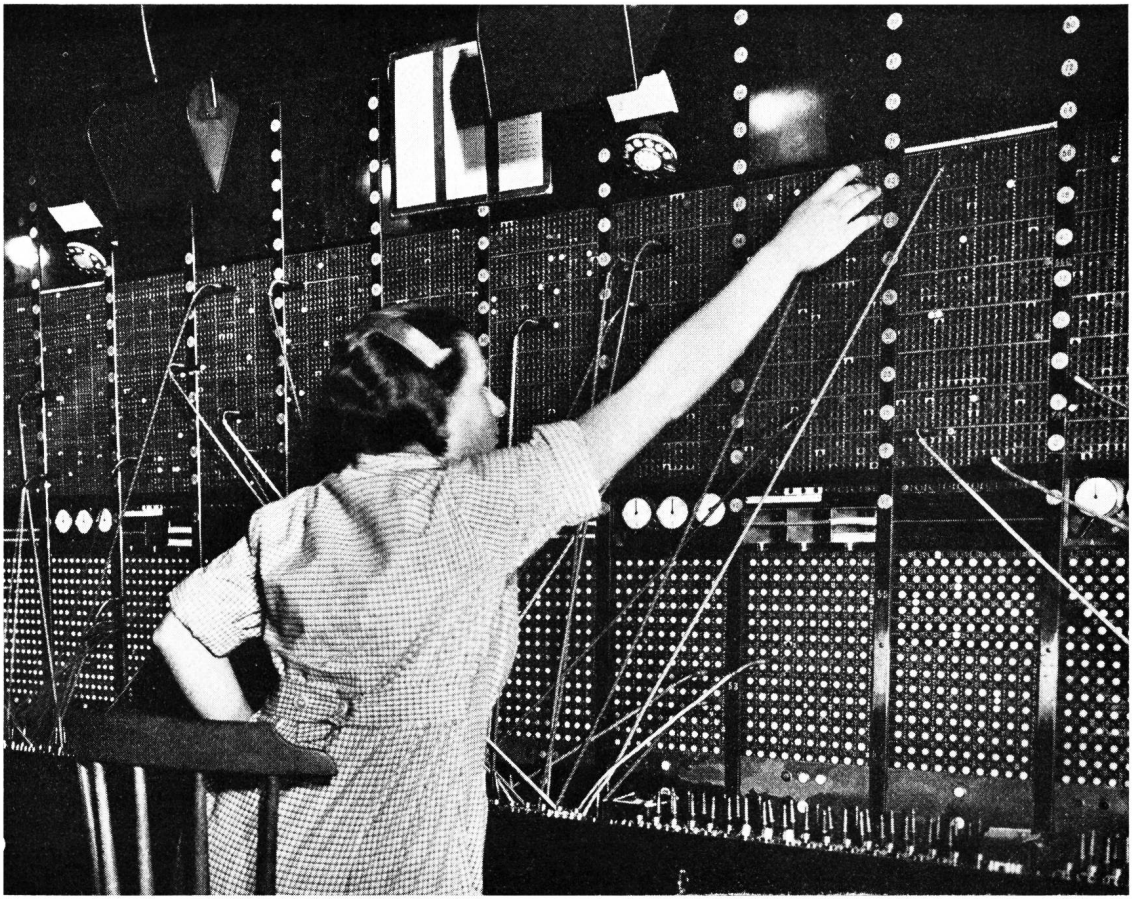


Fig. 6. Manuelle Zentrale St. Gallen für 8000 Telephonteilnehmer vor der Automatisierung. Durch die wachsende Zahl von Teilnehmeranschlussklinken wurde die Bedienung immer schwieriger

Central manuel de St-Gall pour 8000 abonnés au téléphone, immédiatement avant l'automatisation. Le nombre sans cesse croissant de jacks de raccordement des abonnés rendait le service toujours plus difficile

Diese Geräte waren bis heute noch etwas unförmig und gross, werden nun aber dank den erzielten Fortschritten zusehends kleiner und handlicher.

Vermittlungsanlagen

Wenn wir uns nun dem Gebiete der Vermittlungstechnik zuwenden, so wollen wir doch zuerst kurz einen Blick zurückwerfen in die Zeit unmittelbar vor der Einführung der automatischen Telephonie. Mit der ständig wachsenden Zahl der Telephonteilnehmer mussten auch die Anschlussklinken in den Zentralen immerzu vermehrt werden.

Dies führte allmählich zu einer Platznot, ganz abgesehen von der immer schwieriger werdenden Bedienung, wie dies *Figur 6* deutlich veranschaulicht. Wollte man eine Unterteilung der grossen Ortsnetze auf mehrere handbediente Zentralen mit den damit verbundenen bekannten Nachteilen für die Verkehrsabwicklung vermeiden, so war es höchste Zeit, dass man hier Abhilfe schaffte. Die Lösung dieses Problems gelang durch den Übergang zur vollautomatischen Vermittlung der Telephongespräche. Die Automatisierung der Verbindungsherstellung hat denn auch tatsächlich die Verhältnisse gründlich saniert. Den Telephonistinnen verbleibt die interessantere und abwechslungsreichere Vermittlung der internationalen Telephongespräche und der Spezial-

jours plus difficile, ainsi que le fait clairement ressortir la *figure 6*. Si l'on voulait éviter de répartir les grands réseaux locaux sur plusieurs centraux manuels avec les inconvénients inhérents connus pour l'écoulement du trafic, il fallait de toute urgence remédier à cet état de choses. Le passage à la commutation automatique des conversations téléphoniques résolut ce problème. Les communications étant établies automatiquement, les conditions s'améliorèrent largement. Les opératrices ne conservaient plus que la commutation intéressante et variée des conversations téléphoniques internationales, ainsi que des appels destinés aux services spéciaux, tels que les renseignements, etc. La *figure 7* montre que les positions d'opératrice ont pu être construites de façon plus simple et plus commode pour le service.

Dans le service international, l'établissement des communications s'automatise à un rythme rapide: au moyen de son disque d'appel ou de son clavier et sans le secours d'une ou de plusieurs de ses collègues étrangères, l'opératrice peut directement composer le numéro de l'abonné au téléphone désiré à l'étranger. C'est ce qu'on appelle le *trafic semi-automatique*, dans lequel on réussit à établir les communications demandées très rapidement, pour ainsi dire sans délai d'attente. Par exemple, le central manuel international de Genève donne aujourd'hui à l'appelant toutes

dienste, wie Auskunft usw. Die Arbeitsplätze konnten vereinfacht und bequemer zum Bedienen gebaut werden, wie *Figur 7* zeigt.

In raschem Tempo wird nun auch auf internationaler Ebene die Verbindungsherstellung in dem Sinne automatisiert, dass die Telephonistin den gewünschten Telephonteilnehmer im Ausland mit ihrer Wählscheibe oder Nummerntastatur direkt und ohne Mithilfe einer oder mehrerer ausländischer Kolleginnen einstellen kann. Bei diesem sogenannten *halbautomatischen Verkehr* gelingt es, die verlangten Verbindungen sehr rasch, sozusagen ohne Wartezeit, zu vermitteln. So werden beispielsweise in der internationalen handbedienten Zentrale Genf heute alle Gespräche

les conversations avec Paris ou Londres en moins de trois minutes.

Mais, dans certaines conditions, on peut aussi renoncer aux cordons de commutation et on obtient alors les *commutateurs sans cordons,* tels que les montre la *figure 8.*

On s'efforce d'adapter dans toute la mesure du possible la place de travail de l'opératrice et les conditions de travail aux connaissances modernes de la physiologie du travail et de la psychologie, pour réaliser un climat agréable.

Dans tous les pays, la tâche principale de la commutation téléphonique est de plus en plus confiée à la machine. Et c'est bien ainsi. L'homme doit être

Fig. 7. Moderne manuelle Vermittlungszentrale für den internationalen Telephonverkehr

Central manuel moderne pour le trafic téléphonique international

mit Paris oder London dem Anrufenden in weniger als drei Minuten vermittelt.

Aber auch auf die sogenannten Vermittlungsschnüre kann unter gewissen Voraussetzungen verzichtet werden, und man erhält dann die gefälligen sogenannten *schnurlosen Vermittlungspulte*, die *Figur 8* zeigt.

Man ist bestrebt, den Arbeitsplatz der Telephonistin und die Arbeitsbedingungen den modernen Erkenntnissen der Arbeitsphysiologie und -psychologie so weitgehend als möglich anzupassen, um eine erfreuliche Arbeitsatmosphäre zu erreichen.

libéré de tout travail monotone, arrivant en grandes quantités; la machine convient précisément bien pour le remplacer dans ce domaine. A ce propos, on craint souvent que la téléphoniste se trouve sans travail de par cette évolution ou que sa profession s'éteigne lentement. L'automatisation en Suisse prouve de toute évidence que cette crainte n'est pas fondée. Bien que tout le trafic national soit automatique, le nombre des téléphonistes est à peu près le même que celui qu'on trouve au début de l'automatisation il y a 35 ans. Seul leur champ d'activité s'est déplacé du trafic national au trafic international et, en outre,

Fig. 8.
Schnurlose Vermittlungsstelle in einer Nebenstellenzentrale
Place de commutation sans cordon dans un central à installations secondaires

Die Hauptlast der telephonischen Vermittlung wird indessen in allen Ländern immer mehr auf die Maschine abgewälzt. Und das ist auch richtig. Von einförmiger, in grossen Massen anfallender Arbeit soll der Mensch befreit werden, dazu ist uns die Maschine gerade gut genug. Oft wird in diesem Zusammenhang befürchtet, die Telephonistin werde durch diese Entwicklung arbeitslos, beziehungsweise ihr Beruf werde langsam aussterben. Dass diese Befürchtung unbegründet ist, zeigt gerade die Automatisierung in der Schweiz. Obwohl heute der gesamte inländische Verkehr vollautomatisch abgewickelt wird, ist die Zahl der Telephonistinnen fast gleich geblieben wie zu Beginn der Automatisierung vor rund 35 Jahren. Lediglich ihr Arbeitsgebiet hat sich vom inländischen auf den internationalen Verkehr verlagert, und ausserdem mussten die zahlreichen Spezialdienste, wie Auskunft, technische Dienste usw., vergrössert und ausgebaut werden. Zudem erfordert die stets wachsende Zahl von Hauszentralen in den Unternehmungen aller Art die Mithilfe von Telephonistinnen.

Wohl werden künftig auch die internationalen Telephonverbindungen mit starkem Verkehr im Interesse der Wirtschaftlichkeit und der flüssigen Verkehrsabwicklung automatisiert. Doch wird dies

les nombreux services spéciaux, tels que les renseignements, les services techniques, etc., ont dû être agrandis et développés. De plus, le nombre toujours plus grand de centraux domestiques dans les entreprises de toute sorte exige le concours de téléphonistes.

Pour que le rendement soit économique et que le trafic s'écoule de façon parfaite, il est certain que les liaisons téléphoniques internationales à fort trafic seront, à l'avenir, aussi automatisées. Mais cela ne sera d'abord possible qu'avec les centres importants (grandes villes), respectivement avec les pays qui, de leur côté, disposent d'un réseau téléphonique suffisamment automatisé. C'est pourquoi la commutation manuelle sera encore indispensable pendant très longtemps avec la plus grande partie des pays. Ce trafic augmentant dans des proportions considérables, on sera tout heureux de pouvoir y faire face sans accroissement important du nombre des téléphonistes.

En outre, il ne faut pas oublier que l'automatique ouvre de nouveaux champs d'activité intéressants et très qualifiés à de nombreuses catégories professionnelles pour le développement, la construction et l'exploitation des nouvelles installations automatiques. Elle contribue fortement à rendre les biens les plus divers accessibles à de larges couches de la population.

zunächst nur mit den grossen Verkehrszentralen (Großstädte) beziehungsweise mit denjenigen Ländern möglich sein, die ihrerseits über ein weitgehend automatisiertes Telephonnetz verfügen. Mit dem grössten Teil aller Länder wird deshalb noch auf Generationen hinaus die manuelle Vermittlung unumgänglich sein. Da dieser Verkehr ebenfalls sehr stark zunimmt, wird man froh sein, wenn es gelingt, ohne wesentliche Vermehrung der Telephonistinnen auszukommen!

Ausserdem ist bei der Automation stets zu bedenken, dass diese für die Entwicklung, den Bau und Betrieb der neuen vollautomatischen Anlagen zahlreichen Berufskategorien neue, interessante und hochqualifizierte Arbeitsgebiete erschliesst. Die Automation trägt ganz gewaltig dazu bei, die verschiedensten Güter breiten Volksschichten erschwinglich zu machen.

So mussten in der Schweiz die Telephontaxen seit über dreissig Jahren, trotz Abwertung und Teuerung, nicht nur nie heraufgesetzt werden, sondern man denkt heute vielmehr daran, sie herabzusetzen, weil der Reingewinn aus dem Telephonbetrieb in den letzten Jahren ständig grösser geworden ist und heute rund 130 Millionen Franken jährlich erreicht. Dies ist in erster Linie nur dank der Automatisierung der Telephonvermittlung möglich, denn wollte man den heutigen, gewaltigen Verkehr von über drei Millionen Gesprächen täglich manuell vermitteln, so wäre dazu ein Heer von über 20 000 Telephonistinnen nötig. Ganz abgesehen davon, dass es gegenwärtig wohl ganz unmöglich wäre, eine so grosse Zahl von Telephonistinnen zu rekrutieren, würden die hohen Personalkosten den heutigen Reingewinn der Telephondienste nicht nur verschlucken, sondern ausserdem ein grosses Defizit bewirken.

Die sinnvoll angewendete Automation befreit demnach den Menschen nicht nur von eintöniger Routinearbeit, sondern trägt wesentlich dazu bei, den Lebensstandard eines Volkes zu heben.

Worin besteht nun die Aufgabe einer automatischen Telephonzentrale? Sie muss im Grunde genommen genau das ausführen, was die Telephonistin ebenfalls tut, das heisst zunächst Entgegennahme des Auftrages (Nummer bitte!), dann überlegen, wie der Auftrag am schnellsten ausgeführt werden kann, und schliesslich die Verbindung durchschalten.

Eine Vermittlungszentrale kann demnach aufgeteilt werden in das

Sprechwege-Netzwerk und das
Netzwerk für die Informationsverarbeitung

Das Sprechwege-Netzwerk ermöglicht es, die angeschlossenen Teilnehmer- und Fernleitungen in der gewünschten Weise elektrisch miteinander zu verbinden.

Das Netzwerk für die Informationsverarbeitung dagegen nimmt den Auftrag entgegen, übersetzt ihn in die Sprache des Durchschaltenetzwerkes und erteilt diesem die nötigen Befehle, damit die gewünschte Verbindung zustande kommt.

Ainsi, en Suisse, malgré la dévaluation et le renchérissement, les taxes téléphoniques n'ont jamais dû être augmentées; au contraire, on songe aujourd'hui plutôt à les abaisser, le bénéfice net du service téléphonique n'ayant cessé d'augmenter au cours de ces dernières années et atteignant actuellement 130 millions de francs par année. Mais cela ne fut avant tout possible que grâce à l'automatisation de la commutation téléphonique; car si l'on voulait établir manuellement l'énorme trafic actuel de plus de 3 millions de conversations par jour, il serait nécessaire de disposer d'une armée de plus de 20 000 téléphonistes. Indépendamment du fait qu'il serait absolument impossible de recruter un si grand nombre d'opératrices, les frais de personnel élevés n'engloutiraient pas seulement le bénéfice net actuel des services téléphoniques, mais provoqueraient encore un énorme déficit.

L'automatique appliquée judicieusement ne libère pas seulement l'homme du travail de routine monotone, mais contribue puissamment à élever le standard de vie d'un peuple.

En quoi consiste la tâche d'un central téléphonique automatique? Il doit en principe effectuer exactement ce que fait la téléphoniste, c'est-à-dire recevoir d'abord l'ordre (quel numéro?), puis examiner comment l'ordre peut être exécuté le plus rapidement possible et enfin établir la communication.

Un central manuel peut être divisé en

réseau électrique des voies de conversation et en
réseau électrique pour le traitement des informations.

Le réseau électrique des voies de conversation permet de relier électriquement entre elles, de la façon désirée, les lignes d'abonnés et interurbaines raccordées.

Le réseau électrique pour le traitement des informations, en revanche, reçoit l'ordre, le traduit dans le langage du réseau de connexion et donne à celui-ci les ordres nécessaires pour que la communication désirée aboutisse.

Les deux réseaux ont été équipés selon l'ancienne technique *d'éléments électromécaniques*: le *relais* et le *sélecteur ou le chercheur*. Ces éléments ont été fabriqués et mis en service en diverses variantes, pour lesquelles le même principe a toujours servi de base.

Les sélecteurs électromécaniques se sont, d'une façon générale, très bien comportés. Ils souffrent néanmoins de certains défauts qui, malgré tous les efforts déployés, n'ont pas pu être éliminés jusqu'ici, du fait qu'ils sont en partie inhérents à la conception de ce type de sélecteur. Ce sont:

- Des défauts de contact qui sont partiellement provoqués par des sélecteurs voisins en mouvement et qui donnent lieu à des bruits et à des phénomènes d'évanouissement dans les circuits de conversation.
- L'entretien qui, du fait des pièces mues mécaniquement et en partie très fortement mises à contribution, est considérable et assez coûteux.

Beide Netzwerke sind in der bisherigen Technik mit *elektromechanischen* Elementen, nämlich dem *Relais* und dem Wähler oder Sucher aufgebaut worden. Sie werden in verschiedenen Varianten, denen jedoch stets das gleiche Prinzip zugrunde liegt, ausgeführt und in der Praxis eingesetzt.

Die elektromechanischen Wähler haben sich im grossen und ganzen sehr gut bewährt. Es haften ihnen indessen gewisse Mängel an, die bis heute trotz allen Anstrengungen nicht ausgemerzt werden konnten, weil sie zum Teil mit der Konzeption dieses Wählertyps verbunden sind. Es sind dies:

- Kontaktfehler, die, teilweise hervorgerufen durch benachbarte, in Bewegung befindliche Wähler, zu Geräuschen und Fadingerscheinungen in den Sprechkreisen Anlass geben.
- Der Unterhalt ist, infolge der mechanisch bewegten und zum Teil hochbeanspruchten Einzelteile umfangreich und verhältnismässig kostspielig.
- Der Wähler arbeitet infolge der grossen zu beschleunigenden Massen verhältnismässig langsam, die Durchschaltegeschwindigkeit wird dadurch begrenzt.

Für künftige Automatensysteme wäre es ausser der Vermeidung der angeführten Mängel erwünscht, den Platzbedarf zu reduzieren und den Stromverbrauch zu verringern.

Man hat schon vor Jahren versucht, die Durchschaltung mit Hilfe von Schaltern anderer Konzeption vorzunehmen. Dies führte zum sogenannten *Kreuzwähler-* oder besser Kreuzschalter, der auch Koordinatenschalter genannt wird *(Figur 9)*.

Wie der Name sagt, werden die ankommenden und abgehenden Leitungen auf eine Art Kreuzschienenverteilsystem geführt. Die Durchschaltung der gewünschten Leitungskombination geschieht im zugehörigen Kreuzpunkt durch elektromagnetisches Betätigen erst der entsprechenden horizontalen und anschliessend der vertikalen Schaltstange *(Figur 10)*. Da der Markierfinger F der horizontalen Stange elastisch ist und sich zwischen der vertikalen Stange und dem sogenannten Kontakt-Hubplättchen H einschiebt, kann die horizontale Stange nach der Durchschaltung wieder freigegeben werden. Sie wird zur Vermittlung weiterer Verbindungen erneut benötigt, wogegen die vertikale Schaltstange für die Dauer der Verbindung belegt bleibt.

Einen etwas anderen Weg beschritt die Firma Siemens & Halske AG, indem sie, am Kreuzwählerprinzip festhaltend, jeden Kreuzpunkt individuell mit einem kleinen, schnellschaltenden Relais ausrüstet. Durch geeigneten Zusammenbau dieser Relais in Gruppen können Koppelfelder aufgebaut werden, die eine sehr rasche Verbindungsherstellung ermöglichen (Durchschaltung in etwa 2 ms).

In Zentralen mit mehreren tausend Teilnehmeranschlüssen – wie sie normalerweise gebaut werden – ist es nicht möglich, für jeden Anschluss je eine vertikale und horizontale Schaltstange in ein- und demselben Koordinatenschalter vorzusehen, so dass

- Le sélecteur qui travaille assez lentement par suite des grandes masses à mettre en mouvement, ce qui limite la vitesse de commutation.

Pour les systèmes d'automates futurs, il serait souhaitable, les défauts susmentionnés étant bien entendu évités, que la place nécessaire soit réduite et que la consommation de courant soit diminuée.

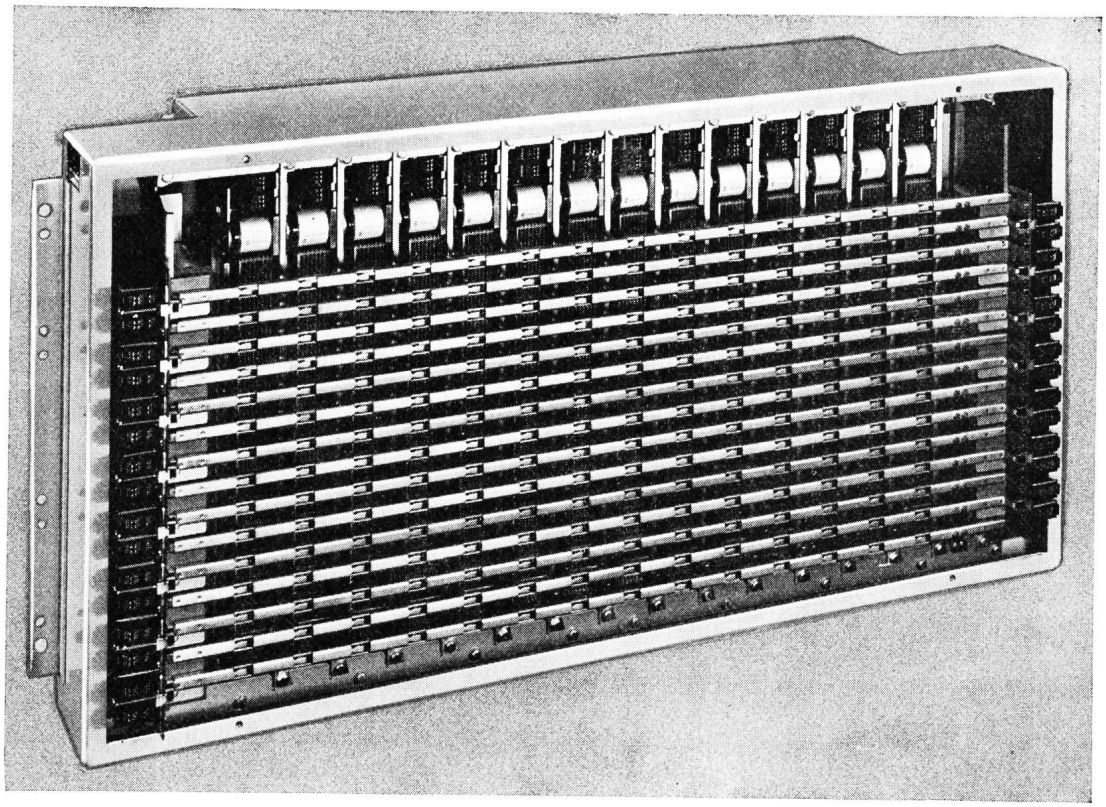
On a déjà essayé il y a des années d'opérer la connexion à l'aide de sélecteurs d'autre conception. On est arrivé à construire le *sélecteur crossbar* qui est aussi appelé sélecteur à coordonnées *(figure 9)*.

Comme le nom l'indique, les lignes arrivantes et sortantes aboutissent sur une sorte de système de répartiteur à barres croisées. La connexion de la combinaison de lignes désirée se fait au point d'intersection par actionnement électromagnétique d'abord de la barre de commutation horizontale et ensuite de la barre de commutation verticale *(figure 10)*. Etant donné que le ressort-marqueur F de la barre horizontale est élastique et qu'il s'intercale entre la barre verticale et la plaquette à contacts H, la barre horizontale peut être libérée après la connexion. Elle sera à nouveau utilisée pour établir de nouvelles communications; en revanche, la barre de commutation verticale restera occupée tant que durera la communication.

Les établissements Siemens & Halske S.A. ont suivi une voie quelque peu différente: ils ont conservé le principe du sélecteur crossbar, mais ont équipé chaque point d'intersection d'un petit relais à fonctionnement rapide. En réunissant de façon appropriée ces relais en groupes, on peut établir des champs de couplage qui permettent d'établir très rapidement les communications (commutation en 2 ms environ).

Dans les centraux comptant plusieurs milliers de raccordements d'abonnés – tels qu'ils sont construits normalement –, il n'est pas possible de prévoir pour chaque raccordement une barre verticale et une barre horizontale dans le même sélecteur crossbar, de sorte qu'un seul point d'intersection doit suffire pour établir la connexion. Le nombre des points d'intersection coûteux serait trop élevé et une construction de ce genre serait absolument impossible. C'est pourquoi plusieurs unités de sélecteurs crossbars sont réunies selon la *figure 11* par un système de lignes intermédiaires et une communication est établie par l'entremise de plusieurs points d'intersection. Le réseau de commutation qui revêt ici presque toute son importance sert aussi à connecter temporairement les enregistreurs.

Des efforts remarquables ont néanmoins été entrepris pour que les éléments de commutation électromécaniques restants soient remplacés par des sélecteurs électroniques. On place actuellement de grands espoirs dans le transistor de commutation, en s'efforçant de le mettre tout à fait au point pour qu'il satisfasse aux exigences élevées d'un point d'intersection dans le réseau de commutation d'un central automatique. Mais, jusqu'ici, on n'a atteint ce but que pour de petits centraux, principalement pour des



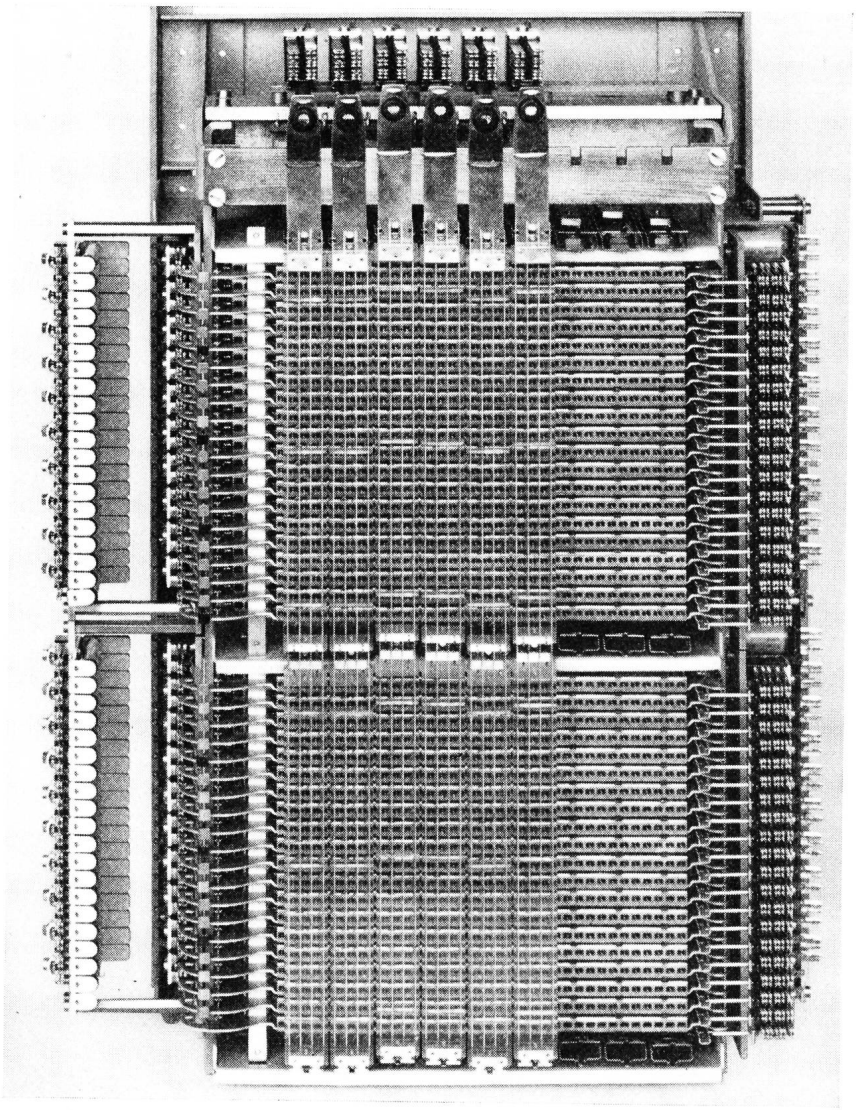


Fig. 9.
Kreuz- oder Koordinatenschalter
Oben: Typ Pentaconta;
Unten: Schweizer Koordinatenschalter

Sélecteur crossbar
en haut: type Pentaconta;
en bas: sélecteur crossbar suisse

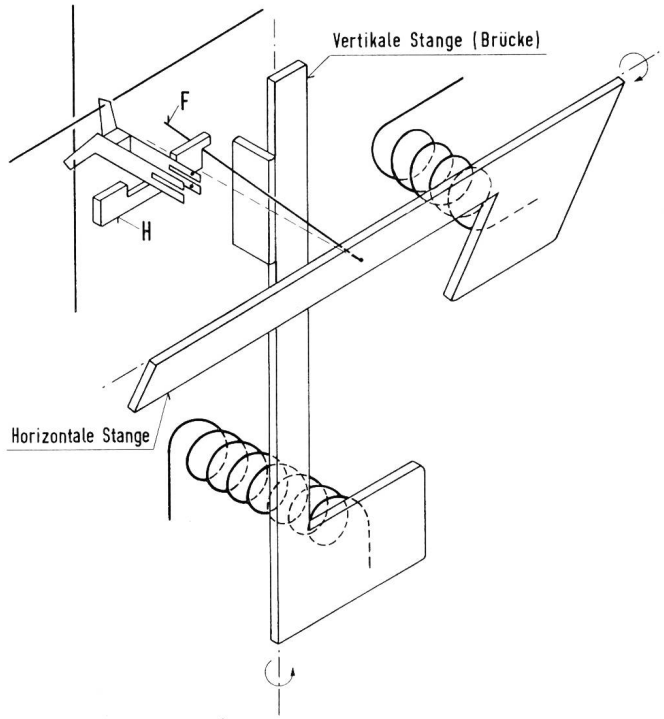


Fig. 10. Vereinfachte Darstellung der Betätigung des Durchschaltekontaktes im Koordinatenschalter
Schéma simplifié de l'actionnement du contact de commutation dans le sélecteur crossbar
Vertikale Stange (Brücke) – Barre verticale (pont)
Horizontale Stange – Barre horizontale

zur Durchschaltung ein einziger Kreuzpunkt ausreichte. Die Zahl der kostspieligen Kreuzpunkte würde zu hoch, und eine konstruktive Gestaltung wäre überhaupt unmöglich. Deshalb werden mehrere Koordinatenschaltereinheiten gemäss *Figur 11* durch ein Zwischenleitungssystem gekoppelt, und eine Verbindung wird über mehrere Kreuzpunkte durchgeschaltet. Das Durchschaltenetzwerk, das hier seiner wörtlichen Bedeutung sehr nahe kommt, dient dabei auch zur vorübergehenden Anschaltung der Register.

Bemerkenswerte Anstrengungen werden indessen unternommen, um auch die verbleibenden elektromechanischen Schaltelemente durch elektronische Schalter zu ersetzen. Grosse Hoffnungen setzt man zurzeit auf den Schalttransistor, indem man sich bemüht, ihn so weit zu entwickeln, dass er den hohen Anforderungen eines Kreuzpunktes im Durchschaltenetzwerk einer automatischen Zentrale gerecht wird. Dieses Ziel ist jedoch bis heute nur für kleine Zentralen, hauptsächlich für besondere Nebenstellenanlagen, erreicht worden. Doch ist nicht daran zu zweifeln, dass es gelingen wird, auch für grosse Zentralen brauchbare Lösungen zu finden.

Neben diesen auf der räumlichen Aufteilung der Verbindungen (space diversity) beruhenden Systemen stehen indessen auch noch die sogenannten Zeitmultiplex-Systeme im Brennpunkt des Interesses. Bei ihnen erfolgt die Aufteilung der Verbindungen durch zeitliche Staffelung der Informationen (time diversity), das heisst einem Prinzip, wie es in der installations secondaires spéciales. Il ne fait cependant aucun doute qu'on réussira à trouver des solutions applicables aux grands centraux.

A part les systèmes reposant sur la répartition des communications dans l'espace (space diversity), les systèmes multivoies à multiplexage par répartition dans le temps sont au centre de l'intérêt. Dans ces systèmes, la répartition des communications se fait par gradation des informations (time diversity), c'est-à-dire d'après un principe qui est appliqué dans la téléphonie multivoies par faisceaux hertziens avec modulation des impulsions en phase.

Pour assurer une intelligibilité parfaite, une communication téléphonique ne doit pas nécessairement transmettre de façon intégrale toutes les variations d'amplitude qui se produisent dans le mélange sonore de la conversation. Cette circonstance est mise à profit dans le système multivoies à multiplexage par répartition dans le temps, seuls des passages précis des amplitudes de la conversation étant transmis à des intervalles de temps réguliers. La *figure 12* présente un modèle qui sert à démontrer cette particularité. Si les deux commutateurs tournent en synchronisme et que le commutateur S ferme chaque fois que les balais passent sur les segments des lignes des abonnés A et B, ces derniers peuvent converser, bien qu'ils ne soient reliés que pendant des intervalles assez courts et que la conversation ne soit transmise que par impulsions. La seule condition est que les commutateurs tournent assez rapidement et que les harmoniques élevés engendrés par suite de la coupure soient à nouveau supprimés par un filtre passe-bas monté dans les lignes d'abonnés. Les intervalles entre de com-

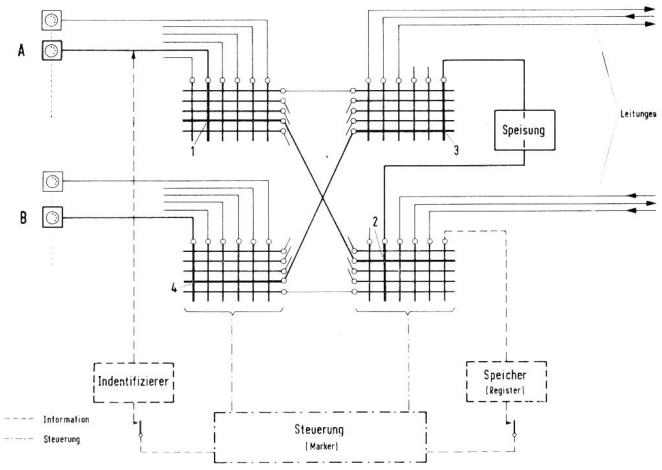


Fig. 11. Vereinfachte Darstellung des Koordinatenschaltersystems. Teilnehmer A wird über die Kreuzpunkte 1, 2, 3 und 4 durchgeschaltet
Schéma simplifié du système de sélecteur crossbar. L'abonné A est relié par l'intermédiaire des points d'intersection 1, 2, 3 et 4
Identifizierer – Dispositif d'identification
Steuerung (Marker) – Commande (marqueur)
Speicher (Register) – Enregistreur
Speisung – Alimentation
Leitungen – Lignes
– – – – – Information – Information
–·–·–·– Steuerung – Commande

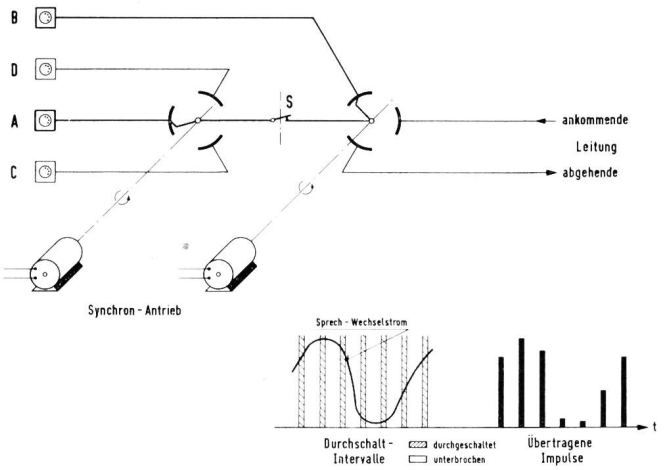


Fig. 12. Vereinfachte Darstellung des Vermittlungsprinzips nach dem Zeitmultiplex-Verfahren

Schéma simplifié du principe de commutation selon le système multivoies à multiplexage par répartition dans le temps

Ankommende Leitung – Ligne entrante
Abgehende Leitung – Ligne sortante
Synchron-Antrieb – Entraînement synchrone
Sprech-Wechselstrom – Courant alternatif de conversation
Durchschalt-Intervalle – Intervalle de commutation
durchgeschaltet – connecté
unterbrochen – interrompu
Übertragene Impulse – Impulsions transmises

Mehrkanalrichtstrahltelephonie mit Pulsphasenmodulation angewendet wird.

Zur Gewährleistung einer einwandfreien Verständlichkeit braucht eine Telephonverbindung nicht lückenlos sämtliche Amplitudenschwankungen, die im Tongemisch des Gesprächs vorkommen, zu übertragen. Dieser Umstand wird im Zeitmultiplexverfahren ausgenützt, indem in zeitlichen Abständen nur eigentliche Stichproben der Gesprächsamplituden weitergeleitet werden. Zur Veranschaulichung zeigt *Figur 12* eine Modellanordnung. Rotieren die beiden Kommutatoren synchron und schliesst Schalter S jedes Mal, wenn die Bürsten die Segmente der Leitungen der Teilnehmer A und B überstreichen, so können diese miteinander sprechen, wiewohl sie nur während verhältnismässig kurzer Durchschalteintervalle verbunden sind, das Gespräch also nur impulsweise übertragen wird. Voraussetzung ist nur, dass die Kommutatoren rasch genug drehen und dass mit je einem Tiefpassfilter in den Teilnehmerleitungen die infolge der Zerhackung entstandenen höheren Harmonischen unterdrückt werden. Die Durchschaltintervalle können tatsächlich so kurz gehalten werden, dass es möglich ist, in die entstehenden Lücken die Impulse anderer Gespräche unterzubringen. So wäre beispielsweise der Teilnehmer C gleichzeitig über die abgehende Leitung verbunden, sofern nur die Durchschaltung durch S immer vorgenommen wird, wenn sein Segment überstrichen wird. Er bemerkt dabei das Gespräch der Teilnehmer A und B nicht und wird auch von ihnen nicht gehört.

Der Vorgang der Vermittlung verschiedener Verbindungen erfolgt bei diesem Modell einerseits durch mutation peuvent effectivement être maintenus assez courts pour qu'il soit possible de placer les impulsions d'autres conversations dans les vides produits. Par exemple, l'abonné C serait relié sur la même ligne partante, si la connexion n'était toujours faite que par S lorsque son segment est balayé. Il ne remarque pas la conversation des abonnés A et B et il n'en est pas entendu.

Dans ce modèle, le processus de la commutation de diverses communications se fait, d'une part, par commande du temps de fermeture du commutateur S (exemple: cas de l'abonné C), d'autre part, par une rotation des balais sur leur axe de façon qu'au lieu des segments des lignes des abonnés A et B, les segments de la ligne arrivante et de la ligne de l'abonné A soient balayés en même temps (appel de A sur la ligne au lieu de la conversation A-B).

En réalité, un central selon le système multivoies à multiplexage par répartition dans le temps est naturellement construit sans commutateurs mécaniques. Ces derniers sont remplacés par des commutateurs électroniques, appelés portes ou grilles, qui remplissent en même temps la fonction du commutateur S, peuvent ouvrir et fermer beaucoup plus rapidement et permettent une sélection et une synchronisation purement électroniques des moments de connexion. La *figure 13* montre un réseau de commutation simplifié selon le système multivoies à multiplexage par répartition dans le temps.

Les mises au point pour la commutation des conducteurs de conversation par des moyens électroniques en sont encore à leur début. En revanche, on

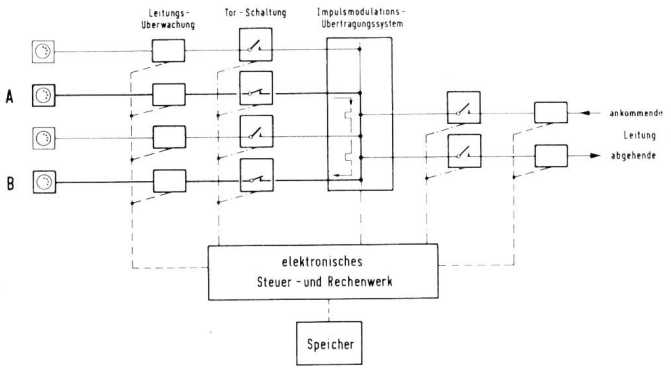


Fig. 13. Vereinfachtes Durchschaltenetzwerk nach dem Zeitmultiplex-Verfahren. Die Tor-Schaltungen sind durch Kontakte angedeutet, in Wirklichkeit sind es jedoch elektronische Schalter

Réseau de commutation simplifié selon le système multivoies à multiplexage par répartition dans le temps. Les circuits de porte sont indiqués par des contacts, alors qu'en réalité ce sont des commutateurs électroniques

Leitungsüberwachung – Supervision des lignes
Tor-Schaltung – Circuit de déblocage
Impulsmodulations-Übertragungssystem – Système de transmission par modulation des impulsions
Elektronisches Steuer- und Rechenwerk – Dispositif de commande et de calcul électronique
Ankommende Leitung – Ligne entrante
Abgehende Leitung – Ligne sortante
Speicher – Enregistreur
– – – – – Information – Information
–·–·–·– Steuerung – Commande

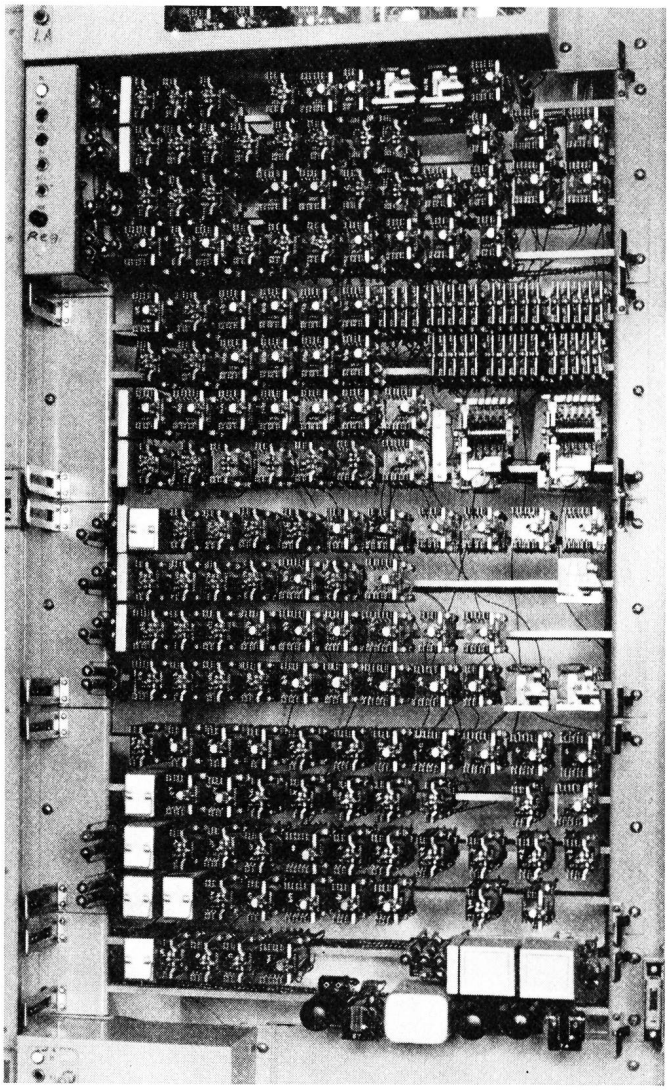
zeitliche Steuerung der Schliessungszeit des Schalters S (beispielsweise Fall des Teilnehmers C), anderseits durch eine Verdrehung der Bürsten auf ihren Achsen, derart, dass etwa statt die Segmente der Leitungen der Teilnehmer A und B die Segmente der ankommenden Leitung und der Leitung des Teilnehmers A gleichzeitig überstrichen werden (Anruf des A über die Leitung statt Gespräch A-B).

In Wirklichkeit wird eine Zentrale nach dem Zeitmultiplex-System natürlich ohne mechanische Kommutatoren aufgebaut. Diese werden vielmehr durch elektronische Schalter, sogenannte Tore oder Gatter ersetzt, die gleichzeitig die Funktion des Schalters S übernehmen, noch viel schneller öffnen und schliessen können und eine rein elektronische Auswahl und Synchronisation der Durchschaltemomente erlauben.

doit déjà enregistrer des succès remarquables dans le domaine du traitement des informations, c'est-à-dire pour l'accumulation et la traduction des chiffres de sélection, ainsi que pour la commande du réseau des voies de conversation. A l'aide d'enregistreurs à noyau magnétique, de transistors et de redresseurs, on a réussi à construire des réseaux à haute sécurité d'exploitation et à très faibles frais d'entretien *(figure 14)*.

Installations de transmission

Des aspects extraordinairement intéressants et des possibilités avantageuses se font aussi jour dans la technique de la transmission, c'est-à-dire la technique qui s'occupe de la transmission des informations transformées en signaux électriques à de grandes et très grandes distances.



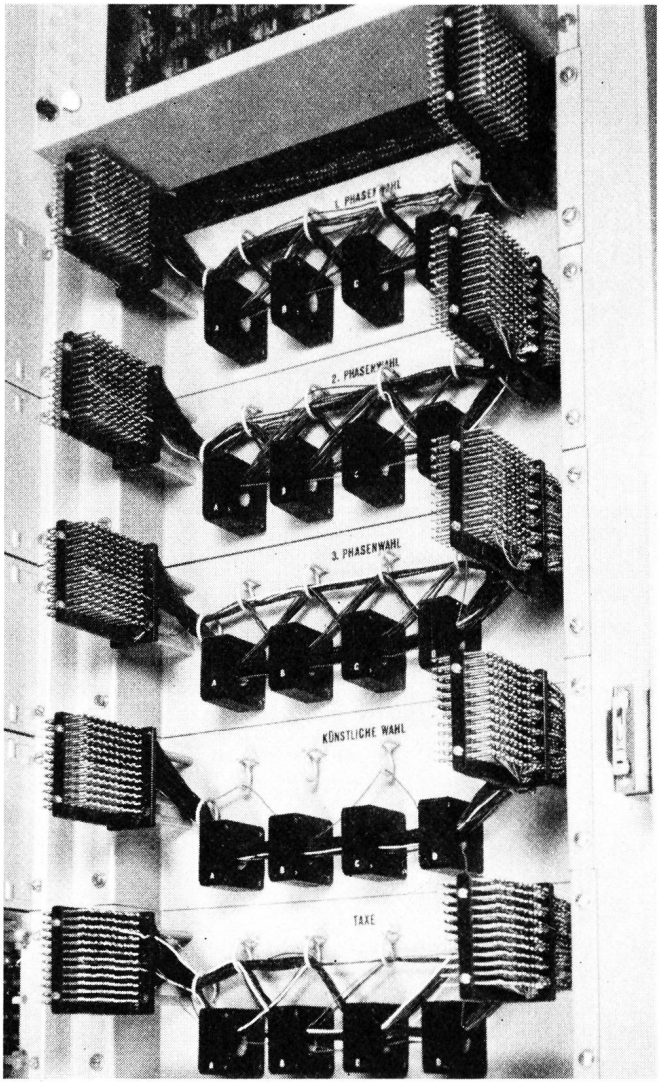


Fig. 14. Beispiel zur Verwendung elektronischer Schaltmittel in Geräten des Informationsnetzwerkes

Links: Fernregister und Kaltkathodenröhren zur Wählermarkierung

Rechts: Überführungsfeld eines Ringkernumrechners. Dank der hohen Arbeitsgeschwindigkeit kann ein einziger solcher Umrechner 30 Register vom nebenstehenden Typ bedienen und so erheblichen Aufwand an elektromechanischen Umrechnern älterer Ausführung ersparen

Exemple d'emploi de moyens de commutation électroniques dans des équipements du réseau d'information.

à gauche: enregistreurs interurbains et tubes à cathode froide pour le marquage des sélecteurs

à droite: champ de transition d'un enregistreur-traducteur à noyau annulaire. Grâce à sa vitesse de fonctionnement élevée, un seul enregistreur-traducteur peut desservir 30 enregistreurs du type ancien et économiser des frais élevés pour des enregistreurs-traducteurs électromécaniques d'ancienne exécution

Figur 13 zeigt ein vereinfachtes Durchschaltnetzwerk nach dem Zeitmultiplexsystem.

Die Entwicklungen für die Durchschaltung der Sprechleiter mit elektronischen Mitteln stehen demgemäss noch in den Anfängen. Dagegen hat man auf dem Gebiete der Informationsverarbeitung, das heisst für die Speicherung und Umrechnung der Wahlziffern sowie die Steuerung des Sprechwegnetzwerkes schon bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen. Mit Hilfe von Magnetkernspeichern, Transistoren und Gleichrichtern gelingt es, Netzwerke von hoher Betriebssicherheit und sehr kleinen Unterhaltskosten aufzubauen *(Figur 14)*.

Übertragungsanlagen

Ausserordentlich interessante Aspekte und vielversprechende Möglichkeiten zeigen sich auch auf dem Gebiete der Übertragungstechnik, das heisst der Technik, die sich mit der Übertragung der in elektrische Signale umgewandelten Informationen auf grosse und grösste Distanzen befasst.

Wir können hier zwischen den
drahtgebundenen und den
drahtlosen Übertragungsverfahren
unterscheiden.

Bei den *drahtgebundenen Übertragungsverfahren* führte die Entwicklung von der Wind und Wetter ausgesetzten Freileitung zur Kabelleitung. Dabei galt es vor allem, die zahlreichen Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen, die sich bei der Überbrückung immer grösserer Distanzen einstellten. Dies gelang zunächst durch die sogenannte Pupinisierung, das heisst das Einschalten von Selbstinduktionsspulen in regelmässigen Abständen in die Leitung, wodurch die Sprechverständigung der Kabelleitungen von etwa 10 auf rund 100 km gesteigert werden konnte.

Den entscheidenden Schritt brachte aber erst die Erfindung der *Elektronenröhre* durch den Österreicher Robert von Lieben und den Amerikaner Lee de Forest im Jahre 1906; denn mit deren Hilfe gelang es, Leitungen mit Verstärkern auszurüsten und so die physikalisch bedingte Leitungsdämpfung zu kompensieren. Damit war es, mindestens theoretisch, erstmals möglich geworden, beliebige terrestrische Distanten telephonisch zu überbrücken. Die Auslegung von Kabeln auf grosse Entfernungen ist jedoch mit hohen Kosten verbunden und ihre Ausnutzung war damals verhältnismässig schlecht, brauchte es doch je Gespräch ein oder sogar zwei Aderpaare, je nachdem ob es sich um eine Zwei- oder Vierdrahtleitung handelte. Auch die Phantomausnutzung der Leitungen verbesserte die Verhältnisse nicht wesentlich.

Erst die Einführung des Prinzips der Mehrfachausnutzung mit Hilfe der *Trägerfrequenztechnik* brachte den durchschlagenden Erfolg. Dank ihr ist es möglich geworden, auf symmetrischen Leitungen zunächst 12, dann 24 und neuerdings je nach Kabeltyp 60 bis 120 Gespräche gleichzeitig über dasselbe Aderpaar zu übertragen *(Figur 15)*.

Nous pouvons distinguer ici entre la
transmission par fil et la
transmission sans fil.

En ce qui concerne la *transmission par fil*, l'évolution s'est faite de la ligne aérienne exposée aux vents et aux intempéries au câble souterrain. Il fallait avant tout surmonter les nombreuses difficultés qui se présentaient lorsqu'il s'agissait de relier des distances toujours plus grandes. On y parvint en utilisant la pupinisation, c'est-à-dire en intercalant dans la ligne des bobines de self-induction à des distances régulières, ce qui permit d'augmenter la portée des câbles de 10 à 100 km.

Ce n'est que lorsque l'Autrichien Robert von Lieben et l'Américain Lee de Forest eurent découvert le *tube électronique* en 1906 qu'un pas décisif fut franchi; car, grâce à ce tube, on réussit à équiper les lignes d'amplificateurs et à compenser ainsi l'affaiblissement provoqué par des lois physiques. Il était donc, du moins en théorie, devenu pour la première fois possible de franchir par téléphone des distances terrestres quelconques. Mais la pose de câbles sur de grandes distances occasionnait des frais élevés et leur utilisation était assez mauvaise, car il fallait pour chaque conversation une ou deux paires de conducteurs suivant qu'il s'agissait d'une ligne à deux ou quatre fils. L'utilisation du circuit fantôme des lignes n'améliora pas sensiblement les conditions.

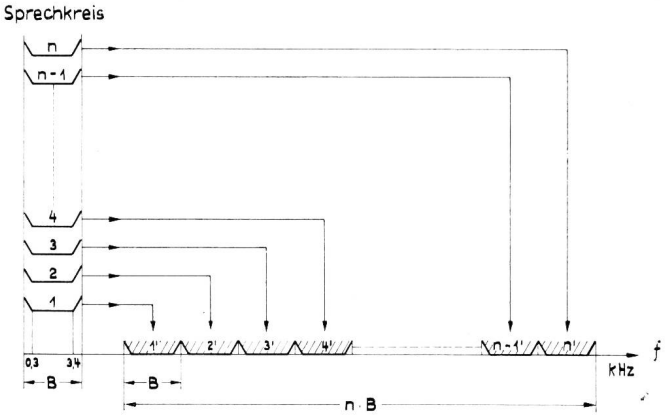


Fig. 15. Prinzip der Mehrfachtelephonie durch frequenzmässiges Versetzen der einzelnen Sprechkanäle in höhere, nebeneinanderliegende Frequenzbänder. Zur Anwendung gelangt das sogenannte Einseitenbandverfahren mit unterdrücktem Träger, bei dem das im Hochfrequenzkanal belegte Frequenzband gleich gross ist, wie das entsprechende Frequenzband des niederfrequenten Originalkanals. Der normierte Abstand von Kanal zu Kanal beträgt B = 4 kHz

Principe de la téléphonie multiple par déplacement de fréquences des différentes voies de conversation dans des bandes de fréquences adjacentes plus élevées. On emploie le système à bande latérale unique avec porteur supprimé, dans lequel la bande de fréquences occupée dans la voie à haute fréquence est la même que la bande de fréquences correspondante de la voie originale à basse fréquence. La distance normalisée entre canaux est de B = 4 kHz

Sprechkreis – Circuit de conversation

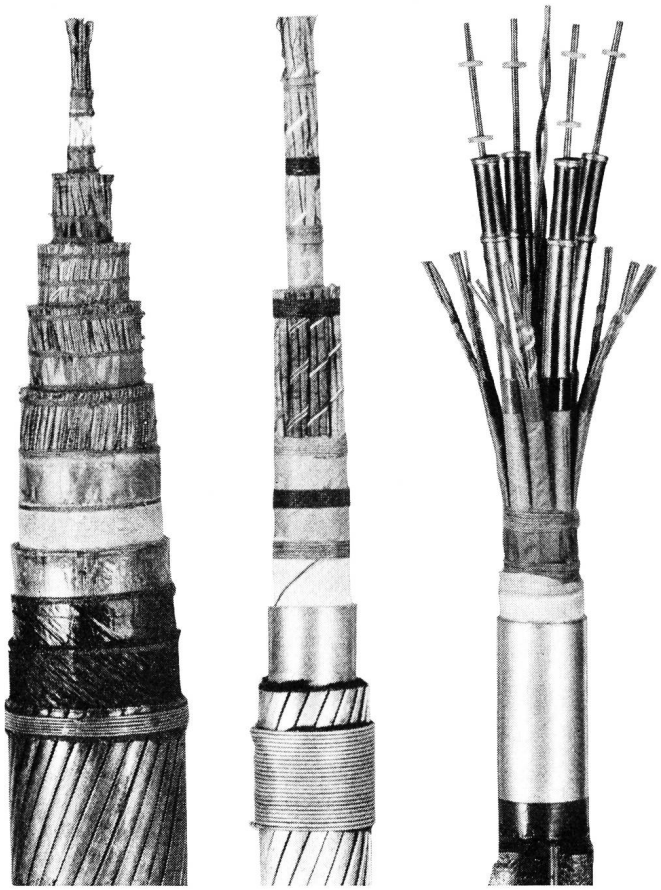


Fig. 16. Zur Entwicklung der Kabeltechnik im Weitverkehr

Links: Tonfrequenzkabel, ∅ = 60,5 mm (über Bleimantel) für total 162 Sprechkreise (84 Zweidraht- und 78 Vierdrahtleitungen)

Mitte: Trägerkabel 12×2, 1,3 mm ∅ = 34 mm. Über zwei solche Kabel können im Vierdraht-Gleichlageverfahren bei 48-Kanalbetrieb 1152 Sprechkreise bei 60-Kanalbetrieb 1440 gebildet werden

Rechts: Koaxialkabel 2,6/9,5 mm mit vier koaxialen Leitern, ∅ = 33,9 mm. Nimmt im Vollausbau bei 9 km Verstärkerabstand und 6-MHz-Betrieb 2400 Sprechkreise, bei 4,5 km Verstärkerabstand und 12-MHz-Betrieb 5400 Sprechkreise auf

Evolution de la technique des câbles dans le trafic à grandes distances

à gauche: câble à fréquence vocale, ∅ = 60,5 mm (sur la gaine de plomb), pour 162 circuits téléphoniques au total (84 circuits à 2 fils et 78 à 4 fils)

au milieu: câble à courants porteurs 12×2, 1,3 mm ∅ = 34 mm. Deux de ces câbles peuvent, dans le système de transmission à 4 fils à bande identique constituer 1152 circuits téléphoniques pour l'exploitation à 48 voies et 1440 circuits pour l'exploitation à 60 voies

à droite: câble coaxial 2,6/9,5 mm avec conducteurs coaxiaux, ∅ = 33,9 mm. L'extension complète comporte 2400 circuits téléphoniques, lorsque la distance entre amplificateurs est de 9 km et que l'exploitation se fait avec 6 MHz, et 5400 circuits lorsque la distance est de 4,5 km et que l'exploitation est à 12 MHz

Eine noch weitergehende Mehrfachausnutzung erlaubt das Koaxialkabel, bei dem man die Kanalzahl je Leiterpaar auf 1200 und in den neuesten Anlagen gar auf 2700 steigern konnte. Die elektrisch wichtigen Abmessungen des koaxialen Leiters wurden international normalisiert und betragen für den Durchmesser der Innenleiter 2,6 mm und den Innendurchmesser des Aussenleiters 9,5 mm *(Figur 16)*. Da mit

Le principe de l'utilisation multiple avec l'aide de la *technique des fréquences porteuses* apporta la solution, qui eut d'emblée un succès éclatant. Cette technique permettait de transmettre sur les lignes symétriques d'abord 12, puis 24 et plus récemment 60 à 120 conversations, selon le type de câble, simultanément sur la même paire de conducteurs *(figure 15)*.

Une utilisation multiple encore plus poussée a été possible grâce au câble coaxial, dans lequel on a pu porter le nombre des voies par paire de conducteurs à 1200 et même à 2700 dans les installations les plus récentes. Les dimensions, importantes au point de vue électrique, du conducteur coaxial ont été normalisées sur le plan international et sont de 2,6 mm pour le diamètre des conducteurs intérieurs et 9,5 mm pour le diamètre intérieur du conducteur extérieur *(figure 16)*. Etant donné que la largeur de bande de la ligne doit être agrandie proportionnellement au nombre de voies, on est obligé de réduire les distances entre les amplificateurs. Si, pour une ligne utilisée en fréquence vocale, les amplificateurs se succèdent à peu près tous les 80 km, la distance descend à 20 km pour les câbles à courants porteurs et, pour les câbles coaxiaux, à 9 km et même 4,5 km dans les installations comp-

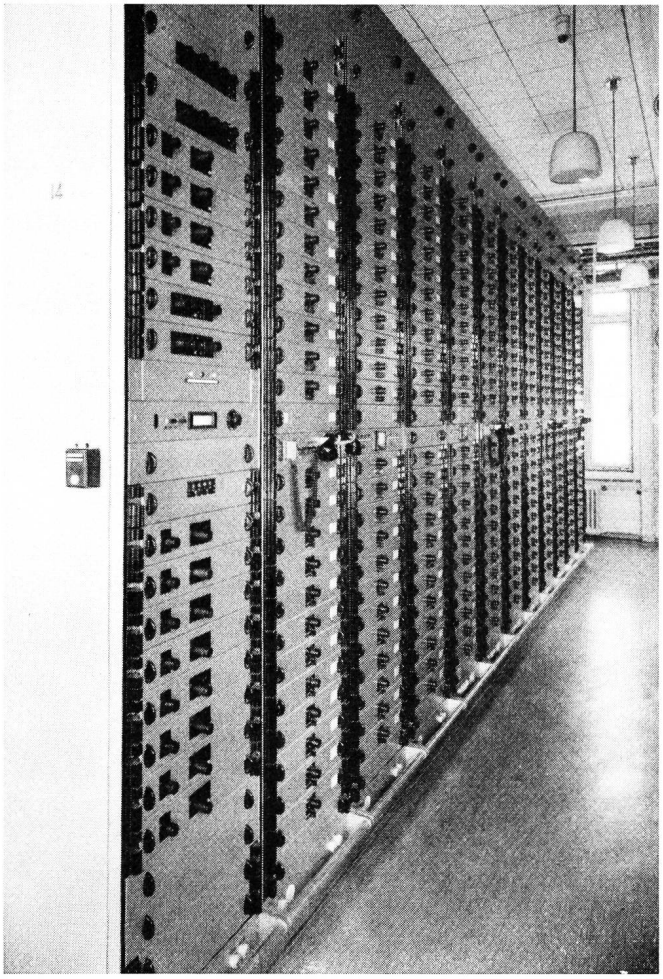


Fig. 17. Frequenzumsetzerausrüstungen in einem Trägerendamt
Equipements de modulateurs de fréquences dans un central terminus à courants porteurs

zunehmender Kanalzahl auch die Bandbreite der Leitung proportional vergrössert werden muss, ist man genötigt, die Abstände zwischen den Verstärkern zu verringern. Folgen sich bei einer tonfrequent ausgenützten Leitung die Verstärker etwa alle 80 km, so sinkt die Distanz bei Trägerkabeln auf rund 20 km, bei Koaxialkabeln auf 9 km beziehungsweise bei den Anlagen mit 2700 Kanälen sogar auf 4,5 km. Ausserdem werden in den beiden Terminalstationen der Leitung Frequenzumsetzerausrüstungen *(Figur 17)* benötigt für die frequenzmässige Verschiebung der Gespräche in ihre Übertragungslage und am Ende der Leitung wieder zurück in die ursprüngliche Frequenzlage.

Dieser zusätzliche Aufwand ist der Preis, den man bezahlen muss, um die Leitungen mehrfach ausnützen zu können. Trotzdem sind die Trägerleitungen bedeutend billiger als die Tonfrequenzleitungen, allerdings nur dann, wenn eine gewisse Minimaldistanz, die heute bei etwa 50 km liegt, überschritten wird.

Die Bestrebungen gehen nun dahin, diese untere wirtschaftliche Entfernungsgrenze noch weiter herabzudrücken. Ein erster Schritt bestand in der Schaffung spezieller Nahverkehrsträgersysteme – in der Schweiz unter dem Namen C-Trägersystem bekannt –, die einen wirtschaftlichen Einsatz bis zu etwa 20 km herab erlauben.

Interessante Arbeiten sind auch für die Entwicklung von sogenannten Kleinkoaxialkabelsystemen im Gange. Sie sind ebenfalls für den Einsatz auf kürzeren bis mittleren Entfernungen gedacht und erlauben eine flexiblere Aufteilung der Kanalgruppen als der normalisierte grosse Koaxialtyp für Weitdistanzen. Der Durchmesser des kleinen koaxialen Leitertyps beträgt 4,4 mm; in einem Kabel können, je nach Bedarf, bis zu 12 Kleinkoaxialleiter vereinigt werden. Das ausgenutzte Frequenzband reicht von 60 kHz bis 1,5 MHz und ergibt eine Kapazität von 300 Sprechkanälen je Koaxialpaar.

Mit Mehrkanalsystemen können sehr grosse Einsparungen an Material erzielt werden, wodurch die Kosten je Übertragungskanal erheblich sinken. Beträgt beispielsweise der Kupferaufwand für eine gewöhnliche Vierdraht-Tonfrequenzleitung mit Phantomausnützung 15,1 kg je km und Kanal, so sinkt dieser Wert bei einem 1200-Kanal-Koaxialkabelsystem auf 0,19 kg, ist also rund 80mal kleiner! Weitere grosse Fortschritte hinsichtlich Stromverbrauch, Betriebssicherheit und Volumen der Ausrüstungen werden erzielt, wenn es allgemein gelingt, die in den Frequenzumsetzerausrüstungen, Trägergeneratoren und Breitbandverstärkern benötigten Röhren durch Transistoren zu ersetzen. Auch die gedruckte Schaltung ermöglicht interessante Verbesserungen *(Figuren 18 und 19)*.

Die Entwicklung bleibt indessen nicht stehen. Schon längere Zeit sind Versuche im Gange mit einem neuen Leitertyp, dem sogenannten *Hohlleiter*. Ein Hohlleiter ist, wie schon der Name sagt, nur noch eine mit einem gut leitenden Innenbelag versehene Röhre

tant 2700 voies. En outre, dans les deux stations terminales de la ligne, des équipements de modulateurs de fréquences *(figure 17)* sont nécessaires pour décaler en fréquences les conversations dans leur position de transmission et, à l'extrémité de la ligne, les ramener à la position initiale des fréquences.

Cette dépense supplémentaire est le prix que l'on doit payer pour pouvoir utiliser les lignes en multiple. Les lignes à courants porteurs sont néanmoins bien meilleur marché que les lignes à fréquences vocales, mais uniquement lorsqu'une certaine distance minimum, qui est actuellement d'environ 50 km, est dépassée.

Les efforts se poursuivent pour abaisser encore cette limite. Un premier pas a été réalisé par la création de systèmes à courants porteurs spéciaux à courtes distances – connus en Suisse sous le nom de systèmes à courants porteurs C – qui permettent un emploi économique jusqu'à environ 20 km.

Des travaux intéressants sont en voie de réalisation pour mettre au point des systèmes de câbles coaxiaux à conducteurs de faible diamètre. Ils sont prévus pour être employés sur de courtes et moyennes distances et présentent une répartition plus souple des groupes de voies que le type de câble coaxial normalisé pour grandes distances. Le diamètre du type de petit conducteur coaxial est de 4,4 mm et, suivant les besoins, il est possible de réunir jusqu'à 12 petits conducteurs coaxiaux dans un câble. La bande de fréquences utilisée s'étend de 60 kHz à 1,5 MHz et offre une capacité de 300 voies de conversation par paire coaxiale.

Les systèmes multivoies permettent de réaliser de très grandes économies de matériel, les frais diminuant sensiblement pour chaque voie de transmission. Si, par exemple, le cuivre nécessaire pour une ligne ordinaire à fréquence vocale à quatre fils avec utilisation des circuits fantômes est de 15,1 kg par kilomètre et par voie, cette valeur tombe à 0,19 kg pour un câble coaxial à 1200 voies; elle est donc 80 fois plus petite.

On obtiendra encore des progrès considérables en ce qui concerne la consommation de courant, la sécurité d'exploitation et le volume des équipements, lorsqu'on réussira à remplacer par des transistors les tubes nécessaires dans les équipements de modulateurs de fréquences, les générateurs à courants porteurs et les amplificateurs à large bande. Le circuit imprimé permet aussi de réaliser d'intéressantes améliorations *(figure 18 et 19)*.

Mais l'évolution ne s'arrête pas là. Depuis un certain temps déjà, on procède à des essais avec un nouveau type de conducteur, le *guide d'ondes*. Comme son nom l'indique, le guide d'ondes n'est plus qu'un tube de section ronde ou rectangulaire *(figure 20)* muni d'un revêtement intérieur bon conducteur. On espère pouvoir, avec les guides d'ondes, encore augmenter sensiblement le nombre des voies par rapport à celui des câbles coaxiaux, pour atteindre le chiffre fantastique de 200 000 voies de conversations ou 200 voies télévisuelles par paire de conducteurs. Mais

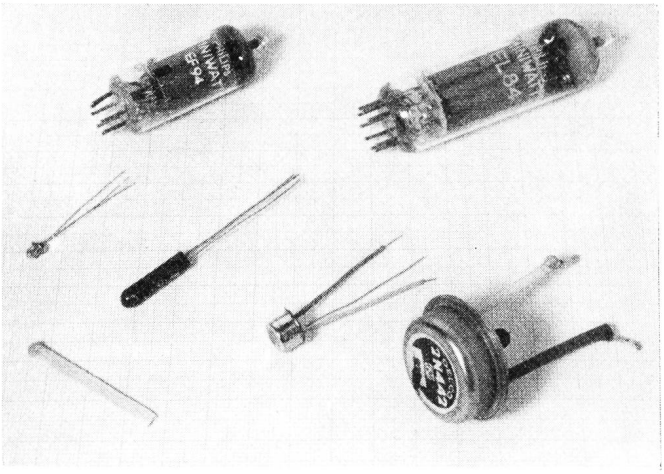


Fig. 18. Der Transistor, ein im Jahre 1948 von den Amerikanern Bardeen, Brattain und Shockley erfundenes neues Schaltelement, erobert in stürmischer Entwicklung immer neue Anwendungsgebiete der elektrischen Nachrichtentechnik. Das Bild zeigt vier verschiedene Typen von Transistoren (Mitte) im Vergleich mit zwei Elektronenröhren (oben) und einem Zündholz (links unten)

Le transistor, un nouvel élément de circuit découvert en 1948 par les Américains Bardeen, Brattain et Shockley, conquiert rapidement des champs d'application toujours nouveaux dans le domaine des télécommunications. La figure montre quatre types différents de transistors (au milieu) comparés avec deux tubes électroniques (en haut) et une allumette (à gauche en bas)

von rundem oder rechteckigem Querschnitt *(Figur 20)*. Man hofft, mit Hohlleitern die Zahl der Kanäle gegenüber dem Koaxialkabel noch einmal wesentlich steigern zu können, um so auf die phantastisch anmutende Zahl von rund 200 000 Gesprächs- beziehungsweise etwa 200 Fernsehkanälen je Leiterpaar zu kommen. Allerdings muss man auch mit dem Frequenzbereich einen Sprung ins Gebiet der Millimeterwellen machen, das heisst auf 50 GHz und

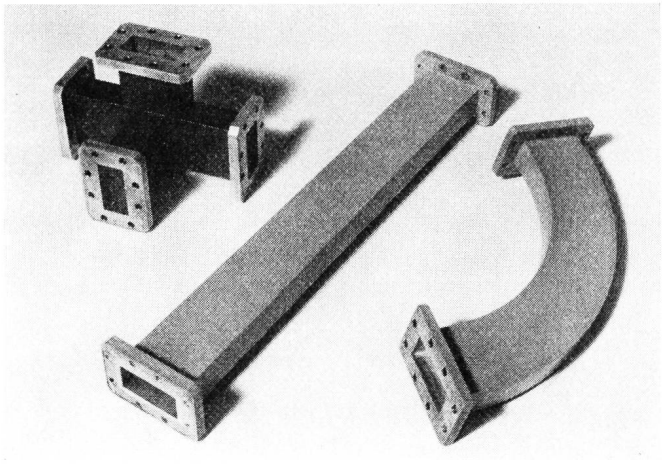


Fig. 20. Der Hohlleiter, die neueste, in Entwicklung befindliche drahtgebundene Weitverkehrsleitung für mm-Wellen. Man rechnet mit einer Übertragungskapazität von rund 200 000 Sprechkreisen oder gegen 200 Fernsehkanälen

Le guide d'ondes, le plus récent circuit de trafic à grande distance par fil pour ondes millimétriques. On compte avec une capacité de transmission de 200 000 circuits téléphoniques ou d'environ 200 canaux de télévision

la bande de fréquences doit faire un saut dans la gamme des ondes millimétriques, c'est-à-dire dans la bande de 50 GHz et plus, sinon les dimensions des guides d'ondes seraient démesurément grandes.

Les méthodes de modulation doivent aussi être adaptées aux caractéristiques spécifiques de transmission du guide d'ondes. La *modulation par impulsions codées* présente à ce sujet un grand intérêt. D'après l'état actuel de l'évolution, il ne fait pour ainsi dire plus aucun doute que les guides d'ondes seront un jour mis dans le service pratique, mais que de nombreux obstacles doivent encore être surmontés jusqu'à ce qu'il en soit ainsi.

A ce propos, je me permets de relever qu'en 1956 un câble coaxial pour 36 circuits téléphoniques *a été posé à travers l'Atlantique* entre la Grande-Bretagne et l'Amérique du Nord. Cet événement est un maillon

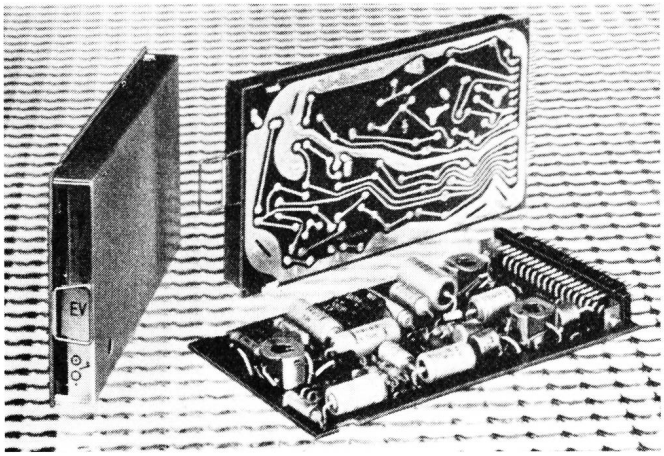


Fig. 19. Das Bauelement der künftigen Schaltungstechnik, die gedruckte Schaltung mit Miniaturbauteilen, verringert das Volumen der Geräte beträchtlich und erhöht die Betriebssicherheit.

L'élément de la technique de connexion future, le circuit imprimé avec pièces de construction miniatures, diminue considérablement le volume des appareils et augmente la sécurité d'exploitation

de plus de l'histoire des télécommunications: l'Europe était pour la première fois reliée par téléphone avec l'Amérique au moyen d'un câble sous-marin de 3500 km.

Ce câble complète et renforce avantageusement les liaisons radioélectriques par ondes courtes, dont la qualité de transmission est par moments troublée par l'influence des taches solaires et d'autres phénomènes cosmiques.

En automne 1959, une nouvelle paire de câbles – un câble séparé a été posé dans chaque direction de transmission – a été mise en service entre la France et l'Amérique du Nord. D'autres travaux et études sont en cours, dans le dessein de trouver les moyens de poser des câbles téléphoniques sous-marins dans les autres océans, avant tout dans l'océan Pacifique. La Grande-Bretagne projette même de poser un câble sous-marin autour du globe, reliant ainsi directement entre eux tous les pays du Commonwealth.

mehr, weil sonst die Dimensionen der Hohlleiter unhandlich gross werden.

Auch die Modulationsverfahren müssen den spezifischen Übertragungseigenschaften des Hohlleiters angepasst werden. Im Vordergrund steht dabei die *Pulscode-Modulation*. Nach dem heutigen Stand der Entwicklung ist kaum mehr daran zu zweifeln, dass auch Hohlleiter einmal im praktischen Betrieb eingesetzt werden können, doch sind bis dahin noch zahlreiche Hindernisse zu überwinden.

In diesem Zusammenhang sei doch noch auf die 1956 erstmals geglückte *Überwindung des Atlantiks mit einem Koaxialkabel* für 36 Sprechstromkreise zwischen Grossbritannien und Nordamerika hingewiesen. Denn dieses Ereignis ist ein Meilenstein in der Geschichte der Fernsprechtechnik, weil es damit zum ersten Mal möglich wurde, Amerika und Europa auf einer Unterwasserkabelleitung von 3500 km telephonisch zu verbinden.

Diese Kabelleitung stellt eine wertvolle Ergänzung und Sicherung der drahtlosen Kurzwellenverbindungen dar, deren Übertragungsqualität bekanntlich zeitweise durch den Einfluss der Sonnenfleckentätigkeit und anderer Erscheinungen des Kosmos beeinträchtigt wird.

Im Herbst 1959 wurde ein weiteres Kabelpaar – für jede Übertragungsrichtung wird ein separates Kabel ausgelegt – zwischen Frankreich und Nordamerika dem Betrieb übergeben. Weitere Arbeiten und Studien sind im Gange, um auch die übrigen Weltmeere, so vor allem den Pazifik, mit Telephon-Seekabeln zu durchziehen. Grossbritannien plant sogar die Auslegung eines Seekabels rund um die Welt, das alle Commonwealth-Länder telephonisch direkt miteinander verbinden soll.

Eine hochinteressante Neuentwicklung, das sogenannte TASI-System (Time Assignment Speech Interpolation) wird demnächst auf diesen Grossdistanzkabeln eingesetzt. Dank ihm wird es möglich sein, die Zahl der Sprechstromkreise von 36 auf 72 zu erhöhen, indem man die bei jedem Gespräch auftretenden Pausen, in denen also nicht gesprochen wird – der Kanal sozusagen brach liegt –, ebenfalls für die Sprachübertragung ausnützt. Die einzelnen Gespräche werden dabei nicht mehr fest einem Kanal zugeordnet, sondern durch schnelle, auf der Sende- und Empfangsseite synchron arbeitende elektronische Schalter jeweilen auf einem augenblicklich freien, unbesprochenen Kanal durchgeschaltet. Da diese Apparatur kompliziert und teuer ist, lohnt sich ihr Einsatz vorläufig nur auf sehr grosse Distanzen.

Auch die *drahtlose Übertragungstechnik* hat grosse Fortschritte erzielt. Immer höher liegende Frequenzgebiete werden erschlossen und den spezifischen physikalischen Eigenschaften entsprechend praktisch ausgenützt.

Ausser der Vervollkommnung der Kurzwellenverbindungen hat man besonders die sogenannte Richtstrahltechnik intensiv beackert und schöne Erfolge erzielt. Nachdem die anfänglich entwickelten Geräte

Une nouveauté très intéressante, le système TASI (Time Assignment Speech Interpolation), sera prochainement mise en service sur ces câbles à grandes distances. Grâce à ce nouveau système, il sera possible de porter le nombre des circuits de conversation de 36 à 72, en utilisant également pour la transmission de la parole les pauses se produisant dans toute conversation, pendant lesquelles les correspondants ne parlent pas, c'est-à-dire que la voie est pour ainsi dire coupée. Les conversations ne sont plus attribuées presque exclusivement à une voie, mais acheminées chaque fois sur une voie libre par des commutateurs électroniques rapides, travaillant en synchronisme sur les côtés émission et réception. Ces équipements étant compliqués et d'un prix très élevé, leur emploi n'est pour le moment rentable que sur de très grandes distances.

La *transmission sans fil* a fait aussi de grands progrès. Des fréquences toujours plus élevées sont mises à contribution et utilisés en pratique d'après leurs caractéristiques physiques spécifiques.

A part le perfectionnement des liaisons sur ondes courtes, on s'est surtout spécialisé dans l'étude persévérante de la technique des faisceaux hertziens et on a obtenu de magnifiques résultats. Les appareils mis au point au début ne pouvant transmettre simultanément que peu de conversations téléphoniques, on est parvenu à augmenter petit à petit la capacité des circuits de conversation. Les installations modernes dans la gamme de 4000 MHz (7,5 cm de longueur d'onde) transmettent jusqu'à 960 conversations sur une voie de téléphonie par faisceaux hertziens de 29 MHz de largeur de bande *(figure 21)*.

Les liaisons par faisceaux hertziens exigent la vision entre les antennes émettrice et réceptrice. Lorsque les points terminaux d'une liaison sont cachés par des obstacles, tels que collines, courbes de terrain, etc., il faut intercaler des stations relais. Même lorsque la vision existe, des caractéristiques de

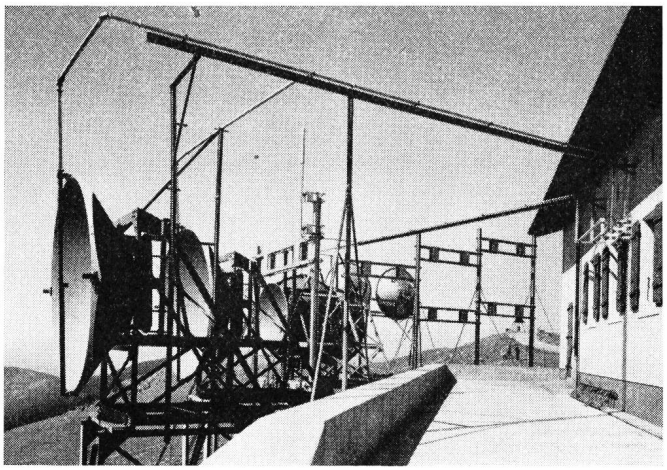


Fig. 21. Richtstrahlantennen (Parabolspiegel) für die gerichtete Übertragung von tausenden von Telephongesprächen oder vieler Fernsehprogramme

Antennes directives (miroir parabolique) pour la transmission dirigée de milliers de conversations téléphoniques ou de nombreux programmes de télévision

nur wenige Telephongespräche gleichzeitig übertragen konnten, ist es gelungen, die Sprechkreiskapazität allmählich zu erhöhen. Moderne Anlagen im 4000-MHz-Band (7,5 cm Wellenlänge) übertragen bis zu 960 Gespräche über einen Richtstrahlkanal von 29 MHz Bandbreite *(Figur 21)*.

Die Richtstrahlverbindungen verlangen zwischen den Sende- und Empfangsantennen Sichtbeziehung. Sind die Endpunkte einer Verbindung durch Hindernisse, wie Hügel, Erdkrümmung usw., abgedeckt, so müssen Relaisstationen zwischengeschaltet werden. Auch aus ausbreitungstechnischen Gründen ist selbst bei Sichtbeziehung die ohne Relais überbrückbare Strecke auf 60–100 km beschränkt. Dies wirkt sich besonders bei Verbindungen über die Meere nachteilig aus, weil es, im Gegensatz zu Landverbindungen, nicht ohne weiteres möglich ist, Relaisstationen zu errichten.

Eine Möglichkeit zur Überwindung dieser Schwierigkeiten besteht darin, statt der dm- oder cm-Wellen Meterwellen einzusetzen. Da die Beugung bei diesen längeren Wellen bereits wieder stärker ist, können Verbindungen auch über die eigentliche Sichtweite hinaus auf 100 bis 200 km Entfernung oder noch mehr hergestellt werden.

Aber auch diese Distanzen sind in vielen Fällen noch ungenügend. Man hat sich jedoch auch hier durch die Erforschung neuer interessanter Übertragungsmöglichkeiten, den sogenannten *Streustrahlverbindungen* (Scatter Propagation), zu helfen gewusst. Mit Hilfe von riesigen Richtantennen und grosser Sendeleistung wird die Hochfrequenzenergie in konzentrierter Form in die Troposphäre oder Ionosphäre gestrahlt. Durch die dort stets vorhandenen Inhomogenitäten und Fremdkörperteilchen wird die Energie der hochfrequenten Welle nach allen Richtungen zerstreut. Ein Teil der Wellen gelangt weit hinter dem Horizont der Sendestelle wieder zur Erde zurück und kann dort durch grosse Richtantennen gesammelt dem Empfänger zugeleitet werden *(Figur 22)*. Es ist gelungen, mit Hilfe solcher Streustrahlverbindungen Entfernungen bis zu 1000 km und mehr zu überbrücken. Selbstverständlich werden auch diese Verbindungen mehrfach ausgenutzt, und man trachtet danach, die Distanzen und die nutzbaren Bandbreiten immer mehr zu vergrössern.

Übertragungen besonderer Art

Die Ausführungen über die Übertragungstechnik sollen nicht abgeschlossen werden, ohne auf einige Übertragungen besonderer Art hinzuweisen, die möglicherweise in Zukunft eine grosse Rolle spielen werden: die Faksimile-, Bild- und die Daten-Übertragung.

Bereits ist es gelungen, handliche Geräte zu entwickeln, die, neben dem Telephonapparat aufgestellt, es ermöglichen, mit seinem über das Telephonnetz gewählten Partner nicht nur zu sprechen, sondern auch Schreiben oder Strichzeichnungen (schwarzweiss ohne Halbtöne) auszutauschen *(Figur 23)*.

propagation limitent à 60–100 km le tronçon pouvant être franchi sans relais. Ces inconvénients se font surtout sentir dans les liaisons sur mers, étant donné que, contrairement aux liaisons terrestres, il n'est pas possible sans autre forme de procès d'y ériger des stations relais.

Pour surmonter les difficultés, on a toutefois la possibilité de recourir aux ondes métriques au lieu d'utiliser les ondes décimétriques ou centimétriques. Etant donné que, pour ces ondes plus longues, la diffraction est déjà nettement plus forte, des liaisons peuvent être établies au delà de l'horizon optique, à des distances de 100 à 200 km ou encore plus.

Mais ces distances sont dans nombre de cas encore insuffisantes. On a cependant recherché de nouvelles possibilités de transmission intéressantes en s'aidant des *liaisons par diffusion troposphérique* (Scatter Propagation). Des antennes directives géantes et une grande puissance d'émission diffusent sous forme concentrée l'énergie à haute fréquence dans la troposphère ou la ionosphère. Les inhomogénéités et les corpuscules qui se trouvent dans cette région dispersent l'énergie de l'onde à haute fréquence dans toutes les directions. Une partie des ondes retournent sur

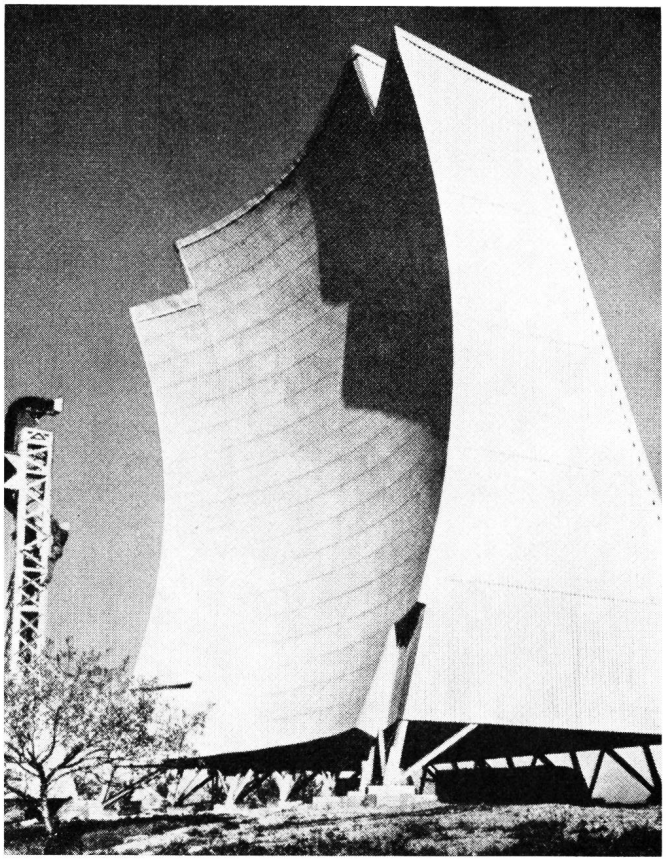


Fig. 22. Antennenanlage für Streustrahlverbindungen. Um eine möglichst starke Bündelung der Wellen zu erreichen, werden Antennengebilde von 20 und mehr Metern errichtet

Installation d'antennes pour liaisons par diffusion troposphérique ou ionosphérique. Pour que les ondes soient le plus concentrées possible, on érige des antennes de 20 mètres et plus

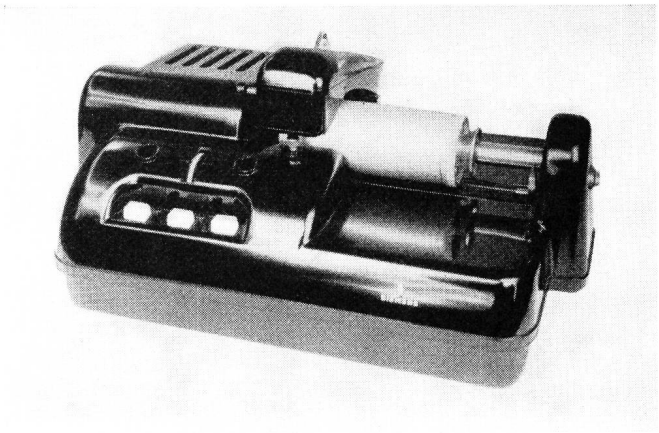


Fig. 23. Gerät für Faksimileübertragung über eine Telephonverbindung
Appareils pour la transmission de fac-similés sur une liaison téléphonique

Ausserdem sind schon Entwicklungen im Gang, um die für die Übertragung von Photographien (schwarzweiss mit Halbtönen) erforderlichen Geräte, die noch umfangreich und teuer sind, zu vereinfachen und zu verbilligen, so dass auch hier ein Einsatz von Telephonabonnent zu Telephonabonnent möglich wird. Werden künftige Generationen keine Briefe mehr zur Post tragen und ihre Korrespondenz, samt Zeichnungen und Photographien, mit solchen Geräten über das Telephonnetz austauschen?

Ein weiteres wichtiges Anwendungsgebiet der Zukunft wird die *Datenübertragung* sein. Im Vordergrund des Interesses steht dabei die Zusammenarbeit mit grossen, modernen Rechenmaschinen über weite Distanzen. Die Kosten dieser leistungsfähigen Automaten sind bekanntlich gross und ihr Einsatz ist nur dann wirtschaftlich, wenn sie gut ausgenützt werden können. Bei Grossunternehmen mit verschiedenen dezentralisierten Betrieben führt das zur Bildung von zentralisierten Rechenzentren, in denen alle Maschinen zwecks rationeller Ausnützung zusammengefasst werden. Aus dieser Konzeption ergibt sich die Aufgabe, das dezentralisiert anfallende Zahlenmaterial, die sogenannten Daten, in geeigneter Form ins Rechenzentrum zu bringen. Umgekehrt müssen die Resultate des verarbeiteten und ausgewerteten Zahlenmaterials unter Umständen den dezentralisierten Einzelbetrieben wieder bekanntgegeben werden.

Bei der Datenübermittlung auf grosse Distanzen setzt sich nun immer mehr diejenige über das Telephonnetz durch; denn sie ist schnell und erlaubt weitgehende Automatisierung. Man gibt im Filialbetrieb die Daten beispielsweise in Form von gestanzten oder nach dem Mark-Sensing-Verfahren gezeichneten Karten in einen Sender und überträgt deren Information elektrisch zum Rechenzentrum, wo sie entweder direkt elektrisch gespeichert oder in der Form von ferngestanzten Lochkarten weiter verarbeitet werden können.

Auf diesem Gebiet wird besonders in den USA intensiv gearbeitet. Bereits gelingt es auf diese Weise,

la terre bien au delà de l'horizon du poste émetteur, où elles sont rassemblées par de grandes antennes directives et acheminées vers le récepteur *(figure 22)*. Ces liaisons par diffusion troposphérique ou ionosphérique permettent de franchir des distances de 1000 km et plus. Il est bien évident que ces liaisons sont intensément exploitées et qu'on s'efforce d'augmenter toujours plus les distances et les largeurs de bandes utilisables.

Transmissions de nature particulière

Je ne veux pas terminer mes explications sur la technique de la transmission sans mentionner quelques transmissions de nature particulière, qui joueront certainement un rôle important à l'avenir: le fac-similé, la transmission d'images et la transmission de données.

On a déjà réussi à mettre au point des appareils commerciaux qui, placés à côté de l'appareil téléphonique, permettent non seulement de converser avec le correspondant sélectionné par l'entremise du réseau téléphonique, mais aussi d'échanger des lettres ou des croquis (noir/blanc sans demi-tons) *(figure 23)*. En outre, on est en train de simplifier et de rendre meilleur marché les appareils nécessaires à la transmission de photographies (noir/blanc avec demi-tons), qui sont encore compliqués et chers, de sorte qu'il sera possible de les employer dans les correspondances entre les abonnés au téléphone. Les générations futures ne porteront-elles plus aucune lettre à la poste, mais échangeront-elles leur correspondance, y compris les dessins et les photographies, au moyen de ces appareils sur le réseau téléphonique?

Un autre domaine d'application futur important sera la *transmission des données*. L'intérêt primordial porte sur le fonctionnement conjoint de grandes calculatrices modernes pour transmettre les informations à de grandes distances. Mais les frais de ces automates à grand rendement sont élevés et leur emploi n'est économique que s'ils peuvent être utilisés de façon rationnelle.

Dans les grandes entreprises comptant divers services décentralisés, on est conduit à former des bureaux de calcul centralisés dans lesquels toutes les machines sont réunies pour être utilisées rationnellement. Cette conception implique que les chiffres recueillis dans les services décentralisés, c'est-à-dire les données, soient transmis sous une forme appropriée au centre de calculation. Inversement, les résultats des chiffres traités et analysés doivent, dans certains cas, être à nouveau communiqués aux services décentralisés.

Nous en arrivons ainsi au problème de la transmission des données à grandes distances. La transmission électrique des données se fait de plus en plus par l'entremise du réseau téléphonique; elle est rapide et permet une automatisation poussée. A la succursale, par exemple, on confie les informations sous la forme de cartes perforées ou marquées selon la méthode Mark-Sensing à un transmetteur qui

Lochkarten mit einer Geschwindigkeit von rund einer Lochkarte je Sekunde fernzuübertragen. Auch hier geht es darum, die Leitungen möglichst gut auszunützen und eine hohe Geschwindigkeit und Fehlerfreiheit der Informationsübertragung zu erreichen.

Dank dem unermüdlichen Einsatz von Wissenschaft und Technik ist es in knapp 100 Jahren gelungen, die Fernmeldetechnik so zu entwickeln, dass für die Übertragung von Sprache, Musik, ruhenden Bildern, Schriftzeichen und Signalen sämtliche auf der Erde praktisch in Frage kommenden Distanzen überwunden werden konnten.

Aber bereits erwachsen der Fernmeldetechnik neue Aufgaben gewaltigen Ausmasses durch die bevorstehende Raumschiffahrt. Erreichen die auf der Erde zu überwindenden Entfernungen höchstens einige 10 000 km, so ergeben sich bei Verbindungen mit Raumfahrzeugen, auch wenn sie sich nur innerhalb unseres Sonnensystems bewegen, Distanzen von Millionen von Kilometern. Hier harren noch zahlreiche schwierige Aufgaben ihrer Lösung.

Auswirkungen auf den Menschen

Dieser kurze Ausblick auf die moderne elektrische Fernmeldetechnik zeigt eindrücklich, dass man hier keineswegs am Ende der Entwicklung angelangt ist. Es stehen vielmehr noch grosse Entfaltungsmöglichkeiten offen, und noch unabsehbare brachliegende Gebiete harren ihrer Erschliessung.

Die Ausführungen wären jedoch unvollständig, wenn man nicht auch die Auswirkungen dieser Entwicklungen auf die in der Fernmeldetechnik tätigen Menschen behandelte. Denn letztlich ist der technische Einsatz nur dann sinnvoll, wenn er dem Menschen, der stets im Vordergrund des Interesses zu stehen hat, dient.

Aus den Ausführungen dürfte klar geworden sein, dass die Anforderungen an die technischen Mitarbeiter aller Rangstufen unablässig steigen. Vergegenwärtige man sich noch einmal die Entwicklung, die zum Beispiel die automatische Vermittlungszentrale durchmachen wird! Wenn es heute noch möglich ist, mit Hilfe seiner Sinnesorgane, den Augen oder Ohren, das gute Funktionieren einer Zentrale bis zu einem gewissen Grad zu überwachen beziehungsweise viele Fehler einzugrenzen, so wird dies in der künftigen Anlage kaum mehr möglich sein. Diese wird geräuschlos arbeiten und auch bewegte Teile werden grösstenteils oder sogar ganz ausgemerzt sein, so dass es auch nichts mehr zu sehen geben wird. Genau so ist es auch bei den Übertragungsanlagen. Früher konnte man einfach mit einem Kopfhörer auf den Leitungen hören, ob sie in Ordnung seien. Heute «hört» man bei den Trägeranlagen nichts mehr. Will man etwas feststellen, müssen viel kompliziertere Messinstrumente und tiefergehende Überlegungen zu Hilfe genommen werden.

Die Anlagen werden wohl betriebssicherer sein und damit weniger Unterhalt erheischen, aber die Anforderungen an ihre Bedienung und Pflege werden

envoie électriquement les renseignements au centre de calculation, où ils peuvent être soit directement enregistrés électriquement soit traités sous la forme de cartes perforées à distance.

Dans ce domaine, les Etats-Unis d'Amérique travaillent avec une intensité toute spéciale. On est déjà parvenu à transmettre de cette façon des informations sur cartes perforées à la vitesse d'une carte par seconde. Ici aussi, il importe d'utiliser les lignes le mieux possible et d'atteindre une vitesse élevée et une sécurité totale dans la transmission des informations.

Les efforts infatigables déployés par la science et la technique ont réussi en un siècle à peine à développer les télécommunications à un point tel que toutes les distances entrant pratiquement en considération sur la terre ont pu être vaincues pour la transmission de la parole, de la musique, des images immobiles, des caractères d'imprimerie et des signaux.

Seuls les océans constituent encore à l'heure actuelle des obstacles non franchis pour la transmission des images mobiles, c'est-à-dire de la télévision; mais des solutions possibles sont déjà entrevues.

La navigation dans l'espace, qui ne tardera pas à devenir réalité, place déjà les télécommunications devant de nouvelles tâches gigantesques. Si les distances à franchir sur la terre atteignent au maximum quelques dizaines de milliers de kilomètres, les distances pour les liaisons avec les vaisseaux spatiaux, même s'ils ne se déplacent qu'à l'intérieur du système solaire, sont de l'ordre de millions de kilomètres. De nombreux problèmes épineux attendent encore d'être résolus.

Effets sur les hommes

Ce bref aperçu sur les télécommunications modernes montre clairement qu'on n'est nullement arrivé au terme de l'évolution. Il existe encore de nombreuses possibilités d'épanouissement et des domaines inexplorés attendent d'être mis en valeur.

Mes explications seraient toutefois incomplètes si je ne parlais pas des effets de ces évolutions sur les hommes qui s'occupent des télécommunications. Car, en fin de compte, la technique n'a de sens que si elle sert l'homme, qui doit constamment se trouver au premier plan de l'intérêt.

Cet exposé a suffisamment mis en lumière le fait que les exigences imposées aux collaborateurs techniques de tout rang ne cesseront d'augmenter. Que l'on considère à nouveau le développement que, par exemple, subira le central automatique! Si, aujourd'hui, il est encore possible à l'aide de ses sens, la vue ou l'ouïe, de surveiller le bon fonctionnement d'un central jusqu'à un certain degré et de localiser de nombreux défauts, cela ne sera presque plus possible dans l'installation future. Elle travaillera sans aucun bruit et les parties mobiles seront en majeure partie, sinon entièrement, éliminées, de sorte qu'il n'y aura plus rien à voir. Il en est exactement de même des installations de transmission. Auparavant,

höher sein. Das abstrakte Vorstellungsvermögen muss vermehrt geschult, und die physikalischen Eigenschaften der Bauelemente und die elektrischen Vorgänge in den Schaltungen müssen gut verstanden werden, wenn man aus den wenigen nach aussen noch in Erscheinung tretenden beziehungsweise messbaren Veränderungen die richtigen Folgerungen für die Störungsbehebung ziehen will.

Diese Feststellungen treffen nicht nur für die Fernmelde- und Nachrichtentechnik zu, sondern gelten ganz allgemein für die künftige Entwicklung der Technik, wie sie durch die Automation gekennzeichnet ist. Der Mensch wird immer mehr von der einfachen gleichförmigen, sich immer wiederholenden Arbeitsleistung befreit, um höher qualifizierte Funktionen zu übernehmen, die auch entsprechend höhere Beweglichkeit und eingehendere Kenntnisse der Materie voraussetzen.

Es liegt auf der Hand, dass man schon rein aus personellen Gründen solche Neuerungen nicht von heute auf morgen einführen kann. Vielmehr ist hier nur schrittweises Vorgehen nach einer Planung auf lange Sicht durchführbar. Dabei muss das gesamte technische Personal allmählich mit den neuen Anlagen vertraut gemacht werden. Dies wird allen Mitarbeitern vermehrt Gelegenheit geben, einen tiefern Blick zu tun in die wunderbaren, geheimnisvollen physikalischen Vorgänge und in die Welt der Naturwissenschaften ganz allgemein, in der wir trotz allen Fortschritten immer noch Lehrling geblieben sind und wohl auch bleiben werden.

Hoffen wir, dass es uns gelinge, die neuen grossartigen Möglichkeiten, die uns die neueste Entwicklung der Technik eröffnet, auch sinnvoll zu nützen. Denn Technik ist nichts und führt ohne den über ihr stehenden und lenkenden Menschen zur Barbarei. Die Gefahren einer falsch angewendeten Technik sind sehr gross, wir dürfen ihre Gefährdungen nicht übersehen. Deutlich klingt stets das Wort vom Zauberlehrling...

Abschliessend sei noch wiedergegeben, was Goethe zu Beginn des 19. Jahrhunderts, das heisst des aufkommenden Maschinenzeitalters, schrieb:

«Erst wenn der Mensch die niederen Triebe der Gewinnsucht, den rohen Egoismus überwunden, wenn sich sein Blick geweitet zu der Erkenntnis, dass der Sinn aller Arbeit das Gemeinwohl ist, wird er nicht mehr Sklave seines Geschöpfes, der Maschine, sondern ihr Herr sein.»

Diese prophetischen Worte gelten heute mehr denn je.

on pouvait, simplement à l'aide d'un récepteur serre-tête, écouter sur les lignes pour se rendre compte si elles étaient en ordre. Aujourd'hui, on n'«entend» plus rien dans les installations à courants porteurs. Si l'on veut constater quelque chose, on doit avoir recours à de nombreux instruments de mesure compliqués et à des examens approfondis.

Les installations présenteront une plus grande sécurité d'exploitation et réclameront moins d'entretien, mais les exigences requises pour leur service et leur maintenance seront plus élevées. Le pouvoir de conception dans l'abstrait doit être stimulé dans une plus large mesure; les caractéristiques physiques des éléments de construction et les processus électriques dans les circuits doivent être bien connus, afin que, du petit nombre de variations se manifestant à l'extérieur ou pouvant être mesurées, on puisse tirer les conclusions précises permettant de réparer les dérangements.

Ces constatations ne concernent pas seulement la technique des télécommunications et des informations, mais elles s'appliquent d'une façon générale à l'évolution future de la technique, telle qu'elle est désignée par le grand mot «automatique». L'homme sera de plus en plus libéré des travaux simples, monotones, se répétant sans cesse, et endossera des fonctions plus qualifiées, supposant une mobilité d'esprit plus grande et des connaissances plus approfondies.

Il est évident que, déjà uniquement pour des motifs personnels, on ne peut pas introduire ces nouveautés d'un jour à l'autre. Cela ne peut se réaliser que progressivement selon un plan établi à longue échéance. Tout le personnel technique doit se familiariser petit à petit avec les nouvelles installations. Ce sera l'occasion pour tous les collaborateurs de se pencher plus à fond sur les processus physiques admirables et mystérieux, ainsi que sur le monde des sciences physiques en général, dans lequel, malgré tous les progrès réalisés, nous sommes toujours des apprentis et le resterons encore.

Espérons que nous parviendrons à user judicieusement des nouvelles possibilités magnifiques que la plus récente évolution de la technique nous offre. Car la technique n'est rien et conduit à la barbarie si l'homme ne sait la maîtriser et la diriger. Les dangers d'une technique mal appliquée sont très grands et nous ne devons pas les sous-estimer. Le récit de l'apprenti sorcier doit toujours être présent à notre esprit.