

KRIEG IM AETHER

Vorlesungen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich
im Wintersemester 1965/1966
Leitung: Abteilung für Übermittlungstruppen, Oberstdivisionär E. Honegger

Moderne Vermittlungstechnik

Referent: E. Georgii

MODERNE VERMITTLUNGSTECHNIK

Grundaufgaben und Grundbegriffe

Was sind die Grundaufgaben der Vermittlungstechnik? Eine Anzahl Teilnehmer wünscht über eine Zahl von Sprechwegen zu anderen Teilnehmern gesprochene Nachrichten zu übermitteln. Aus wirtschaftlichen Gründen werden die Eingänge nicht fest mit bestimmten Ausgängen verbunden. Da nicht alle Teilnehmer gleichzeitig miteinander sprechen, ist die Zahl der Sprechwege immer kleiner als die Zahl der angeschlossenen Teilnehmer. Der Weg zwischen einem Ein- und einem Ausgang muss nach Wahlinformation und den gerade zur Verfügung stehenden Verbindungsmöglichkeiten angesteuert und durchgeschaltet werden. Dazu müssen Informationen empfangen, gespeichert, verarbeitet und schliesslich als Befehle an das Sprechwegenetz gegeben werden. Der Vermittlungstechnik stellen sich heute noch die gleichen verknüpften Aufgaben wie in der ersten Zeit der Handämter. Die Aufgaben hat man schon dort sauber voneinander getrennt. Die Sprechwege waren als Raumvielfach im Schrank aufgebaut, während Bedienungspersonen die Verarbeitung der gespeicherten Informationen und die zeitlich gestaffelte Steuerung der Verbindung zufiel. Auch im automatischen Vermittlungssystem sind, wie in Bild 1 angedeutet, im Prinzip immer zwei Teile vorhanden. Ein Teil für die Sprechwegedurchschaltung, das Koppelnetz, und ein Teil für die Informationsverarbeitung, das Steuernetz.

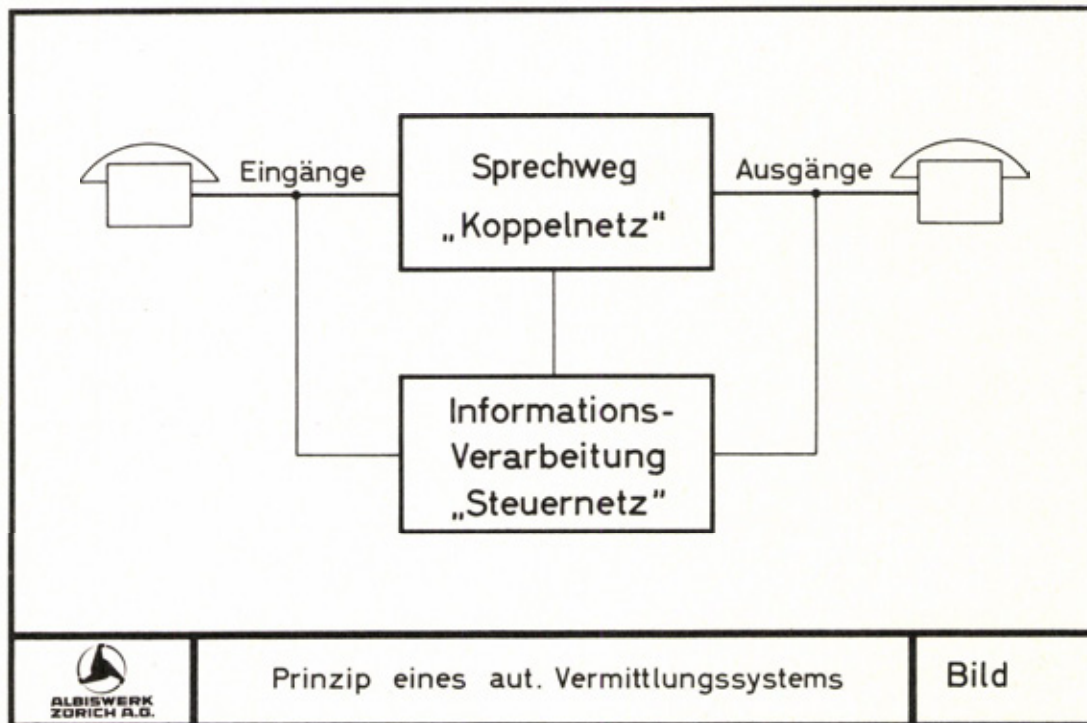


Bild 1:

Prinzip eines automatischen Vermittlungssystems

Vorerst seien die Grundbegriffe sowie ihre Anwendung im Koppel- oder Steuernetz näher erläutert.

Das Raumvielfach-Koppelnetz.

Alle konventionellen Wählvermittlungen verwenden als Koppelnetz ein Raumvielfach. Für jeden Sprech- oder Verbindungsweg steht mindestens ein Leiter zur Verfügung. Ueber den Verbindungsweg wird die Nachricht kontinuierlich übertragen. Bild 2 zeigt ein einstufiges Koppelfeld mit vollständiger Erreichbarkeit. Die Zahl der benötigten Koppelpunkte ergibt sich aus der Zahl der Eingänge und der Zahl der Ausgänge. Aus wirtschaftlichen Gründen verläuft ein Verbindungsweg in der Regel über mehrere Koppelstufen, die untereinander über Zwischenleitungen verbunden sind.

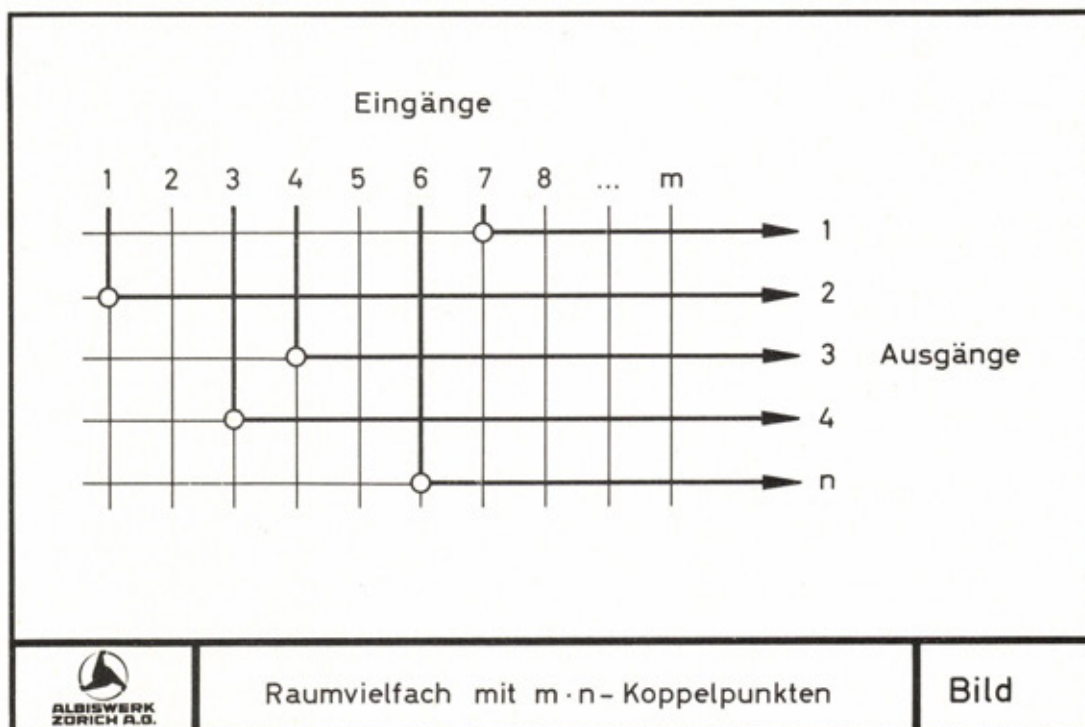


Bild 2:

Raumvielfach mit $m \cdot n$ -Koppelpunkten

Das Zeitvielfach-Koppelnetz.

In einem Zeitvielfach-Koppelnetz steht für eine grössere Zahl Verbindungswege nur ein gemeinsamer Leiter, die Zeitmultiplex-Leitung, zur Verfügung. Die Nachricht wird mit Hilfe von modulierten Pulsen diskontinuierlich übertragen. Mehrere Nachrichten müssen in Pulsform zeitlich gestaffelt und ineinander geschachtelt übertragen werden. Wie aus Bild 3 hervorgeht, werden die Ein- und Ausgänge über m Schalter an die Zeitmultiplex-Leitung angeschaltet. Einem Gespräch wird eine der n Pulsphasen, z.B. P1 zugeteilt und die Gesprächspartner werden durch den Puls P1 periodisch alle 100 μ s zusammengeschaltet.

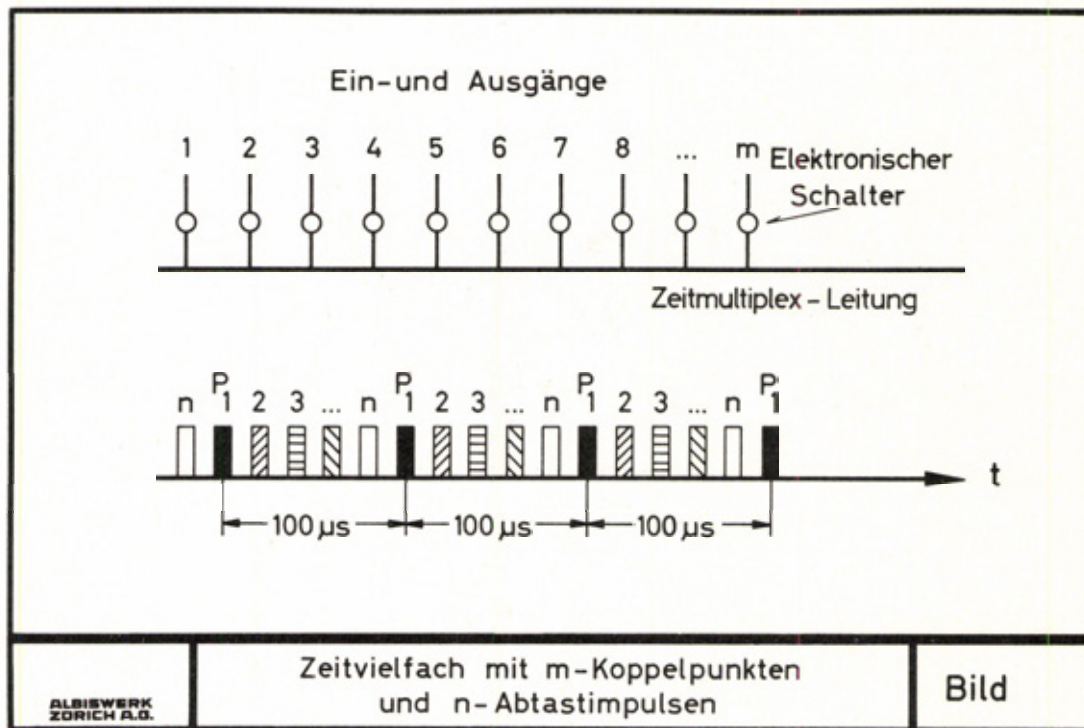


Bild 3:

Zeitvielfach mit m Koppelpunkten und n Abtastpulsen

Das Stauernetz.

Auch dem Stauersatz einer Vermittlungsanlage kann sowohl das Raumvielfach als auch das Zeitvielfach oder die Zeitstauung zugrunde gelegt werden. Eine dezentrale Steuerung führt in der Regel zum Raumvielfachbetrieb (Bild 4) und eine zentrale Steuerung wird nach dem Zeitstauungs- oder Zeitvielfachverfahren betrieben. Das Zeitstauungsverfahren arbeitet asynchron und ist auch "one-at-a-time-Prinzip" genannt.

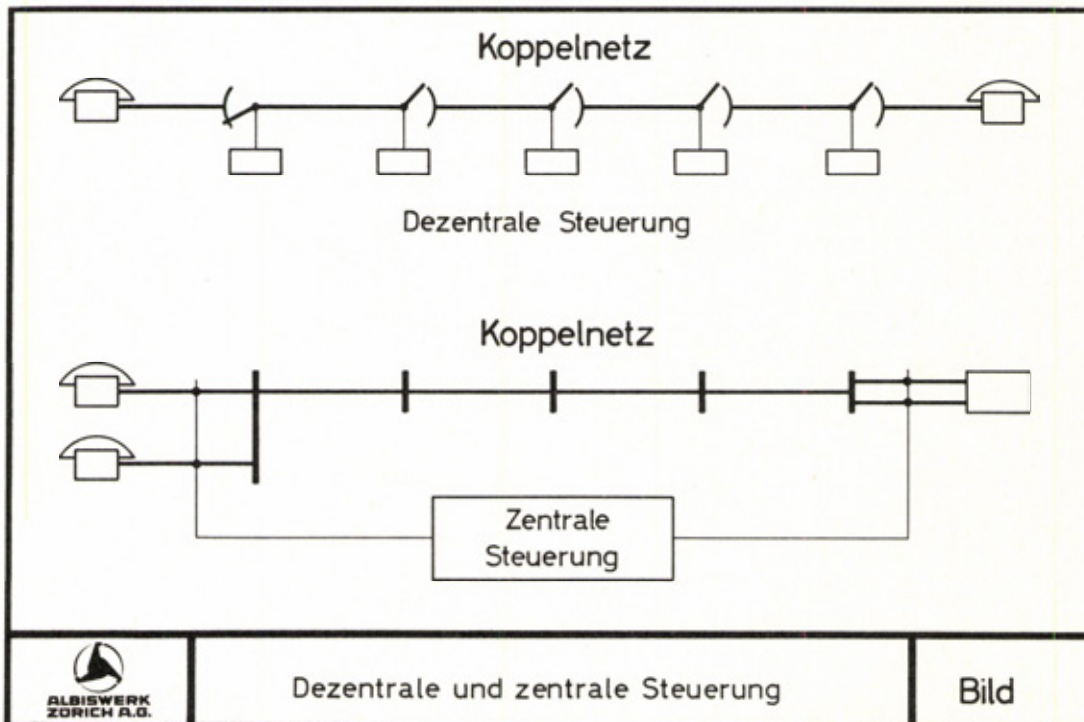
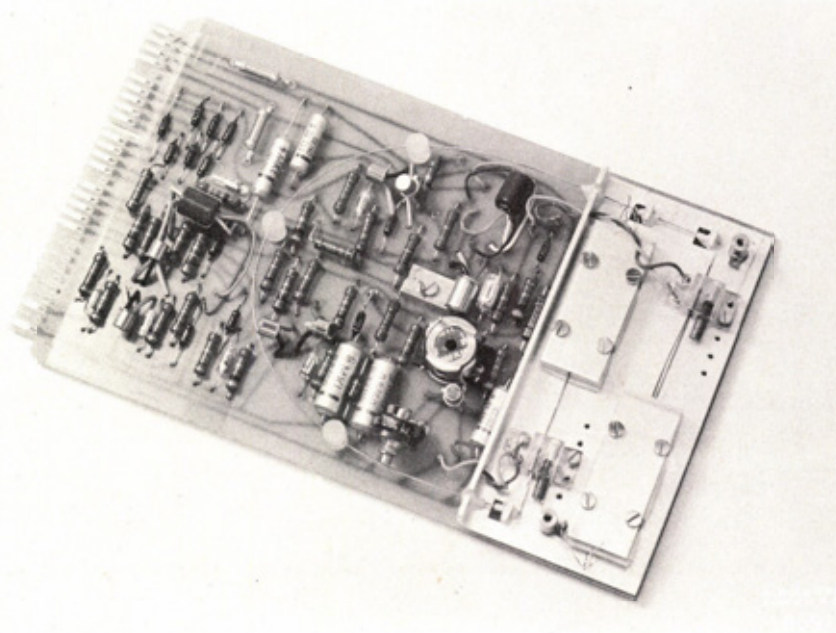


Bild 4:

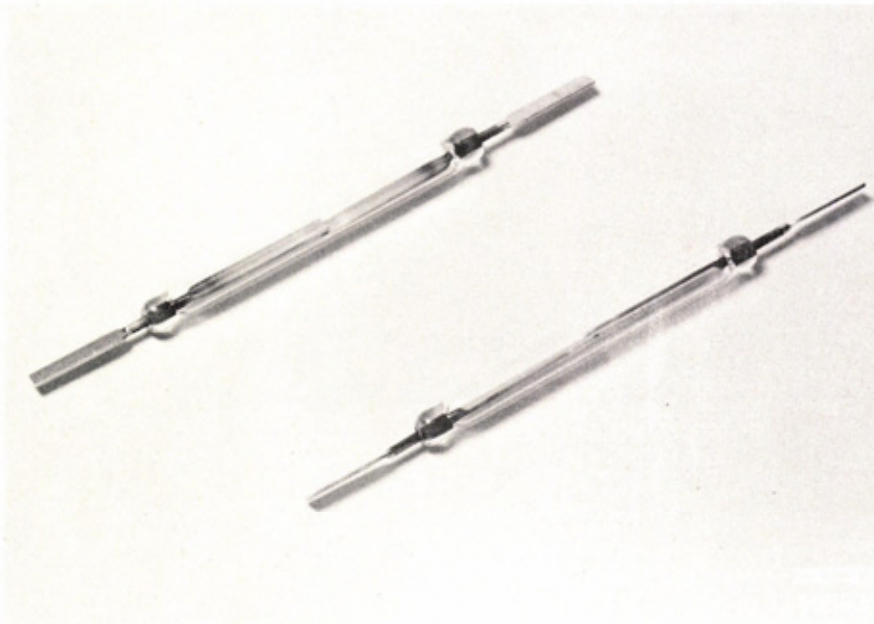
Dezentrale und zentrale Steuerung

- 4 -

BauelementeBild 5:

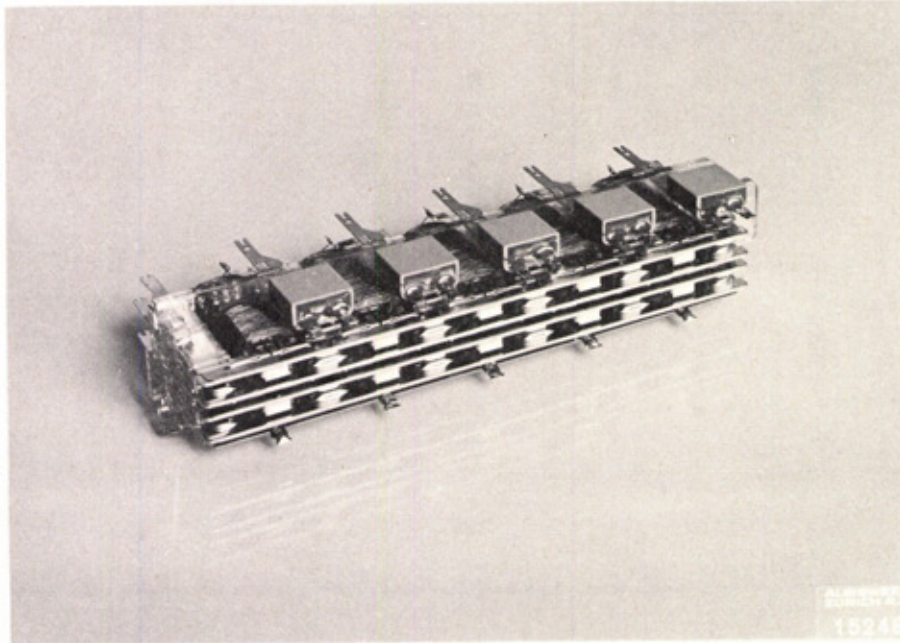
Magnetostriictiver Umlaufspeicher

Zweifellos bringt die Entwicklung neuer Bauelemente wie auch auf anderen Gebieten einen grossen Wandel im Aufbau von modernen Vermittlungseinrichtungen. Als wichtigste neue Bauelemente sind Halbleiter, Ferritkerne, Transfluxoren, Twistoren, magnetostriictive Umlaufspeicher (Bild 5), schnelle Koppelglieder wie Schutzgaskontakt (Bild 6) und Edelmetall-Schnellkontaktrelais (Bild 7) zu nennen.

Bild 6:

Schutzgaskontakt

- 5 -

Bild 7:

Einheit mit 5 Edelmetall-Schnellkontaktrelais

Die Ausnützung der Vorzüge dieser Bauelemente zeigt ganz neue Wege im Systemaufbau. Es wäre sicher falsch, die neuen Bauelemente in den alten Schaltungen verwenden zu wollen, denn dann kämen nicht alle ihre Vorzüge zur Anwendung. Bei der Vielfalt der offerierten Bauelemente ist für den Entwicklungsingenieur wohl eine der wichtigsten Ueberlegungen, wo soll er was einsetzen? Was bieten sich nun mit den neuen Bauelementen und den Raum- und Zeitvielfachverfahren für Lösungen an?

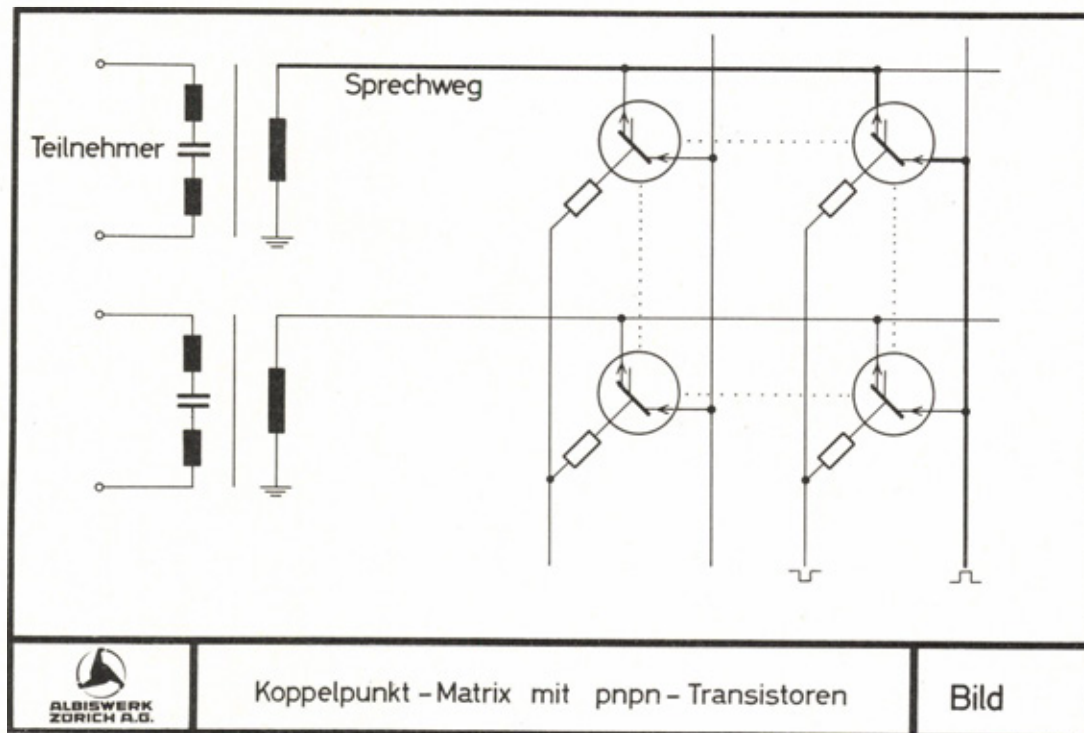
Vollelektronische Lösungen

Dem Trend der Zeit folgend versucht auch der Vermittlungstechniker, wo es sinnvoll ist, elektronische Lösungen anzuwenden. Nachfolgend werden verschiedene vollelektronische Konzeptionen für ein Vermittlungsamt betrachtet.

Das elektronische Raumvielfach-Koppelnetz.

Elektronische Koppelpunkte können z.B. mit Vier-Schicht-Dioden oder Transistoren (Bild 8), aufgebaut werden. Zur Erfüllung der von den Verwaltungen geforderten Übertragungstechnischen Bedingungen müssen diese Koppelpunkte nahezu die Eigenschaften elektromechanischer Edelmetallkontakte aufweisen. Diese Eigenschaften, nämlich kleiner Durchlasswiderstand, hoher Sperrwiderstand, kleine Kapazität und grosse Schaltleistung weist bis heute kein elektronischer Koppelpunkt auf. Auch sind die Kosten eines elektronischen Koppelpunktes ganz erheblich und zwingen unter Umständen zur einadrigen Ausführung der Sprechwege, was aber vor allem in Bezug auf das Nebensprechen neue Probleme aufwirft.

- 6 -



Koppelpunkt - Matrix mit pnpn - Transistoren

Bild

Bild 8:

Koppelpunkt-Matrix mit pnpn-Transistoren

Natürlich kann man die heute üblichen Speise- und Rufeleistungen durch Anwendung von transistorisierten Mikrofonen und tonfrequentem Ruf verkleinern. Diese Notwendigkeit bedeutet aber einen hohen Aufwand bei jeder Sprechstelle und die Wirtschaftlichkeit eines solchen Systems ist sehr wahrscheinlich fragwürdig.

Kellogg USA lieferte eine grössere Anzahl Zentralen mit pnpn-Dioden als Koppelpunkt an das Militär. Ein Amt mit Kaltkathodenröhren-Koppelpunkten wurde 1960 in Morris USA unter dem Namen ECO (Electronic Central Office) durch die ATT in Betrieb genommen. Dieser Versuchsbetrieb wurde allerdings 1962 wieder abgebrochen.

Das Zeitvielfach-Koppelnetz.

Aussichtreicher für die Zukunft scheint eine Durchschaltung der Sprechwege nach dem Zeitvielfachprinzip. Für alle von einer Gruppe kommenden Nachrichten steht nur eine Leitung, die Zeitmultiplexleitung, zur Verfügung. Jede Verbindung bekommt in bestimmten zeitlichen Abständen sich zyklisch wiederholende Pulsphasen zugeteilt. Zwei Teilnehmer werden so über die gleiche Pulsphase gekoppelt und können über das Zeitvielfach miteinander sprechen.

Nach dem Abtast-Theorem benötigt man zur Uebermittlung von Sinusschwingungen nur kurze Proben der Amplitudenwerte, wenn die Abtastfrequenz mindestens doppelt so hoch gewählt wird wie die höchste zu Übertragende Frequenz. In der Telephonie ist die obere Grenzfrequenz 3,4 kHz, was eine minimale Abtastfrequenz von rund 7 kHz ergibt. Meistens wird die Abtastfrequenz auf 10 kHz festgelegt, was einen zeitlichen Abstand der Impulse von 100 μ s ergibt. Wenn z.B. 100 Verbindungswege geschaffen werden sollen, darf der einzelne Probenwert einschliesslich der erforderlichen Lücke zwischen zwei benachbarten Impulsen nur eine Dauer von 1 μ s haben. Bei einem Impulspausenverhältnis von 1 : 1 ergibt sich eine Impulsbreite von 0,5 μ s. Mit Hilfe eines Tiefpasses wird aus den Proben eines Gespräches das ursprüngliche Signal wieder hergestellt.

Die Resonanzübertragung erlaubt eine verstärkerlose Zusammenschaltung von Teilnehmern über das Zeitvielfach-Koppelnetz. Betrachtet man in Bild 9 oben die Verbindung von Teilnehmer 1 zu Teilnehmer 3, so wird alle 100 μ s während 0,5 μ s die Energie des Kondensators C1 über die geschlossenen Schalter S1 und S3 auf den Kondensator C3 übertragen. Mit den beiden erwähnten Kondensatoren bilden die Induktivitäten L1 und L3 einen Reihen-Schwingkreis. Die Resonanz dieses Kreises ist mit der Schliessungszeit der Schalter so abgestimmt, dass ein starker Stromimpuls vom Kondensator C1 auf den Kondensator C3 hinüberfliesst, die Energie aber wegen der folgenden Öffnung der Schalter nicht wieder zurückschwingen kann. Auf dem untern Teil des Bildes sieht man links die gesendeten Signale, in der Mitte die auf den Zeitmultiplex-Sprechweg übertragenen kurzen aber hohen Stromimpulse, und rechts die durch die nachfolgenden Tiefpässe wieder geglätteten Signale.

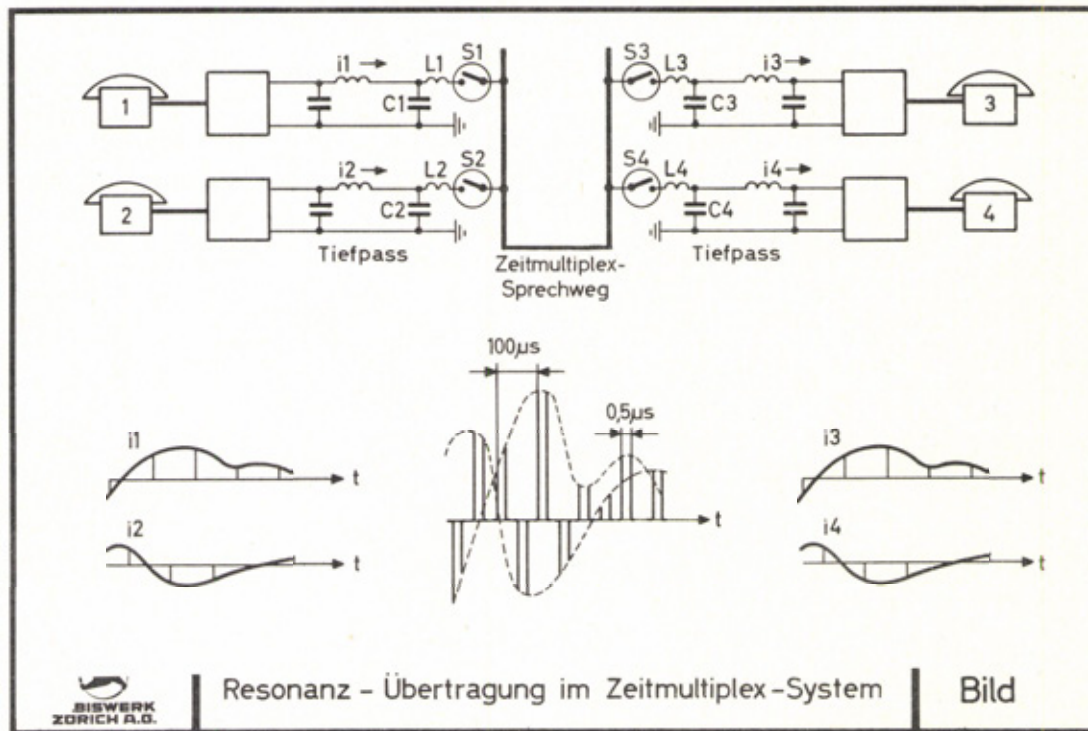


Bild 9:

Resonanzübertragung im Zeitmultiplex-System

Das Prinzip einer Zeitmultiplex-Vermittlung ist aus Bild 10 ersichtlich, wobei der Aufbau einer Verbindung folgendermassen vor sich geht: Der rufende Teilnehmer 274 wird nach Abheben seines Handapparates identifiziert und seine Nummer codiert in einem leeren Speicherplatz des magnetostruktiven Umlaufspeichers eingeschrieben. Die vom rufenden Teilnehmer 274 gewählte Nummer 836 des gewünschten Teilnehmers wird vom Wahlempfänger empfangen, ebenfalls codiert und in der Pulsphase des rufenden Teilnehmers in den unteren Umlaufspeicher eingeschrieben. Beide Teilnehmer erhalten bei jedem Umlauf zum gleichen Zeitpunkt einen Abtastimpuls über die Decoder A und B, d.h. sie werden über die gemeinsame Zeitmultiplex-Leitung alle 100 µs miteinander verbunden.

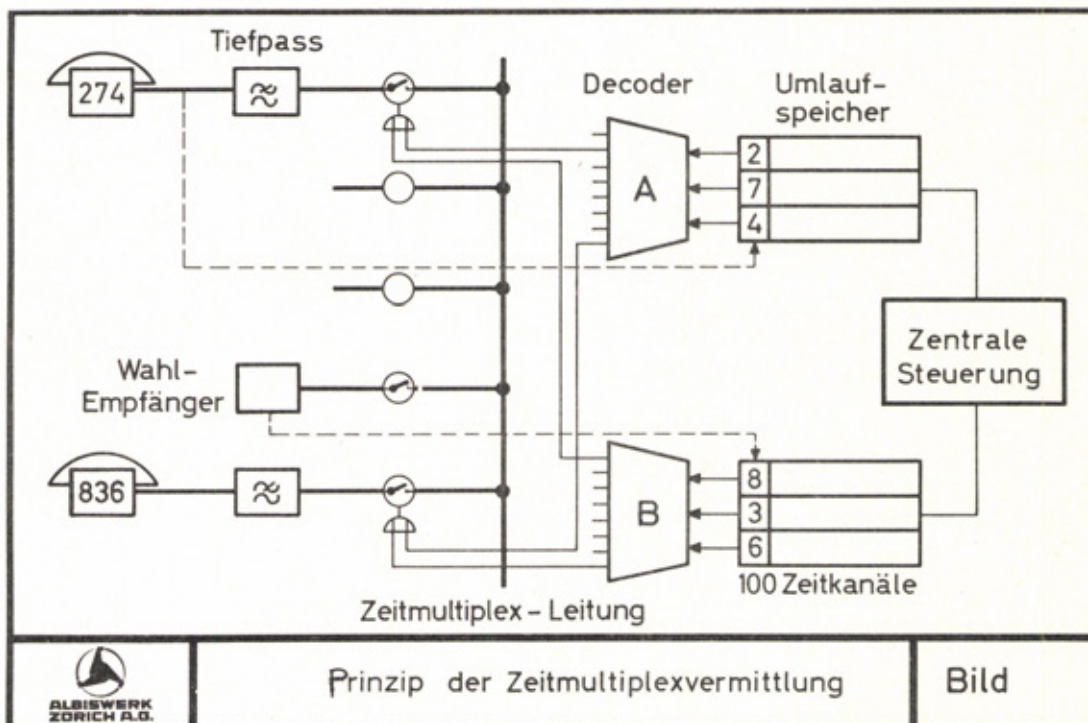


Bild 10:

Prinzip der Zeitmultiplexvermittlung

- 8 -

Auch beim Zeitvielfach-Koppelnetz stellen sich wie beim elektronischen Raumvielfach-Koppelnetz die Probleme der Nebensprech- und Einfügungsdämpfung sowie der Uebertragung des Rufes.

Ein Zeitmultiplex-Amt, das heute wieder ausser Betrieb ist, wurde 1962 durch das GPO in Highgate-Wood eingeschaltet. North Electric lieferte 1962 Zeitmultiplexzentralen an die Luftwaffe. Stromberg Carlson nahm ebenfalls 1962 Zeitmultiplex-Nebenstellenzentralen in Betrieb. Die Bell Laboratorien entwickelten ein Zeitmultiplex-System für Nebentechnik unter der Bezeichnung No. 101 ESS. Im Jahre 1963 wurde die erste Zentrale dieses Systems, von dem heute mehrere Anlagen geliefert sind, in Betrieb genommen.

Das elektronische Steuernetz.

Die Informationsverarbeitung und die Steuervorgänge lassen sich mit den bekannten elektronischen Bauelementen auf verschiedene Weise lösen. Immerhin ist darauf hinzuweisen, dass die Steuereinrichtung nicht in erster Linie die Aufgaben eines Computers zu lösen hat, denn die Vermittlung von Gesprächen verlangt weniger arithmetische Operationen als die Verknüpfung von Einzeldaten. Eine möglichst weitgehende Zentralisierung der Steuermittel ist beim Raumvielfach-Koppelnetz aus wirtschaftlichen Gründen und beim Zeitvielfach-Koppelnetz aus technischen Gründen notwendig, wobei die Steuerung dann nach dem "one-at-a-time-Prinzip", bzw. dem Zeitvielfach-Verfahren erfolgt. Die Zentralisierung nützt die hohe Schaltgeschwindigkeit und die Unabhängigkeit von der Schalthäufigkeit der elektronischen Bauelemente wirklich aus. Allerdings wirkt sich eine hohe Zentralisierung auf die Amtskosten nicht für alle Zentralengrößen günstig aus. Sie ist wegen des beträchtlichen Grundaufwandes für kleine Amtsgrößen wirtschaftlich eher ungünstig.

Vom betrieblichen Standpunkt aus bietet eine zentrale Steuerung den Vorteil, dass Änderungen im Arbeitsprogramm der Anlage nur an einer Stelle vorzunehmen sind. Das gesamte betriebliche Verhalten eines Amtes kann relativ leicht programmiert werden. Weiter wird der Steuerteil dazu herangezogen, durch Routineprüfprogramme die Betriebsbereitschaft der Anlage fortlaufend zu überwachen.

Eine wichtige Frage, die die Vermittlungstechniker heute stark beschäftigt, ist die Art der Programmierung. Bei konventionellen Vermittlungsanlagen war das Arbeitsprogramm in fester oder rangierbarer Verdrahtung festgehalten. In zukünftigen Vermittlungseinrichtungen mit zentraler Steuerung wird das Programm in einen halbpermanenten Speicher eingeschrieben. Der halbpermanente Speicher enthält ein Grundprogramm, das für alle Anlagen gleich ist sowie ein variables Programm das der Besonderheit einer bestimmten Zentrale entspricht und das durch die Wünsche der Teilnehmer periodisch geändert werden muss. Leider verlangt die Programmierung einen relativ grossen Arbeitsaufwand. So soll laut Angaben im Bell Telephone Magazine, Spring 1965, Seite 8, die Erstellung des Programmes für das No. 1 ESS 400 Ingenieurjahre in Anspruch genommen haben. Da Fehler in einer zentralen Steuerung verhängnisvoller sind als in dezentralisierten Stromkreisen, muss der Funktionssicherheit der Steuerkreise besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Das Bereitstellen von Ersatzgeräten ist absolut notwendig, wobei sich die "heisse" Reserve besser bewährt als die "kalte". Bei heisser Reserve arbeiten normal z.B. zwei Geräte abwechselnd oder in verschiedenen Teilen des Amtes. Fällt ein Gerät aus, so übernimmt das andere die ganze Last des Betriebes. Man kann auch z.B. drei Markierer parallel arbeiten lassen und im Fall nicht mehr übereinstimmender Aussage nach demokratischer Entscheidung denjenigen abschalten, dessen Aussage von denen der beiden anderen abweicht. Signale, die den eingetretenen Redundanzverlust anzeigen, sind natürlich unentbehrlich. Bei kalter Reserve ist das Ersatzgerät normal nicht in Betrieb, wobei dann leicht Schwierigkeiten auftreten können, wenn das Gerät nach längerem Betriebsunterbruch plötzlich arbeiten soll.

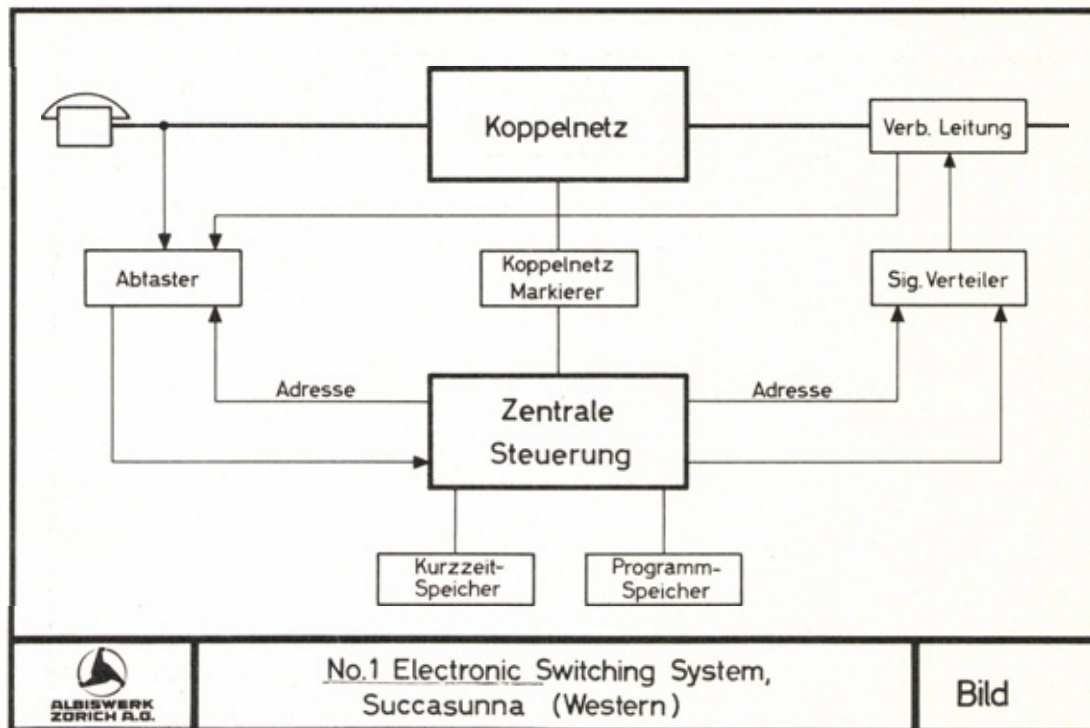
Schlussfolgerung:

Die Hauptvorteile der vollelektronischen Vermittlung sind: Kein mechanischer Verschleiss, geringe Abmessungen, hohe Arbeitsgeschwindigkeit und Flexibilität in der Anwendung. Bisher ist allerdings kein vollelektronisches Amtssystem auf breiter Basis zum Einsatz gekommen und solche Lösungen werden bis zu ihrer Brauchbarkeit noch einige Zeit benötigen. Auch ist ihre Wirtschaftlichkeit noch umstritten.

Teillelektronische Lösungen

Heute besteht weitgehend Einigkeit darüber, dass die Steuerung zukünftiger grösserer Vermittlungsämter, ob sie nun ein elektronisches oder elektromechanisches Koppelnetz enthalten, elektronisch sein wird, denn Steuervorgänge elektronisch zu lösen, ist kein Problem mehr.

Die erheblichen Schwierigkeiten, die ein elektronisches Koppelnetz technisch und wirtschaftlich bereitet, können umgangen werden, wenn man einen elektromechanischen Koppelpunkt wählt. Ein zweckmässiger Edelmetallkontakt erfüllt bekanntlich alle an einen Koppelpunkt gestellte Forderungen. Warum soll man nicht die vorteilhaften Eigenschaften der Bauelemente ausnützen und sie dort einsetzen, wo es sinnvoll ist? Diese Auslegung führt heute zwangsläufig zum teillelektronischen System, bei welchem ein elektromechanisches Raumvielfach-Koppelnetz elektronisch gesteuert wird. Zwei Beispiele von teillelektronischen Konzeptionen zeigen die Bilder 11 und 12.



ALBISWERK ZÜRICH A.G. **No.1 Electronic Switching System, Succasunna (Western)** Bild

Bild 11:

No. 1 Electronic switching system (Western)

Die Steuerung wird vorteilhaft zentralisiert und arbeitet nach dem "one-at-a-time-Prinzip". Um zu einer wirtschaftlichen Lösung zu kommen, erfordert die elektronische Steuerung allerdings ein Koppelnetz, dessen Schaltgeschwindigkeit so mit derjenigen des Markierers harmonisiert, dass beide Einrichtungen unmittelbar zusammenarbeiten können. Es ist klar, dass zeitlich bei einem solchen System für das Durchschalten der Sprechwege nur wenige Millisekunden zur Verfügung stehen. Eine so kurze Schaltzeit erfüllen die mit relativ grossen Massen behafteten konventionellen Wähler und Schalter nicht annähernd. Verkehrsberechnungen für eine Steuerung nach dem "one-at-a-time-Prinzip" haben ergeben, dass die Durchschaltzeit im Koppelnetz unter 5 ms liegen muss. Mit einer Schaltzeit von ungefähr 2 ms genügen dieser Forderung zur Zeit zwei bereits bewährte elektromechanische Koppelglieder, nämlich der von den Bell Laboratorien entwickelte Dry-reed-Kontakt und das Siemens Edelmetall-Schnellkontakt-Relais, abgekürzt ESK-Relais.

Mit den oben erwähnten schnellen Koppelgliedern wurden bis heute die folgenden teilelektronischen Versuchszentralen in Betrieb genommen:

Jahr	Ort	Lieferant	Systembezeichnung	Koppelpunkt
1962	München (D)	Siemens	ESM II	Dry reed
1963	Stuttgart (D)	Standard Elektrik Lorenz	HE 60	Dry reed
1964	Portage (USA)	General Tel. & Electronics	EAX	Dry reed
1965	Succasunna (USA)	Western Electric	No. 1 ESS	Ferreed
1965	Rom (I)	Siemens	ESM III	ESK
1965	Leamington (GB)	General Electric		Dry reed
1965	Peterborough (GB)	Ericsson Tel.	Pentex	Dry reed
1965	Frankfurt (D)	Telefonbau & Normalzeit		Dry reed
1966	Biel (CH)	Albiswerk	A60	ESK

- 10 -

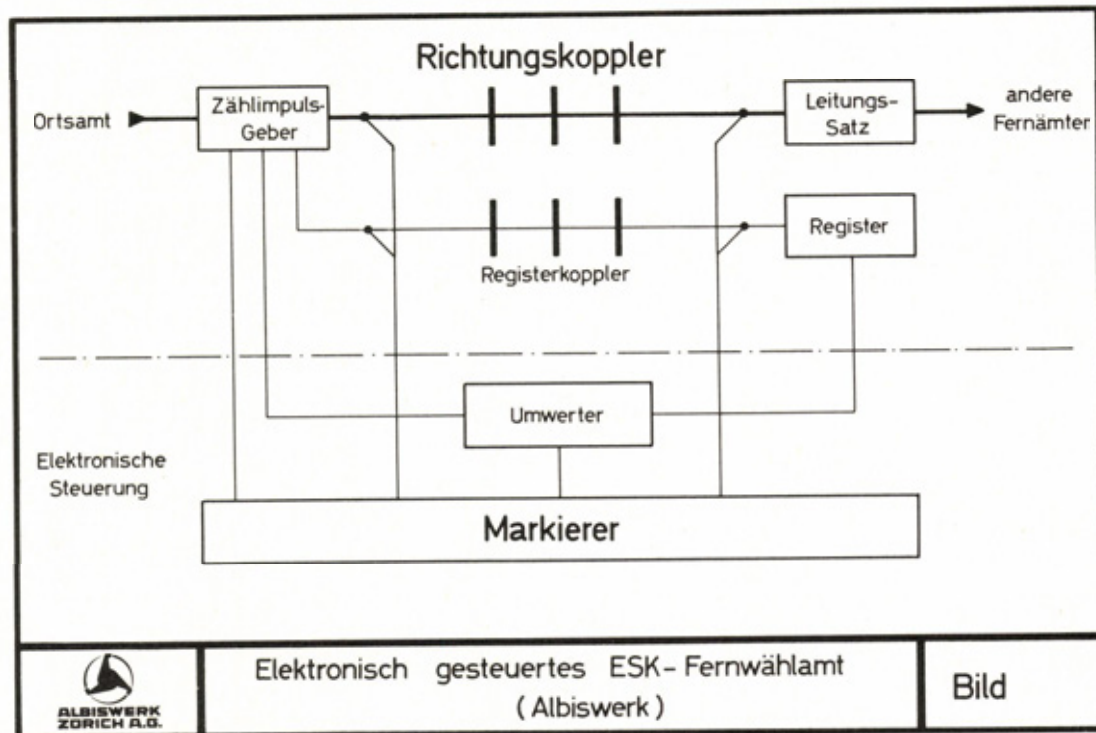


Bild 12:
Elektronisch gesteuertes ESK-Fernwählamt (Albiswerk)



Bild 13:
Gesamtansicht des elektronisch gesteuerten ESK-Fernwählamtes Biel

Schlussfolgerung:

Gegenüber vollelektronischen Lösungen vermeiden teilelektronische Systeme die meisten Übertragungstechnischen Schwierigkeiten und ermöglichen es, die üblichen billigen Teilnehmerstationen beizubehalten. Das teilelektronische System ist das System der nahen Zukunft.

Pulscodemodulation

Das Zeitmultiplex-Prinzip kann über den Rahmen eines Amtes hinaus in einem ganzen Netz angewendet werden. Es zeigen sich dabei Möglichkeiten, die Aufgaben der Vermittlungstechnik mit denjenigen einer leitungs-sparenden Uebertragungstechnik zu vereinen. Als Modulationsart für ein solches integriertes System eignet sich am besten die Pulscodemodulation mit z.B. 128 Stufenwerten. Für die Uebertragung von 128 Stufenwerten genügt ein 7-bit-Code. Das Bild 14 zeigt eine vereinfachte Darstellung der Codierung und Decodierung mit einem 4-bit-Code.

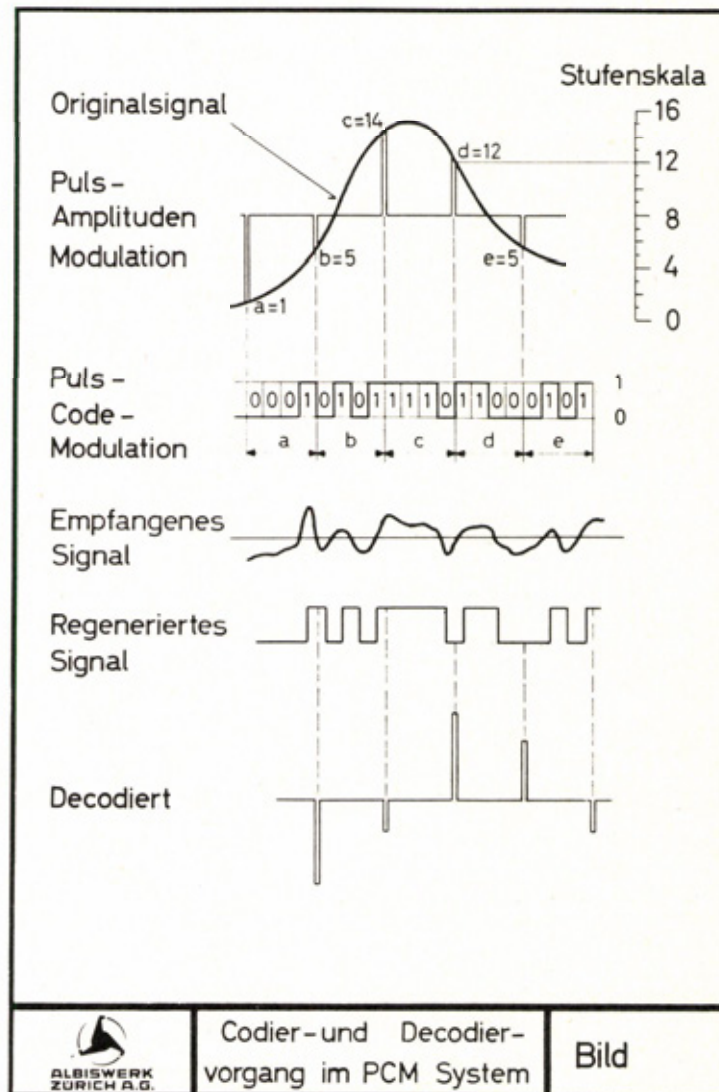


Bild 14:
Codier- und Decodiervorgang im PCM-System

- 12 -

In einem integrierten PCM-Netz werden ungefähr 250 Teilnehmer an einen Konzentrator angeschlossen. Zur Weiterübertragung der Nachrichten ins Amt werden diese nach dem Pulsmodulationsverfahren umgesetzt. Nach der Modulation erfolgt die Übertragung also digital, und zwar können auf einem gewöhnlichen Vierer z.B. 24 Kanäle untergebracht werden. Die Aemter selbst werden durch Multiplex-PCM-Wege miteinander verbunden. Für die Zeitmultiplexvermittlung ist keine Umsetzung notwendig.

Dieses System zeichnet sich durch sehr geringe Störanfälligkeit in Bezug auf Geräusch und Nebensprechen aus. Die Signale sind beliebig oft regenerierbar. Leider ist ein Quantisierungsgeräusch vorhanden. Gegenüber einem Zeitmultiplexamt mit Pulsamplitudenmodulation verteuern Coder und Decoder die PCM-Vermittlungstechnik allerdings beträchtlich. Grosse Probleme stellt die Synchronisierung in vermaschten Netzen.

Die Bell Laboratorien nahmen 1961 eine PCM-Laborzentrale unter dem Namen ESSEX (Experimental Solid State Exchange) in Betrieb. Weitere Studien über integrierte PCM-Netze werden seit 1962 im Laboratoire Central de Télécommunications in Paris (ITT) durchgeführt.

Schlussfolgerung:

Die integrierte PCM-Fernsprechnetzechnik ist noch nicht über Laborversuche hinausgekommen.

Verkehrsmöglichkeiten zukünftiger Systeme

Von den vielen neu angebotenen Verkehrsmöglichkeiten sind die meisten heute schon als Zusatz zu den Amtssystemen oder in der Nebenstellentechnik bekannt. Es ist auch fraglich, wieviele Teilnehmer solche "Facilities" wünschen, notwendig haben oder überhaupt anwenden können. Von besonderem Interesse dürfte die Fernsteuerungsmöglichkeit zur Wirksam-Machung einer bestimmten Verkehrsmöglichkeit sein, und zwar einerseits für den Teilnehmer wegen der sofortigen Betriebsbereitschaft und andererseits für die Verwaltung wegen der möglichen Einsparung an Betriebspersonal. Von den neuen Verkehrsmöglichkeiten für den Teilnehmer seien hier nur einige erwähnt:

Anrufumleitung. Der Teilnehmer wählt vor dem Verlassen seines Anschlusses eine Codeziffer und die Nummer des Telefons, zu dem die Anrufe umgeleitet werden sollen.

Auftragsdienst. Ohne der bisherigen Schaltmassnahme am Hauptverteiler kann jedem Teilnehmer die Möglichkeit gegeben werden, sich durch Nummernwahl jederzeit selbst auf Auftragsdienst und zurück zu schalten.

Kurzrufnummer. Eine Anzahl oft gewählter Teilnehmer können z.B. durch Wahl einer 2-stelligen Nummer erreicht werden.

Ein Konferenzgespräch mit zwei oder drei anderen Teilnehmern wird durch Codewahl und Wahl der Nummern der gewünschten Teilnehmer aufgebaut. Aus Übertragungstechnischen Gründen ist eine Begrenzung der Teilnehmerzahl notwendig.

Das Anklopfen bei einem besetzten Teilnehmer, damit dieser erfährt, dass er von einem dritten gewünscht wird, könnte darin bestehen, dass in das bestehende Gespräch ein Hörton eingeblendet wird.


Ruhe vor dem Telefon ist eine Facility, die es dem Teilnehmer gestattet, sich durch Wahl einer bestimmten Ziffernfolge Ruhe vor dem Telefon zu verschaffen.

Die Tastenwahl ist eine Verkehrsmöglichkeit, die einem grösseren Kreis von Benützern bestimmt Erleichterungen bringen wird und deren Einführung nicht umstritten ist. Auf diese Facility soll hier näher eingegangen werden.

Dem Teilnehmer selbst kommt die grosse Arbeitsgeschwindigkeit eines neuen Vermittlungssystems nur zugute, wenn die Tastenwahl eingeführt wird. Diese gestattet eine bequemere und ungefähr doppelt so schnelle Informationseingabe als dies mit dem herkömmlichen Nummernschalter der Fall ist. Bei Wahl eines Teilnehmers in einem modernen schnellen Amt kommen die Vorteile der Tastenwahl allerdings nur zur Geltung, wenn ein Teilnehmer gewählt wird, der am gleichen oder einem anderen schnellen Amt angeschlossen ist. Für die Wahl in ein älteres Amt muss mit Rücksicht auf das bestehende System die Wahl wieder verzögert werden. Dieser Zustand wird noch einige Jahrzehnte andauern und erst mit fortschreitender Einführung schneller Vermittlungssysteme wird sich die Zeitersparnis bemerkbar machen. Bis dahin muss die Rufverzugszeit, das ist die Zeit zwischen Beendigung der Tastenwahl und dem Ertönen des Freizeichens, als Nachteil in Kauf genommen werden.

Als Signal-Übertragungssystem steht heute ein Tonfrequenzverfahren innerhalb des Sprechbandes im Vordergrund. Aus einem Zweigruppencode erhält jede Ziffer zwei Frequenzen. Diese Signalisierungsform, die von den Bell Laboratorien vorgeschlagen wurde, hat sich technisch und wirtschaftlich als vorteilhaft erwiesen und wird in verschiedenen Telefongesellschaften verfolgt. Wie Bild 15 zeigt, ist eine vorteilhafte Anpassung an die konstruktive Anordnung der Tasten möglich, indem die Signalfrequenzen matrisenartig in vier Zeilen und drei Spalten angeordnet werden.

f_B f_A (Hz)	1209	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941		0	



Tastenwahl, Frequenzzuordnung zu den Ziffern

Bild

Bild 15:

Frequenzzuordnung zu den Ziffern

Als ausserordentlich günstig, ja geradezu als notwendig hat sich die Verwendung eines nicht tonfrequenten Schlüsselzeichens erwiesen, das bei jedem Tastendruck gesendet wird. Das Bild 16 zeigt ein Schlüsselzeichen in Form einer Speisestromabsenkung.

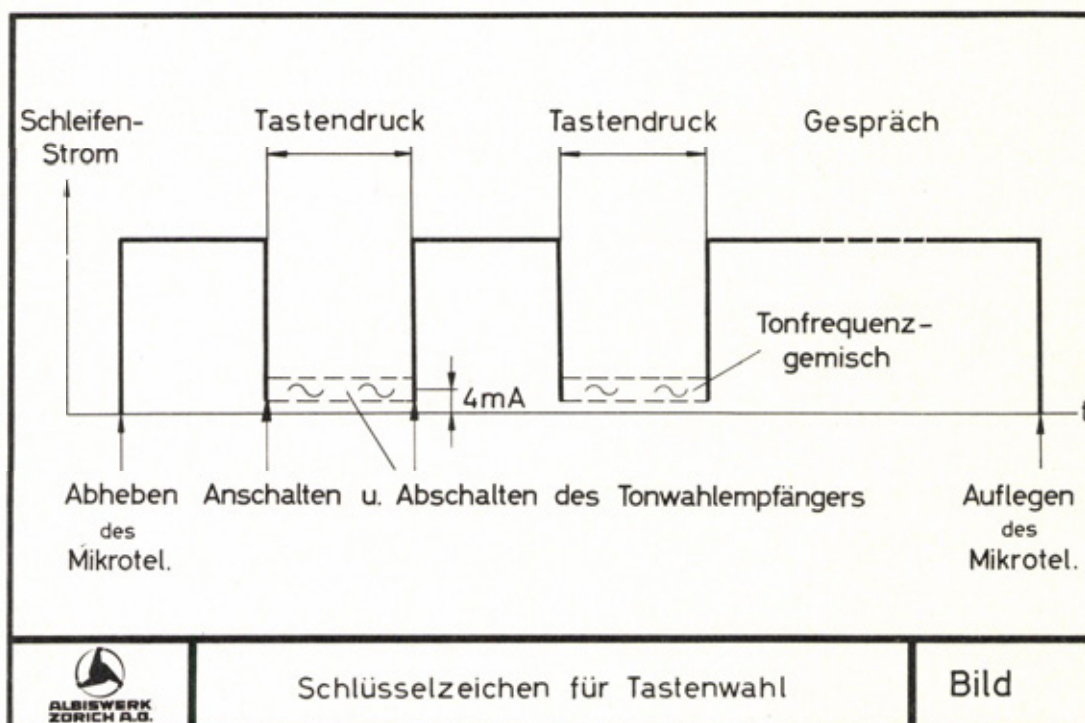


Bild 16:

Schlüsselzeichen für Tastenwahl

- 14 -

Diese Technik gewährleistet eine vollständige Sprachsicherheit und gestattet überdies, die Tonfrequenz-Empfangseinrichtung in der Vermittlungszentrale nur während jeweils eines Tastvorganges anzuschalten. Daraus resultiert eine beträchtliche Einsparung an elektronischen Wahlempfängern. Nicht zuletzt ergibt das Schlüsselzeichen bei Nachwahl im Durchschaltzustand, d.h. wenn das Register schon abgeschaltet ist, die Möglichkeit, dieses mit einem Wahlempfänger wieder herbeizurufen.

In einer Zeit der immer schnelleren Verkehrsmittel ist es sicher erwünscht, dass der Benutzer des Telefons weltweit einheitliche Bedienungselemente vorfindet, wie dies beim Nummernschalter in grossem Masse der Fall war. Als Tastenbild scheint sich die Anordnung, wie sie Bild 17 zeigt und die dem Tastenbild der meisten Tisch-Rechenmaschinen ähnlich ist, immer mehr durchzusetzen.



Bild 17:

Tastenwahlstation

Unter Zusetzung von zwei Reservetasten für besondere Signalzwecke ergibt sich die gezeigte Anordnung von vier Zeilen zu je drei Tasten mit Zählweise von oben nach unten. Konstruktiv bringt diese Anordnung den Vorteil, dass die Tastatur am Platze der Nummernscheibe untergebracht werden kann, was in Anbetracht der bereits erwähnten langen Einführungszeit aus Rationalisierungsgründen sicher angenehm ist.

Schlussfolgerung:

Eine weitere Integrierung der heute als Zusatzausrüstungen bekannten "Facilities" in die Systeme ist zu erwarten. Obwohl der technische Fortschritt auch auf dem Gebiet der Verkehrsmöglichkeiten nicht behindert werden darf, sind Neuheiten um jeden Preis zu verwerfen, denn jede neue Verkehrsmöglichkeit fordert in der Regel zusätzliche Schaltmittel. Als Grundsatz muss aber sicher gelten, dass sich neue Verkehrsmöglichkeiten kostenmässig selbst tragen müssen.

Kontinentale Fernwahl

Die halbautomatische internationale Fernwahl, bei der die nationale Telephonistin direkt den gewünschten Teilnehmer im andern Land wählt, wurde in vielen Ländern schon vor einigen Jahren eingeführt. Nachdem bereits einige europäische Länder vollautomatisiert sind, steht als nächster Schritt die Vollautomatisierung des Telefonverkehrs zwischen der Schweiz und den europäischen Staaten bevor. Bereits heute können verschiedene ausländische Städte, so z.B. München, Brüssel, Paris, Wien und andere mehr, einen gewünschten Teilnehmer in der Schweiz selbst wählen. Durch den stetig ansteigenden internationalen Telefonverkehr, der in den letzten Jahren im Mittel pro Jahr 17 % ausmacht, drängt sich die Automatisierung direkt auf, da die Besetzung der manuellen Fernvermittlungsplätze bei der herrschenden Personalknappheit je länger je mehr Schwierigkeiten bereitet. Die Schweizerische PTT hat sich deshalb entschlossen, bis 1969 von den wichtigsten Städten der Schweiz den vollautomatischen Auslandverkehr einzuführen.

Die Voraussetzung für die Automatisierung des internationalen Verkehrs ist ein Numerierungsplan. Das CCITT hat bereits einen internationalen Landeskenntzahlenplan festgelegt. Aus Rücksicht auf die Anpassungen und Investitionen an den vorhandenen Systemen sollen die Anzahl Ziffern, die neben den Verkehrsausscheidungsziffern zu wählen sind, zwölf nicht übersteigen. Die Landeskenntzahlen sind ein bis dreistellig, wobei nach geographischen Gesichtspunkten eine gewisse Gruppierung erfolgte, sodass neun Numerierungszonen entstanden. Die Kenntzahlen der Numerierungszonen 3 und 4 für Europa sind aus der folgenden Liste ersichtlich. Einstellige Kenntzahlen wurden für Nordamerika und Russland festgelegt.

Weltweiter Numerierungsplan Zonen 3 und 4

<u>Land</u>	<u>Landeskennzahl</u>	<u>Land</u>	<u>Landeskennzahl</u>
Griechenland	30	Polen	48
Niederlande	31	Deutschland	49
Belgien	32	Gibraltar	350
Frankreich	33	Portugal	351
Spanien	34	Luxemburg	352
Türkei	36	Irland	353
Jugoslawien	38	Island	354
Italien	39	Kanalinseln	355
Schweiz	41	Malta	356
Tschechoslowakei	42	Cypern	357
Oesterreich	43	Finnland	401
Grossbritannien	44	Ungarn	402
Dänemark	45	Bulgarien	403
Schweden	46	Rumänien	404
Norwegen	47	Albanien	405

In der Schweiz gelten für den Fernverkehr folgende Vorziffern: 0 für den nationalen und 00 für den internationalen automatischen Fernverkehr. Die Nummer, die ein Teilnehmer im automatischen internationalen Verkehr zu wählen hat, setzt sich aus

der internationalen Vorziffer 00,
der Landeskenntzahl und
der nationalen Nummer des gewünschten Teilnehmers
ohne Fernwahlvorziffer zusammen.

Ein Nummernbeispiel für die Wahl eines Teilnehmers in Düsseldorf zeigt Bild 18.


Gewünschter Teilnehmer in Düsseldorf Nr. 23 45 67
Nationale Fernkenntzahl 0211
Die zu wählende Nummer lautet:

00 49 211 23 45 67

internationale Vorziffer ————

Landeskennzahl ————

nationale Nummer ————



Wahl eines Teilnehmers in Düsseldorf

Bild

Bild 18:

Wahl eines Teilnehmers in Düsseldorf

Die schweizerischen Zentralen sind für den nationalen Fernverkehr in der Regel zur Wahl von höchstens neun Ziffern ausgerüstet. Zentralen, die keine Durchlaufspeicher enthalten, müssen daher für die höhere Ziffernzahl des internationalen Fernverkehrs angepasst werden. Dies kann, wie z.B. aus Bild 19 ersichtlich, dadurch geschehen dass nach Wahl der Ziffern 00 in der Zwischenwahlzeit an die bestehenden Register Zusatzregister angeschaltet werden.

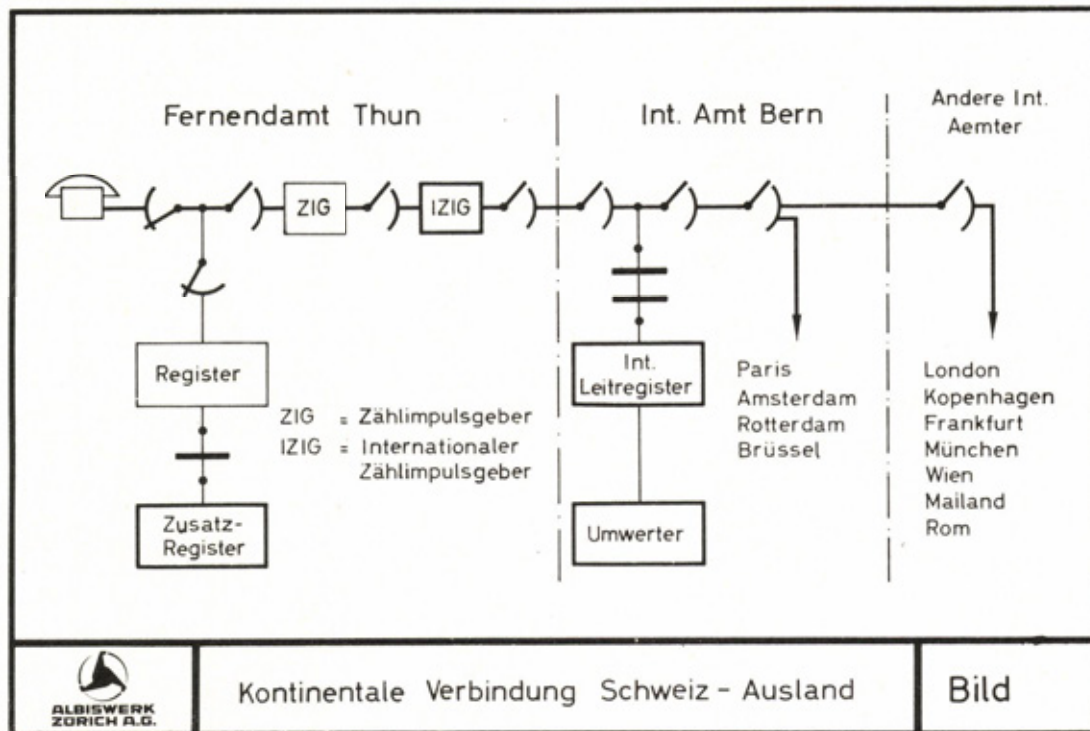


Bild 19:

Kontinentale Verbindung Schweiz - Ausland

Im Fernknotenamt übernehmen internationale Leitregister den Zeichenaustausch über den Sprechweg nach einem Mehrfrequenzcode-Wählverfahren. Zentrale elektronische Umwerter bewerkstelligen die Leitweglenkung und bestimmen die Taxzonen der abgehenden Auslandsverbindung. Die Zone wird zum nationalen Fernausgangsamt (Fernknoten- oder Endamt) signalisiert. Dort werden die Daten den internationalen Zählimpulsgebern (IZIG) zugeführt und die Taximpulse nach dem Zeitimpulsverfahren direkt zum Teilnehmerzähler übertragen.

Da immer ein Teil eines Auslandsgesprächs über ein ausländisches Netz verläuft, müssen Einrichtungen vorhanden sein, die eine Gebührenabrechnung mit dem Ausland ermöglichen. Dazu werden am Sitz der Leitregister besondere Gesprächszeit-Registriereinrichtungen eingebaut, die z.B. Gesprächsbeginn, Gesprächsende, die Zoneninformation sowie eine Zeitmarkierung auf einem Datenträger festhalten. Die Auswertung für die zwischenstaatliche Verrechnung erfolgt nachher in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage.

Eine Selbstwählverbindung aus dem Ausland, z.B. aus Frankreich, kommt nach Wahl der Landeskennzahl z.B. im internationalen Amt Bern herein. Dort schaltet sich an den Eingangsübertrager ein Register an, das die nationale Nummer aufnimmt und sie über einen internationalen Wähler in das nationale Fernwahlnetz weitergibt. Voraussetzung für eine automatische ankommende Verbindung ist lediglich die Vollautomatisierung des Ziellandes.

Interkontinentale Fernwahl nach USA

Es soll hier nicht allgemein auf die Transatlantikwahl eingegangen, sondern über eine besonders interessante Einzelheit, das TASI-System, berichtet werden. TASI heisst Time Assignment Speech Interpolation oder auf deutsch Spracheinschiebung durch Zuteilung von Zeitabschnitten. Das TASI-System ist eine einzigartige kombinierte Anwendung von Raumvielfach, Zeitvielfach, Zeitstaffelung und Frequenzvielfach. Die erste TASI-Anlage kam 1960 zwischen New York und London auf dem Transatlantikabel 1 in Betrieb.

Warum TASI? Fabrikation und Verlegung von Seekabeln verursachen gewaltige Kosten und es wurden Wege gesucht, die teuren Kabel besser auszunützen. Bei einem Gespräch über einen Vierdraht-Trägerfrequenz-Kanal wird jeweils nur in einer Richtung gesprochen, während der Gesprächspartner zuhört und damit die andere Richtung nicht belegt ist. Auch gibt es bei jedem Gespräch kürzere und längere Gesprächspausen, sodass die wirkliche Belegungsdauer einer Verbindung mit Sprachenergie nur ungefähr 30 - 40 % der eigentlichen Belegungsdauer beträgt. Den Bell Laboratorien ist es gelungen, eine Einrichtung zu entwickeln, mit deren Hilfe die bei Verbindungen unbenützte Gesprächszeit anderen Teilnehmern zur Verfügung gestellt werden kann. So können auf 36 Sprechkanälen 72 Gespräche geführt werden.

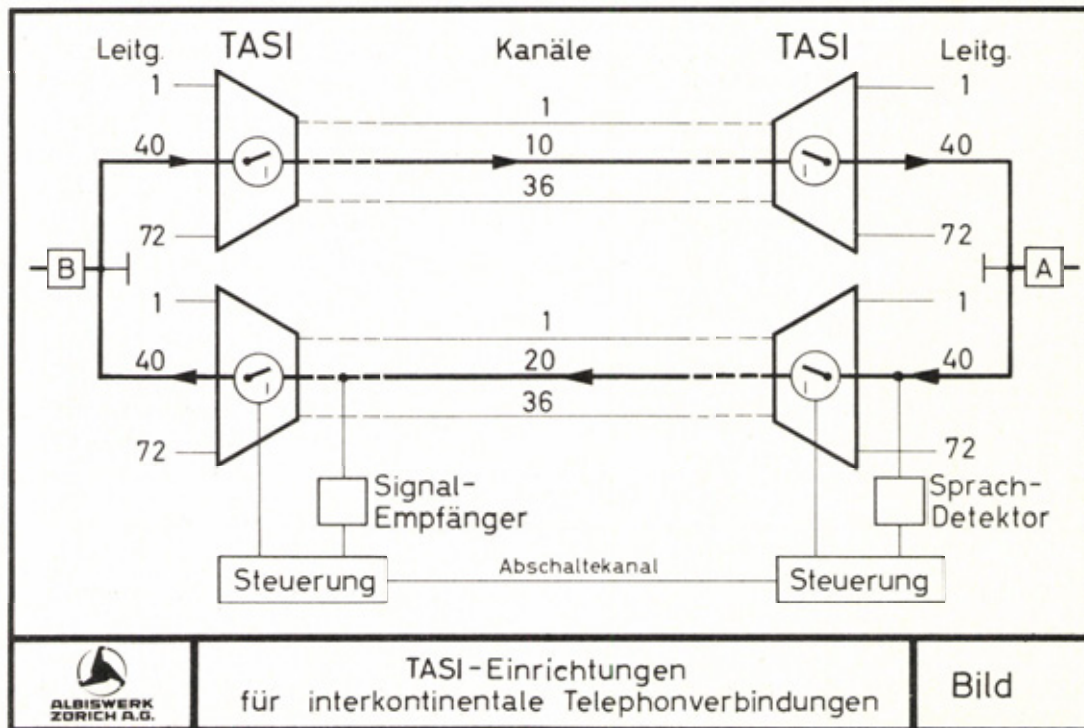


Bild 20:

TASI-Einrichtungen für interkontinentale Telefonverbindungen

Sende- und Empfangsteil stellen für sich je ein elektronisches Zeitmultiplexamt dar. Der Sender legt die Zuordnung von Verbindung und Kanal fest und der Empfänger schaltet mit Hilfe von Steuersignalen den Kanal auf die entsprechende Verbindung. Wie Bild 20 zeigt, ist jede ankommende Leitung mit einem Gesprächsdetektor ausgerüstet, der innert 5 Millisekunden auf einen Gesprächspegel von mindestens -40 dB anspricht. Das Fernkabel mit den trägerfrequenten Übertragungskanälen liegt an beiden Enden an einer ultraschnellen TASI-Schaltapparatur. Die Übertragungskanäle sind ausserdem empfangsseitig mit Signalempfängern versehen. Spricht der Gesprächsdetektor der Leitung 40 auf einen Gesprächseinschuss an, so schaltet die TASI-Apparatur diese Leitung an einen gerade freien Fernkanal z.B. Nr. 20 und sendet auf diesem Kanal ein verschlüsseltes Signal von 10 bis 15 Millisekunden Dauer. Dieses veranlasst am Empfangsende die Anschaltung dieses Kanals an die Leitung 40. Der Kanal bleibt so lange in die Verbindung 40 eingeschaltet, bis die erste Sprechpause eintritt und der Kanal durch eine andere Gesprächsverbindung in Anspruch genommen wird. Spricht inzwischen der vorherige Benützer des Kanals 20 weiter, so wird dessen Sprache augenblicklich auf einen anderen im Moment von Sprachenergie freien Kanal geschaltet. Bei starker Belastung wechselt so für dasselbe Gespräch die Übertragung dauernd von einem Kanal auf den andern. Zur Übertragung der Ausschaltensignale wird ein Fernkanal dauernd belegt, der auch den Kontrollen dient. Hohe Ansprüche werden an den Sprachdetektor gestellt. Eine unempfindliche Einstellung bewirkt ein Beschneiden des Gesprächsanfanges. Auf einfallende Geräusche muss er aber möglichst unempfindlich sein. Auch wäre es schlecht, wenn der Detektor am Ende einer Silbe sofort abschalten würde; er ist daher mit einer Nachwirkzeit ausgestattet, die ungefähr 250 Millisekunden betragen kann.

Schlussbetrachtung

Die Telephonautomatik wurde vor mehr als einem halben Jahrhundert eingeführt. Schon damals steuerten Wählpulse der Teilnehmerstation - Daten in digitaler Form - die Schaltmittel zum Aufbau der Sprechwege entsprechend den vom Teilnehmer eingegebenen Informationen. Wir dürfen die ersten Vermittlungsämter deshalb mit Recht zu den ältesten Datenverarbeitungsanlagen zählen. Ihre Technik ist inzwischen weit ausgereift und ihre Zuverlässigkeit hat einen beachtlichen Stand erreicht.

Trotzdem bringt die Entwicklung neuer Bauelemente auf dem Gebiet der Vermittlungstechnik einen beträchtlichen Wandel. Neue Systeme müssen aber wegen der vorhandenen grossen Investitionen mit den bestehenden Vermittlungseinrichtungen kompetibel sein. Auch muss man sich im klaren darüber sein, dass elektronische Telephonämter gegenüber ihren elektromechanischen Vorgängern keine zu sehr anders gearteten Betriebsmöglichkeiten und Dienstleistungen bieten und keinesfalls ein vorhandenes Vakuum ausfüllen. Die bis heute gebauten Versuchsämter mit elektronischen Bauelementen zeigen, dass die nahe Zukunft dem teillelektronischen System gehört. Vollelektronische Vermittlungssysteme werden bis zu ihrer technischen Brauchbarkeit und Konkurrenzfähigkeit mit ihren Vorgängern noch einige Zeit benötigen.

- 18 -

Literaturnachweis

- H. P a n z e r b i e t e r : Ein Beitrag zur künftigen Entwicklung der Vermittlungstechnik. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1958, S. 73 ... 108.
- H. P a n z e r b i e t e r : Elektronische Vermittlungstechnik. Elektronische Zeitschrift, H. 25/1960, Seite: 881 ... 889
- F. E t z e l : Fernseh-Vermittlungstechnik und ihr Weg in die Zukunft. Der Ingenieur der Deutschen Bundespost, H. 5/1962, S. 157 ... 166.
- H. K u n z e : Elektronische Durchschaltung von Verbindungswegen. Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost 16/1963, Nr. 1, S. 3 ... 11.
- H. O d e n : Aktuelle Probleme der Vermittlungstechnik. SEL-Nachrichten, H. 3/1962, S. 125 ... 137.
- A. A. M c K e n z i e : New era in telephony: Electronic switching. Electronics, October 19 1964, S. 84 ... 86.
- W. H. C. H i g g i n s : Stand der elektronischen Vermittlungstechnik in den USA. Jahrbuch des elektrischen Fernmeldewesens 1964, S. 352 ... 413.
- I T T : Pulscodemodulation. Presentation at Montreux, 26th October, 1965.
- H. O d e n : Neue Leistungsmerkmale in der Telephonie. Der Ingenieur der Deutschen Bundespost, H. 2/1965, S. 48 ... 58.
- F. F ü l l e m a n n : Neuerungen im Telephonverkehr Schweiz - USA. Technische Mitteilungen PTT, Nr. 5/1964, S. 216 ... 220.

Vortrag gehalten im Rahmen der Vorlesung "Krieg im Aether" am 9.2.1966 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.

Bilderverzeichnis zum ArtikelModerne Vermittlungstechnik

- Bild 1 : Prinzip eines automatischen Vermittlungssystems
- Bild 2 : Raumvielfach mit $m \cdot n$ Koppelpunkten
- Bild 3 : Zeitvielfach mit m Koppelpunkten und n Abtastpulsen
- Bild 4 : Dezentrale und zentrale Steuerung
- Bild 5 : Magnetostriktiver Umlaufspeicher (Photo)
- Bild 6 : Schutzgaskontakt
- Bild 7 : Einheit mit fünf Edelmetall-Schnellkontaktrelais (Photo)
- Bild 8 : Koppelpunkt-Matrix mit pnpn-Transistoren
- Bild 9 : Resonanzübertragung im Zeitmultiplex-System
- Bild 10 : Prinzip der Zeitmultiplexvermittlung
- Bild 11 : No. 1 Electronic Switching System (Western)
- Bild 12 : Elektronisch gesteuertes ESK-Fernwähllant (Albiswerk)
- Bild 13 : Gesamtansicht des elektronisch gesteuerten ESK-Fernwähllantes Biel (Photo)
- Bild 14 : Codier- und Decodiervorgang im PCM-System
- Bild 15 : Frequenzzuordnung zu den Ziffern
- Bild 16 : Schlüsselzeichen für Tastwahl
- Bild 17 : Tastenwahlstation (Photo)
- Bild 18 : Wahl eines Teilnehmers in Düsseldorf
- Bild 19 : Kontinentale Verbindung Schweiz - Ausland
- Bild 20 : TASI-Einrichtungen für interkontinentale Telephonverbindungen